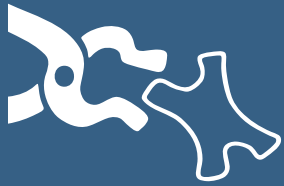


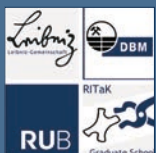
The RITaK Conferences



2013–2014

edited by

Petra Eisenach, Thomas Stöllner, Arne Windler



DER ANSCHNITT

BEIHEFT 34

Raw Materials, Innovation, Technology of Ancient Cultures
RITaK 1



The RITaK conferences 2013–2014

edited by

Petra Eisenach, Thomas Stöllner, Arne Windler

Raw Materials, Innovation, Technology
of Ancient Cultures

RITaK 1



VML Verlag Marie Leidorf GmbH

Bochum 2017

Montanhistorische Zeitschrift Der ANSCHNITT. Beiheft 34
= Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum, Nr. 219

Cover image

The Ea-nasir-tablet BM 131236 (reproduced by courtesy of the Trustees of the British Museum); ensity map of Spondylus artefacts in Europe (Arne Windler); Slag Sample Pa-15-27. Polarized light microscope image (Stephen W. Merkel).

Frontispiece

Participants of the RITaK final conference, 27th–29th November 2014 (Photo: Gero Steffens).



Funded by



In Kommission bei
VML Verlag Marie Leidorf GmbH, Rahden/Westf.
Geschäftsführer: Dr. Bert Wiegel
Stellerloh 65 · D-32369 Rahden/Westf.
Tel: +49/(0)5771/ 9510-74
Fax: +49/(0)5771/ 9510-75
eMail: info@vml.de
Homepage: www.vml.de

Bibliografische Informationen der Deutschen Bibliothek
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der
Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische
Daten sind im Internet über <https://portal.dnb.de> abrufbar.

Reviewed by

Prof. Dr. Thomas Stöllner

English proof-reading

Alexandra Linder

Composition

Petra Eisenach

Titlepage

Petra Eisenach

Print

druckhaus köthen GmbH & Co. KG, Köthen

ISBN 978-86757-026-8 (Print)
ISBN 978-3-96955-019-9 (Online)
ISSN 1616-9212 (Print)
ISSN 2749-6449 (Online)
DOI <https://doi.org/10.46586/DBM139>



Except where otherwise noted, text and graphics of this work are licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

Content

Thomas Stöllner Preface	7
Thomas Stöllner Resources, innovation, technology.....	11
Thomas Knopf Kulturelle Ökonomie: Theoretische Aspekte und archäologisch-ethnographische Beispiele	25
Alexandra David und Dieter Rehfeld Kulturelle Aspekte von Strategien zur Bewältigung des Strukturwandels	35
Frank Hillebrandt Die Vielfalt der Tauschpraxis. Ein praxistheoretischer Beitrag zur Soziologie der Reziprozität	47
Frank Hillebrandt The resources in practice. A new notion of materiality in sociology.....	61
Constance von Rüden From mechanics to embodiment. Some theoretical considerations on techniques	71
Michael Roos Ungleichheit in agrarischen Gemeinschaften – Ein agentenbasiertes Computersimulationsmodell.....	81
Arne Windler From the Aegean Sea to the Parisian Basin: Spondylus shell exchange in Europe during the process of Neolithisation	95
Silviane Scharl Organisationsformen von Tausch im Neolithikum – Eine Fallstudie aus Nordwestbayern.....	111
Simon Timberlake Experimental archaeology in Bronze Age mining and smelting – hard rock, hot metal, new ideas	125
Michael Klaunzer A new player in the game? An archaeological and archaeometallurgical approach in detecting long distance relations in Late Chalcolithic Anatolia.....	141
Ingolf Löffler New thoughts about Iron Age metallurgy in Faynan: A discussion	151
Barbara Viehweider The palaeoecological effects of prehistoric and historic mining on the vegetation and the environmental implications. The example of Kitzbühel (North Tyrol, Austria)	163
Kerstin Kowarik, Hans Reschreiter, Gabriel Wurzer Salz – Bergbau – Wirtschaft: Diskussion wirtschaftsarchäologischer Aspekte am Beispiel der prähistorischen Salzbergwerke von Hallstatt.....	173
Doreen Mölders Das Thema Wirtschaft im Diskurs der Oppidaforschung	183
Carlos Martín Hernández Metal trade of the Phoenicians in Huelva.....	193

Zofia Anna Stos-Gale	
The sources and supply of silver for Archaic Greek coinage: A re-evaluation of the lead isotope and chemical data	203
Sophia Nomicos	
A brief survey of the development of silver mining in ancient Laurion.....	221
Paul T. Craddock	
From Egypt to Greece via India: New Insights into Bronze Casting Technology in Antiquity	229
Patrick Könemann	
Roman imports and metal recycling in the Roman Iron Age settlement Kamen-Westick.....	243
Volker Hilberg	
The access to raw materials and its impact on Hedeby's development in the Viking period	253
Stephen Merkel	
Between the Bronze Age and the Middle Ages: New Investigations of Slag from Panjhir, Afghanistan.....	271
Martin Straßburger	
Development of specific mining technological aspects from the Early to the Late Middle Ages	285
Lena Asrih	
Innovations in medieval mining laws	303
Contributors	307
Programs of the RITaK Conferences.....	309

Thomas Stöllner

Preface

Today, raw materials have become a major factor of global importance and play a significant role in international policy. The raw material markets of today are indisputably a driving force of the world's economy, but this has a long development. Acquisition and supply of raw materials dominate the agenda of modern states, confederations and coalitions. We constantly encounter the effects in our everyday-life, and we cannot escape the products of the modern raw material economy as well as the ongoing cycle of production and consumption. This situation has its negative but also positive consequences for us.

Discussions on the restricted access to rare resources is not only an issue of academic circles and the feuilletons of newspapers, they have become common in all parts of modern societies. The production of crude oil must end one day and we daily observe the growing demand for noble metals, rare earth elements or building materials. The world market and its volatile trading conditions and price fluctuations led to enormous price increases that has its consequences for our natural and cultural heritage. The destruction of the oldest gold mine of humankind, discovered in Georgia in the mountains of the Lesser Caucasus, is one of the sad results of such a sharp rise in price, or "*hausse*", and the financial voracity of the owners and shareholders.

Now mining exploitation is able to manage and work at larger depths and in more difficult deposits than ever before. At Chucquicamata, one of the largest copper mines in the world, the craterlike opencast has been expanded to 4.3 kilometers in length and a depth of more than 1000 meters. With the help of modern techniques, humans are able to exploit the poorest of ores and deposits in a profitable way.

When considering the history of raw-material exploitation through historical and archaeological perspectives, it can be described also as a development of better extraction methods and the usage of ever decreasing grades of ores and raw material sources. What is exploited nowadays was not profitable more than 100 years ago! During antiquity and prehistoric times, humans only used the best and richest parts of deposits, especially when considering metal ores. Such comparisons allow us to recognize the history of raw material exploitation also as a history of an ongoing technical evolution that enabled the usage of remote and more complicated as well as new kinds of raw materials.

Yet, it would be one-sided to describe such a development *simply* as a continuous technical evolution. Such would resemble the thinking of the 18th and 19th

century, when Christian Jürgensen Thomsen (1788–1865) divided the early history of humankind into the ages of Stone, Bronze and Iron. Ideas such as these have imprinted our concepts, and still today we search for such material determinants within the discussions on early societies and cultural conditions. However, archaeologists have realized for a long time that such an angle of observation is inadequate and restricting: The material culture of ancient civilizations was based in varying degrees on their traditional heritage, which informed the use of materials and raw materials, but this was a complex, manifold and multifocal relationship.

Additionally, there is another aspect that hinders our perspectives in regard of raw materials in ancient societies: It is our own increasing distance to resources, both the regenerative and the non-renewable. This alienation seems to have evolved at a time when people realized the finite nature of many of their resources. We only can awaken our consciousness indirectly either by literary sources or by understanding historically the systems of shortage and surplus of raw materials. On the other hand, we observe a lack of consciousness in concern to the finiteness of resources in traditional societies. In some cases, their interaction with resources seems more integrated and holistic, which reflects a special relation to an animated or spiritually conceptualized nature. Resources are integrated and religiously embedded and thus part of a total system that ties humans with their own living environment. However, such relations are not necessarily harmonious and are not without conflict.

When describing a long-term change in our relation to raw materials, we have to accept that this relationship was complex at all times. There always were changes in exploitation modes, in producing objects and their trading and consumption. The role of societies to such processes has changed likewise and by this change such processes had an impact on cultures and conceptions of human beings. Therefore, it is important to investigate these relationships, and it is self-evident that not only technical aspects have to be discussed. It is an essential part of those questions to observe and consider the economic, cognitive and societal interplays over longer time periods. And this was and is one of the basic impetuses of the Bochum Graduate School "Raw materials, Innovation, Technology of Ancient Cultures" (Rohstoffe, Innovation, Technologie alter Kulturen) (RITaK) that was founded in 2011, after the Leibniz Association has granted three years of program funding in November 2010.

From the beginning onwards the Leibniz Graduate School RITaK has been focused on three essential aspects to be explored and discussed by the single empirical and methodological projects.

1. Technical knowledge was transferred between different societies through communication and interaction and by help of knowledgeable individuals, which induced the adoption of new raw material concepts (from production to consumption). Which pattern of implementation and mechanisms can be observed that were linked to the exploitation and exchange such goods and technological innovations?
2. Materials and objects saw various changes in the attribution of specific cultural, societal and economical values over time. Objects and materials can be regarded also as media/mediators of social representations and social constructions that amplified their role beyond a daily and ostentatious practicality. The social aspects and cognition behind the use of materials are to be explored.
3. The economical and societal factors that surround raw materials, such as applicability, efficiency and cultural practicality, that helped technologies and raw materials to be broadly introduced and accepted are to be explored.

The factors that were decisive during periods of change can only be investigated through a broader interdisciplinary framework in which archaeological, archaeometric and historical sources are investigated in unison.

This was one of our general aims of the Leibniz Graduate School RITaK. Eight PhD students as well as several associated colleagues participated in RITaK between June 2011 and the autumn of 2014. They came from various disciplines of the humanities and natural sciences. Most of them came as archaeologists, some as scientists and some as historians. All of the students were trained with the expertise of members of the graduate school and were therefore confronted with several other fields and points of view. In several case studies, our PhD candidates investigated innovation processes, raw material production, trade and markets in a broad period that spanned from the Neolithic to the Medieval and stretched from Central and Western Asia to Northern and Western Europe.

Seventeen partners from nine institutions encouraged our PhD-candidates to progress with their studies and thus greatly supported the Leibniz Graduate School RITaK. This is gratefully remembered especially in respect of the colleagues who accompanied the project as Advisory Board. Prof. Em. Dr. Barbara Ottaway, Exeter, and Dr. Béatrice Cauuet shall be mentioned especially as they continually provided the students with advice and gave access to their broad knowledge. Other colleagues joined meetings and discussions, helping to identify theoretical and logical inconsistencies and to synthesize

some of the most probing question. Many of these colleagues took part in our annual Milestone-meetings and contributed with their experience.

The PhD group, but also the external and internal partners, have collaborated in an excellent way: There was always a good mood and a favoring atmosphere between the candidates – neither contention nor jealousy. They worked eagerly together and supported each other in the frame of profession but also in their personal relations. In the meanwhile, nearly all of the PhD-studies that have been begun in 2011 are finalized. The publication of the studies as monographies shall appear in the form of a RITaK series of *Der Anschnitt Beiheft*.

The Leibniz Graduate School RITaK found its foundation in a well-established collaboration between the Deutsches Bergbau-Museum Bochum (DBM) and the Ruhr-University Bochum (RUB). The collaboration between both institutions became closer in recent years: It spans from joint university teaching and lecture series to research projects that are carried out mutually and in a collegial atmosphere. In 2017 the foundation of the *House of Archaeologies*, an institute for archaeological research and learning is operated jointly by the RUB and the DBM, can be seen as a sign of the fruitfulness of this collaboration. This institute of research and learning is in immediate proximity to the laboratory and the exhibition buildings of the DBM.

Research, academic teaching and the transmission of research results to the broader public have found a home in the center of Bochum. This step induces the idea of Science-Campus that incorporates the RUB, DBM and the University of Technology Georg Agricola at a location where the academic world now can meet the general public in Bochum. It is an area where the discussion about the history and future of raw materials and their societal appropriations and exchange can be intensified and new concepts found.

It is therefore important to show my appreciation for the financial support that was granted by the Leibniz Association in the frame of their competitive SAW-program in 2010 that enabled the start of this collaborative program. I would like to thank furthermore the DMT-LB e.V. as well as the DBM, its directors Prof. Dr. Rainer Slotta and Prof. Dr. Stefan Brüggerhoff, as well as Rectorate of the RUB, for their constant and technical support.

Here we present the first volume of the RITaK monograph series that gives an overview about scientific contributions that were presented in Bochum during the RITaK project in 2013 and 2014. In 2013 (22th to 23rd of November) several scientists joined to discuss “Perspectives of an Economic Archaeology” in a broad interdisciplinary framework. Arne Windler, at that time one of the PhD-students of the RITaK-project, initiated and stimulated the workshop in Bochum. Michael Roos and I joined his initiative. During two days, we dealt with forms of trade and exchange, with resource-management and with social and economic structures. The basic question was if the “homo oeconomicus”-conception as a dominant notion of

macroeconomics and social studies still could be used as a central model to explain economic behavior.

This workshop originally was planned to be published separately but finally was joined with a second conference held at the end of 2014 in Bochum (27th to 29th of November). It was the final RITaK conference that was organized by the RITaK organizers, Petra Eisenach and Thomas Stöllner together with all PhD students from the Leibniz Graduate School RITaK: The conference followed a general theoretical section at the beginning and was then directed to the various fields the PhD students dealt with in their studies. Several colleagues from various European countries and the USA participated and enriched the discussions with their scientific expertise.

The volume “The RITaK-conferences” resembles some of the fruitful and collaborative work of the RITaK School between 2011 and 2015. I finally want to thank Petra Eisenach for her dedication, motivation and hard work that drove our Graduate School RITaK forward. She was invaluable for the program and always was a communicative partner for all of us. Thank you Petra!

Finally, I am looking forward to the response by the academic community of this volume and the ideas within. This response and impact will be the greatest outcome for us from all those years of mutual collaboration.

Thomas Stöllner

Resources, innovation, technology

Theoretical approaches to abstract concepts and research content

ABSTRACT: *The appropriation of raw materials and their conversion to widely accepted resources was and is an innovation process that is the basis for any further explanation of why a raw material got exploited and traded in the history of mankind. In contrast to natural raw materials, resources are socially produced constructions expressing what people perceive as relevant for their life. Therefore consumption and production are in a special relation to each other: the “charging” of resources with meaning is a complex process that inherits also the information about the innovation that once led to their appropriation and introduction. The evolvement of knowledge is basic as it is tightly connected with human beings and their practice in social and spatial contexts. For archaeologists it is always difficult to reconstruct the gradual process of how knowledge has evolved. To look behind this curtain of evidence requires definitely a theoretical approach to ask the right questions. In this article the reconstruction of techniques and technical development is discussed, one key level of understanding the practices that led to the social construction of raw materials. The evolvement of knowledge and the assertion of a technological concept will be therefore envisaged in tight relation to each other: the article follows this correlation on a broader frame.*

KEYWORDS: RESOURCES, INNOVATION, TECHNOLOGY, MINING ARCHAEOLOGY

Introduction

The appropriation of raw materials and their conversion to widely accepted resources was and is an innovation process that is a basis for any further explanation of why any raw material got exploited and traded in the history of mankind. In contrast to natural raw materials, resources are socially produced constructions expressing what people perceive as relevant for their life, no matter if it is about their physical (food, water) or their social needs (status symbols, religious items)¹. Resources generally have been differentiated into natural, material and culturally constructed immaterial resources (Storberg, 2002, p.469). Therefore consumption and production are in a special relation to each other: the “charging” of resources with meaning is a complex process that also inherits the information about the innovation that once led to their appropriation and introduction (Bourdieu and Waquant, 1992, p.119; Schlee, 2006). The evolvement of knowledge is basic as it is tightly connected with human beings and their practice in social and spatial contexts. For archaeologists it is always difficult to reconstruct the gradual process of how knowledge has evolved as we often only find settled stages of a concept at one time². To look behind this curtain of evidence requires definitely a theoretical approach to ask the right questions. Reconstruction of techniques and technical development is one key level of investigation that humanities have been walking

on since decades with the help of science: The assertion of technological concepts and its implementation to wider cultural and economic spheres is puzzling though. Is it the availability of “resources” such as knowledge and raw materials alone that helped a sustainable and continuous acceptance? The social construction of raw materials, the evolvement of knowledge and the assertion of a technological concept are therefore in tight relation to each other. This relation will be a focal point within this short note.

The enmeshment of consumers and producers

The enmeshment of consumers and producers is the first key-issue to discuss: any societal view on production and consumption spheres of societies has to pursue the question of the technical complexity, its economic scale and the ideological charging of materials. Gold for instance enables us to explain the evolvement of supra-structures and societal control. Often goods of that kind are qualified as markers of an evolved social inequality and a starting dichotomy between producers and consumers (on this special aspect recently Stöllner, 2016).

The difference between seasonal and permanent mining practice can be used as an explanatory model, as the mining practice itself implies information about the necessity of involvement of labour force and specialist



Fig. 1. Expeditions of the New Guinean tribe of the Kimyal led by Delyat Kiroman to a “tabu site” at the volcano Min Muchabya, where only he was allowed to split and win the basaltic rocks for the adze-production (Laschimke, 2013, 199, Fig. 14-15).

skills. Extensive, informal mining still today is following different rules of practice and productivity than industrial, intensive exploitation (Stöllner, 2008, pp.169-172).

Therefore it is of great importance for our debate to understand production practices as societal enmeshment and activity: the appropriation of materials and objects inherits all the practice that producers and consumers had with them (in a broader sense as affordances within human practices: Gibson, 1977). This for instance becomes clear when regarding tribal societies in the Western Pacific and their specific access to the procurement of raw materials such as prestigious stones, salt or obsidian³. It is the societal action that is important and displays a part of the ideological concept that is attributed to the objects: It is important how and as part of which action the raw material had been achieved. Mining experts and leaders are not only those who know about the technical work flow but also about the ritual narratives and necessary action – a second “work flow”, that has to be likewise reconsidered (such as the Yeleme “axe-share the hit man”. Laschimke (2013, p.196) for instance reports of the axe-maker Delyat Kiroman from the Kimyal tribe who was initiated to split the basalt rocks and prepare the right blades (Fig. 1):

“Only me it is allowed to touch the stones. If someone else touches the stones, so the stone flies in pieces, if a sinner tries to prepare adze-blades from them.”

Such a tight ritual interplay between the procurement of materials and the social practice combined with it is hard to evidence by help of archaeological sources: One very interesting example was documented along with the gold

mining and productions areas of the 4th to early 3rd millennium complex of Sakdrisi-Dzedzvebi in SE-Georgia (Stöllner, et al., 2014). It was fascinating to learn that nearly all the production practices were once accompanied by ritual practices such as lay-down rituals posterior of the work-process. But also prior-rituals could be evidenced, although more difficult to identify as their spatial and temporal relation are not unambiguous all the time (Stöllner, 2017).

Relations of this kind may be seen in relation to many early materials and their production-process. Such features provide us also with information about the cultural appropriation of material and its cultural meaning: “Meaning” of all kinds is decisive when discussing access and exchange patterns in a further sense. It is therefore often more appropriate to think about direct access routes for “meaningful” material/objects than about trading patterns in a more modern sense. The example of Alpine Jadeite axes, highlighted in recent years by a broad European network of researchers, can indicate such on broad bases of analyses and technical and typological studies (e.g. Pétrequin, et al., 2012)⁴.

Direct access to raw materials is therefore a very important aspect for the appropriation of raw materials and their conversion into resources. I would therefore argue that direct access exploitation and consumption modes are basic modes (in general Renfrew 1993). They have to be considered different from the trading of commodities (e.g. Stjernquist, 1985). The latter required some kind of dichotomy between producers and consumers and therefore led to a more externalized relation to resources. We could call it alienation similar to the commoditization of I. Kopytoff (Kopytoff, 1988, pp. 66-67): Traded commodities like salt, iron or metals had to be weighed and described as well as proven according to their quali-



Fig. 2. (1) Oman, Al-Aqir, black copper ingot with slag-inclusion (photo: Deutsches Bergbau-Museum Bochum, M. Prange, (2) The Ea-nasir-tablet BM 131236, left: obverse part, right: reverse part (reproduced by courtesy of the Trustees of the British Museum).

ties. So it is clear that the appropriation of raw materials to resources underwent various steps: first the usage and practice with things and substances raised experience and knowledge but later also triggered a desire for the things and substances. This is the moment in which resources were not seen any longer purely as daily goods of practice but also as worthy equivalents – this has to be assumed especially for goods and resources that were not in direct practical uses such as food. Metals, special colourful pigments and sharp stones, especially when practicing with them, acquired values beyond daily consumables – they became commodities stable in worth and value: The change of material practices therefore led to the rise of new “scapes” of acting (scapes in the sense of Appadurai 1996). Such acting of course involves the way of exchange and as such underlies mechanisms of demand and supply. Societal equivalences of worth had to be expressed as a consequence. Social administration evolves for instance along with institutions such as barter-trade (for barter trade in a sociological view: Hildebrandt, 2009). In addition administered trade also opened

the doors for cheating. Well known is the evidence of cheating documented at cuneiform tablets from Sumerian southern Mesopotamia in the early 2nd millennium BC: the complaint of tradesman Nanni in Ur is well known. He wrote and complained to Ea-nasir (British Museum Tablet UET 5 81: Oppenheimer, 1967, pp.82-83) (Fig. 2,2):

I will give Gimil-Sin (when he comes) fine quality copper ingots. You left then but you did not do what you promised me. You put ingots which were not good before my messenger (Sit-Sin) and said: “If you want to take them, take them; if you do not want to take them, go away!”

What do you take me for, that you treat somebody like me with such contempt? I have sent as messengers gentlemen like ourselves to collect the bag with my money (deposited with you) but you have treated me with contempt by sending them back to me empty-handed several times, and that through enemy territory. Is there anyone among the merchants who trade with Telmun who has treated me in this way? You alone treat my messenger with contempt! On account of that one (trifling) mina of silver which I owe(?) you, you feel free to speak in such a way, while I have given to the palace on your behalf 1,080 pounds of copper, and umi-abum has likewise given 1,080 pounds of copper, apart from what we both have had written on a sealed tablet to be kept in the temple of Samas.

How have you treated me for that copper? You have withheld my money bag from me in enemy territory; it is now up to you to restore (my money) to me in full.

Take cognizance that (from now on) I will not accept here any copper from you that is not of fine quality. I shall (from now on) select and take the ingots individually in my own yard, and I shall exercise against you my right of rejection because you have treated me with contempt.”

If we look at Bronze Age ingots from Aqir and Ra'al Hadd, that manifest a false core consisting of copper matte or even slag, we clearly understand these complaints (Prange, 2002, pp.11-12 Abb. 6) (Fig. 2,1); worth equivalences could be cheated whenever their worth allowed to take benefit from such a practice – for whatever reason. But it can be understood also as an expression of alienation of the product from oneself and the own societal nuclear-group.

Understanding the modes of exploitation

Looking on our archaeological record there are many case-studies that indicate a seasonal mode of winning and a non-permanent access to the desired resources⁵ (Fig. 3,1). Seasonal non-permanent production modes

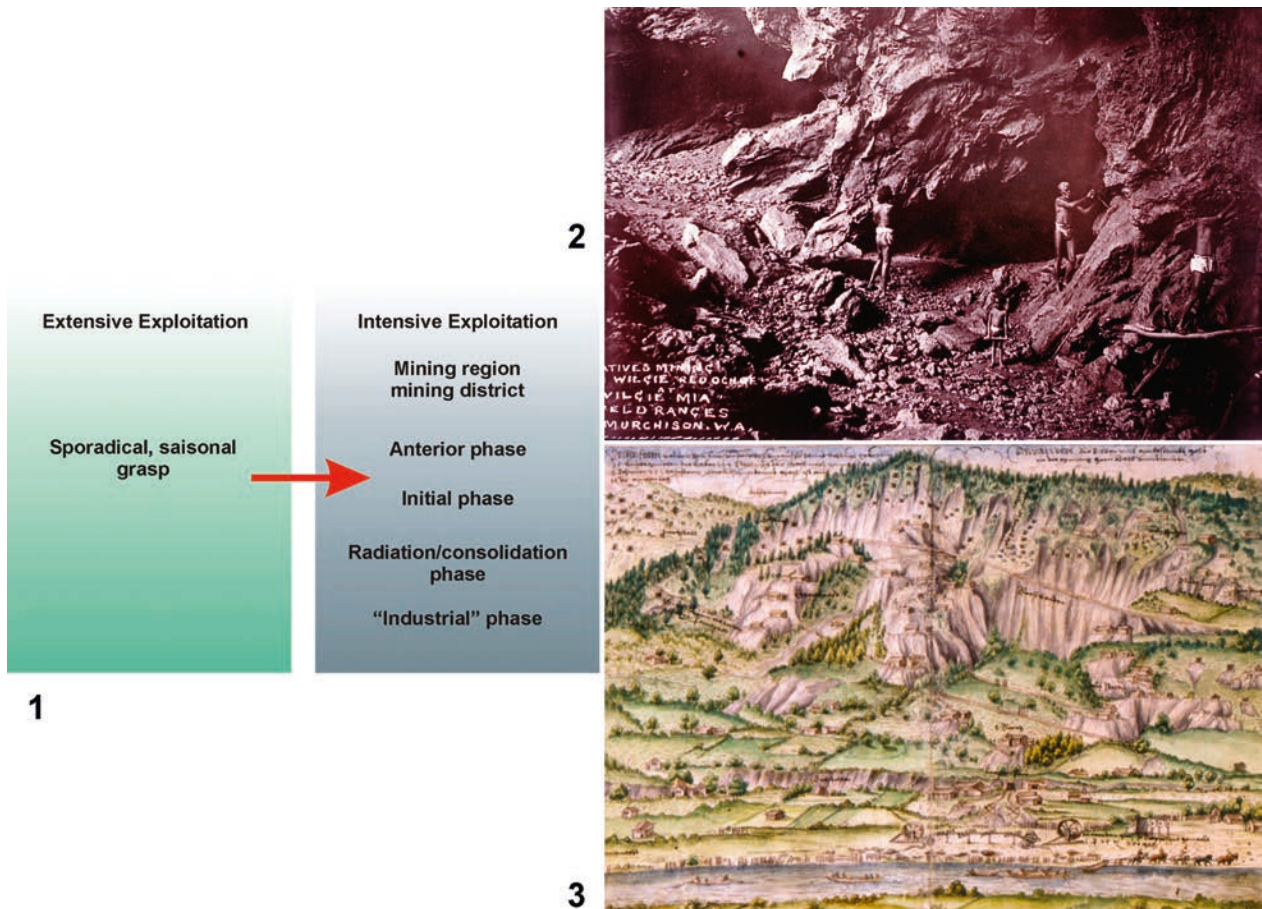


Fig. 3. (1) Production modes and their relation to imprinting processes (intensive exploitation) in mining regions (after Stöllner, 2008b, 77, fig. 5); (2) Wilgie Mia, West Australia, ocre mining of an Aboriginal community, after W.H. Kretchmar (R. Woodburn, Wilgie Mia – an ancient red centre. *Australian Geographic* 31, 1993, 24-25); (3) Schwaz, Falkenstein district as an example for intensive mining exploitation, after C. Bartels, A. Bingener, R. Slotta (eds.), *Das Schwazer Bergbuch*, vol. 1. *Der Bochumer Entwurf von 1554 – Faksimile*. Veröff. Deutsches Bergbau-Museum, 2006, p. 922 Fig.).

generally dominate most of the older prehistoric periods. Small scale, extensive workings, the lack of settlements and infrastructure as well as the near-surface working can be characteristic for this sort of winning-mode (Fig. 3,2). In opposition there are intensively and permanently worked deposits with accompanying settlements and the concentration of most of the productive steps (Fig. 3,3): they develop over a certain time and have by their larger production a higher quantitative impact to the societies involved. The oldest pigment mines at Thasos (Tzines) were already exploited sporadically or within a seasonal mode presumably alongside with the hunt of Saiga antelopes (Weisgerber, et al. 2008). Many of the Neolithic cases in Central Europe can be classified as such, for instance the silex/chert-mining (e.g. Arnhofen recently Roth, 2008; Rind, 2009); but the same is true for many of the Egyptian raw material acquisitions that followed the mode of seasonal expeditions (e.g. Weisgerber, 1991). Bronze Age metal ore mining often provides ample evidence of transitional modes which ranged between semi-permanency and seasonality, something that seems typical for the steppe-mining such as the Bronze Age tin mines in Central Asia (Garner, 2013; for the site of

Sičkonči: Parzinger and Boroffka, 2003)⁶. Single examples of permanent infrastructures in the surroundings of mining enterprises are already known from the late 4th millennium on, but they seem still the exception⁷. During the later 2nd millennium B.C.E. and the Iron Age it seems that the degree of permanency increased, especially in the large area of the Mediterranean and its neighbouring landscapes (e.g. Iron Age Fenan: Levy, et al., 2014; Cyprus: e.g. Given and Knapp, 2003; the Alpine copper mining: Goldenberg, et al., 2012). During the 1st millennium and the Roman Empire permanency seems more the rule (e.g. in general Domergue, 2008). But one should never forget that informal mining practice may still have existed besides the more regulated and permanent ones⁸.

Time and quantity of production are therefore important parameters to not only understand the societal but also the economic impact that an exploitation once had. A large mining field such as in prehistoric chert-flint production can look like a large production but was worked on an informal, non-permanent mode, although over a long time-span of course (e.g. the discussion of Abensberg-Arnhofen in Roth, 2008). To balance these arguments it is necessary to understand technical complexity

and the production-size in various aspects – either as social activity but also as production-system that is enmeshed with landscapes, the quality of the deposits and other factors.

What is most interesting for the discussion raised here is this: It is worth thinking how the mining practice and its socio-economic embedding does interrelate with the consumption and social practice of these products. And how this relation gradually changed from seasonal, small scale production to permanent winning in larger scale, and how this again changed also the social complexity of a society must also be considered. It is of importance for our question when the joint role of consuming and producing was separated and divided: when producers started to work for consumers and their consumption practices such as rituals in burials and sanctuaries.

Innovation and knowledge

Innovation and knowledge are certainly very important terms when describing the change of societies and economies, though there is a wide span of theories about how to explain them, their influences on societal change or to the simple question what and how to explain innovation: Which processes did a new invention help to be established in a societal system? Joseph Schumpeter (1883-1950) (1911, pp.17-23) was one of the first who pinpointed the fact that not the technical invention makes an innovation but the economic application to a successful “production” process⁹. Schumpeter thought solely on the economic sphere and their entrepreneurs, but nowadays innovation research has a far wider perspective (e.g. Sauer and Lang, 1999; Hof and Wengenroth, 2010)¹⁰. Is it the inclusion of a common application to societal practice either in the sense of production or in the sense of any other relational habit that produces meaning and remembrance? However, if we look to the appropriation of raw materials as resources it is clear that once a society has accepted a substance as a resource it has undergone an innovation process¹¹. The societal practice has decided upon its application; but what has directed such societal decisions – this question had puzzled generations of theorists in sociology and economics. Was it only the rational decision about supply and demand according to prices, as it was already summarized on the basis of older writings by Adam Smith in the late 18th century and later by the classical national economists?¹²

In the frame of ancient cultures we often observe striking cases when decisions seem not to be driven by rational decisions only¹³. One could take for instance the introduction of basic materials such as metals. How we may explain the adherence to concepts of form-function and materials when a new material such as metal was introduced? We may discuss this simply as an adherence to a perhaps better, or seemingly better, base material or “technology” but we cannot learn much from such explanations.

The Nobel Prize winner Douglass Cecil North (2005, 87-102) did argue in favor of “path dependencies” of certain processes and did question mark the traditional arguments of a balance or stable equilibrium of economic processes (“homo economicus”)¹⁴. In the centre there is the assumption that developments and their history strongly influence or limit future possibilities and directions of innovation developments and their application. “Path dependencies” may be observed in many aspects of innovations during the history of ancient cultures; and they may be detected even easier if we observed them during a longer period of time. Already Schumpeter was one of the first who did prefer to talk about long-wave-cycles which he understood as a never ending development (Schumpeter 1911, pp. 463-473)¹⁵.

Let us take the question of the invention of metallurgy as a case example: since Gordon Childe’s epochal writings (e.g. Childe, 1928; 1944) we have seen many theories about how metallurgy has been applied to different regions and spheres in the world (recently Roberts et al. 2009). Some have described it as a process of a long-lasting diffusion of ideas, techniques and societal innovation; others stressed autochthonous elements during this development. But it is obviously not only a question of diffusionism or autochthonism, as this is our mental construction¹⁶.

First, it is really hard to decide upon the single processes that led to the application of metallurgical techniques in various regions and cultural settings¹⁷; second, we are only able to understand these processes from a bird’s-eye view in a global perspective (e.g. Roberts, et al., 2009; recently the comment: Pearce, 2015, pp.45-47; Rosenstock, et al., 2016, p.83). What is needed is a perspective that includes further regional arguments such as the societal backgrounds and “path dependencies”. How else we can explain why there was such a long time span between the appropriation of green pigments and native copper to the application of pyrotechnics and the casting of objects suddenly during the early 5th millennium? How do we estimate interesting anomalies of very early tin-bronzes found in metallurgical remnants in Serbia already at the beginning of pyrotechnics there (Radivojević, et al., 2010; Radivojević, et al., 2013)? Were they inventions that of course led to no consequences as to an innovation stream?

However, let us look to “path dependencies” either in a historical perspective but also in a geographical sense: In a historical sense it would mean that societies and people followed social interrelations and perspectives over a certain time-span. While social institutions may have changed more rapidly, the perspective to foreignness enhances practices of cultural memory: It is the vision of consumers to lands of wealth and wellbeing, to lands full of raw material and sources. Such visions were encountered with lands like Punt in the Egyptian tradition (e.g. Fattovich, 1999; Meeks, 2003), the Biblical Tarshish (2. book of Chronicle, 21; 1st book of kings 10,22; Jeremia 10,9; Jesaja 60,9)¹⁸ and the kingdom of Alashya within the

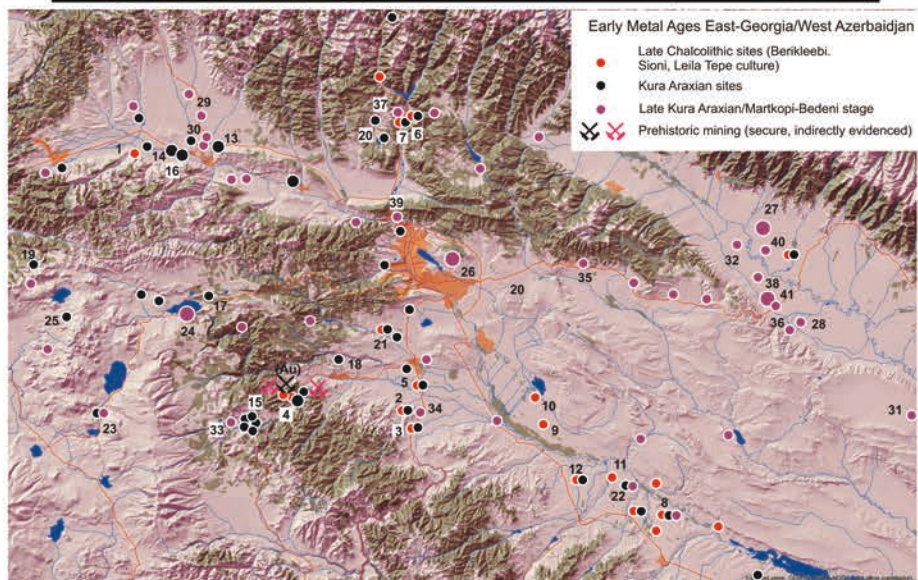
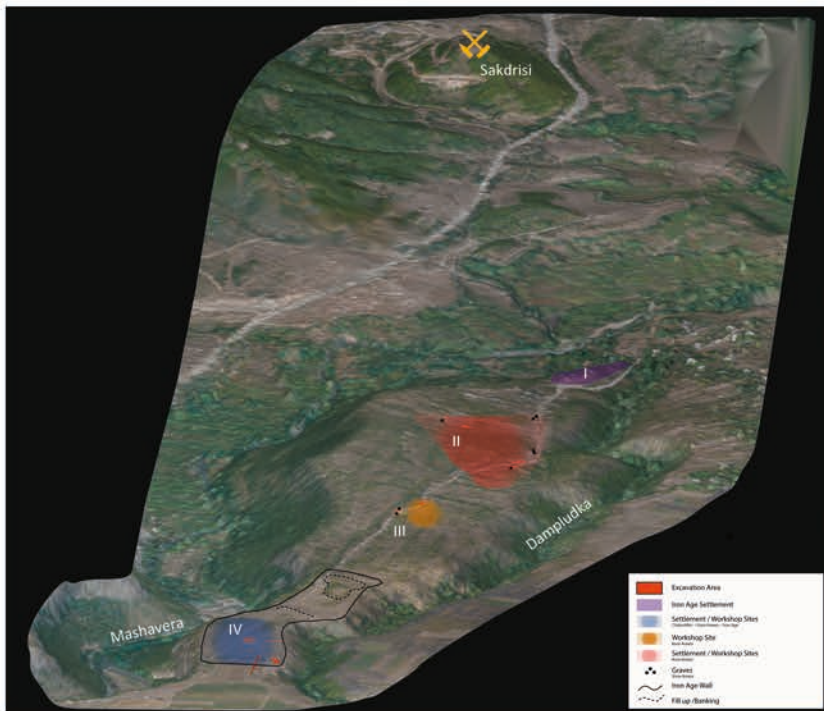


Fig. 4. (1) Simplified chaîne opératoire of the Early Bronze Age gold winning in south-east Georgia, after Stöllner, et al., 2014 (graphics/photos: Th. Stöllner, K. Stange, Deutsches Bergbau-Museum Bochum); (2) The plateau of Balitchi-Dzedzvebi and their Kura-Araxes-settlements, workshops and graves in relation to the gold mining site at the Kachagiani hillock/Sakdrisi (graphics: F. Klein, Deutsches Bergbau-Museum Bochum); (3) Archaeological sites of the 4th and 3rd millennium in East Georgia and the Kura Valley in Azerbaijan (after Stöllner, 2016, p. 224 Fig. 10).

Antiquity¹⁹. This also includes a geographical vision, as these lands are remote and distant: The East Iranian land of Aratta is a good example, as it was in memory of Sumerian and Elamite kings and elites as a vision from where materials had to be acquired (Madjidzadeh, 1976, pp.105-113; Hansman, 1978; see recently Potts, 2004): To build up tight social relations to their kings and elites was one important practice to establish this flow of materials and most likely also of knowledge along certain routes. But we learn such routes are manifold: they are paths both of social and of spatial practice, more like mental maps that may not be realistic²⁰. In the visions of the Elamite king Enmerkar he was advised by the goddess Inanna to send a messenger via the mountains and further on to Aratta (Kramer, 1952): It is a vision of a way that is described rather than a detailed description of the track the messenger had to follow. I mean it is cultural memory that obviously was inherited over generations that told people where (far away!) and how to acquire raw materials and goods. The same is perhaps true also for pathways of innovations in acquiring goods, ideas and knowledgeable persons: It is often a social construction that binds certain experiences to groups and their geographical setting: we ourselves know this quite well if we talk about the *French savoir vivre* and the *German punctuality*. It meets our cultural expectations no matter if they are correct or not. The point I want to make is that these "cultural path dependencies" direct the way in which people and goods and the ideas inherited to them travelled. Transfer walks on the pathways of cultural memory, one could argue.

It is easy to find examples if we follow the appropriation of raw materials over time and space: So let us take the gold mining at the central Mashavera-valley (Bolnisi zone) in Georgia, an example we are dealing with in a longer lasting project (e.g. Stöllner, et al., 2014). The gold mine that surprisingly is well developed already in the late 4th millennium raises the general question if the highly complex technical and societal structure had been evolved gradually or suddenly (Fig. 4, 1-2). But gold was already a materialized part of late-chalcolithic social innovation before the Sakdrisi mine evolved – and so was metallurgy in that area (Courcier, 2014; Stöllner, 2016, pp.213-214, fig. 4, pp.223-226, fig. 10). These techniques were accompanied by technical innovations already in the late chalcolithic – a flow of ideas has reached the Mashavera-valley, presumably from the Kura-valley and its tributaries, already before the mining in Sakdrisi started to be a large and well-organized enterprise (Fig. 4,3). But even then the regional framework continued to the north-eastern valley to which the Sakdrisi-gold was transported even later: It is a kind of "path-dependency" that did not

only frame the consumption of goods in the valleys northwards but did obviously also include the transfer of knowledge. The recently discovered late chalcolithic crucible and mould fits best, therefore, to a series of metallurgical innovations that resemble metallurgical workshop traditions from the eastern Caucasian and North-West-Iranian background (Gambashidze and Stöllner 2016, pp.106-111; the general connections within the metallurgical knowledge: Helwing, 2012; Ivanova, 2012).

The growth of technical knowledge

But do the spatial and social aspects of so called "path dependencies" explain the third point of our consideration, the growth of technical knowledge? In Sakdrisi it seems that the appropriation to a raw material basically was accompanied by the experience of daily practice: to handle the rock, to understand the grade of gold and to develop techniques to concentrate and smelt it. Such observations we find also in other mining and metallurgical foci. There certainly were preconditions of knowledge already existing but many experiences depended on the trial and errors of the persons and societies involved.

Claude Leroi-Gourhan developed the idea of the chaîne opératoire for any productive practice (Leroi-Gourhan, 1964; 1988). Essentially this means that we study each step of a particular productive process and look for social and cultural influence within each step (e.g. Sellet, 1993; Edmonds, 1990; Schlanger, 1994; Dobres, 1999; Martínón-Torres, 2002). We are used nowadays to the term and sort our observations about techniques according to a rather mechanical concept: I will not comment on that as others have done it with more background on learning and practice²¹.

Let us for instance take the Mitterberg-process in the Eastern Alps: the mining of sulphidic copper ores involves the extraction, the pre-processing (beneficiation and/or roasting), and the smelting of such ores, and finally the fabrication of black copper as a raw product (in general Zschocke and Preuschen, 1932; Eibner, 1982) (Fig. 5). Given a specific level of technical experience, one can propose a several-step process that one may describe within a chaîne opératoire²². This proposed model logically depends upon the complexity of technics and procedural steps being involved to complex production process.

But what is interesting is the different angle with which consumers and producers looked on the complexity of techniques and the question of resources: For the mining person this certainly was different as for the casting metal-worker or even the consumer of an implement made of this metal. The single procedural steps that have

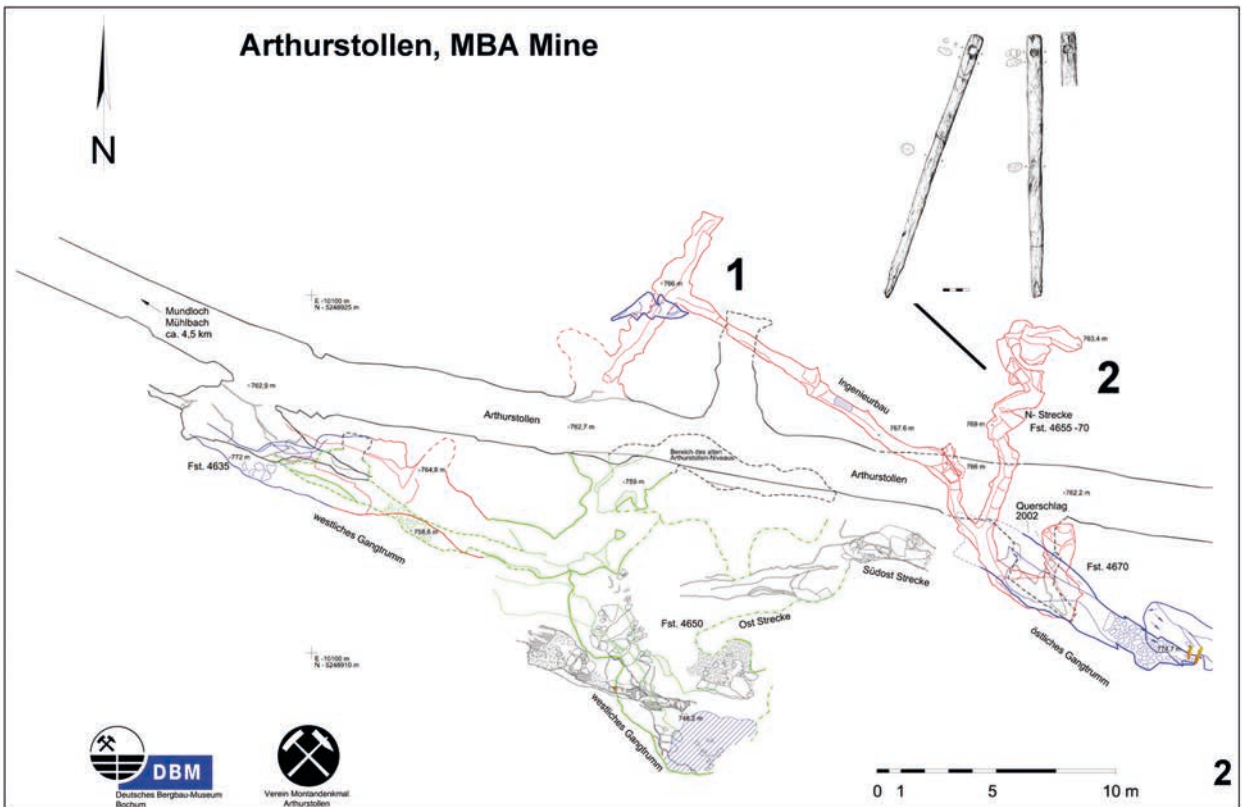
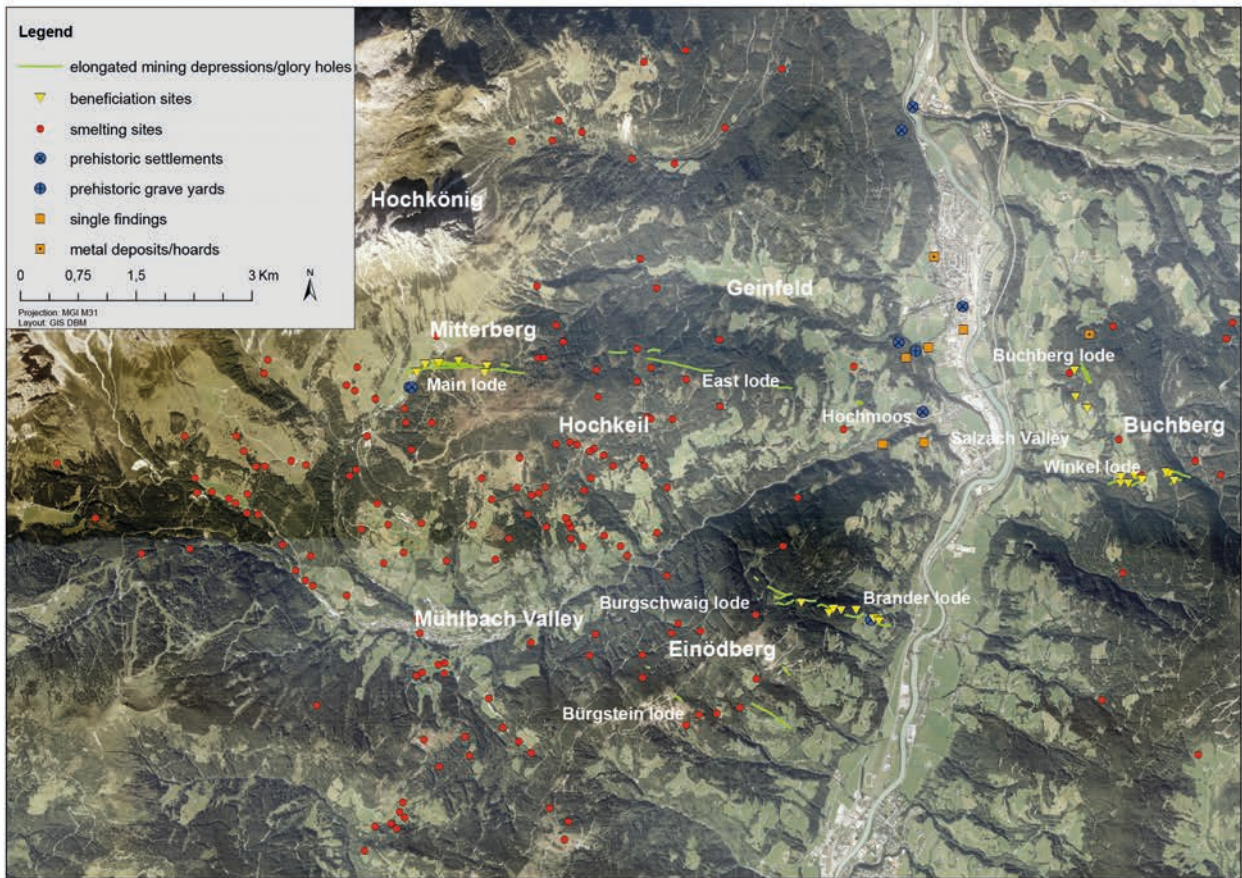


Fig. 5. (1) The “Mitterberg” mining district (the mining field of Mühlbach-Bischofshofen) at the centre of the Salzach-Pongau region as displayed by mining lodes (and their surface depressions), beneficiation and smelting sites as well as settlements, single finds and graves; (2) Arthurstollen-gallery, detail of the base map, 1: Middle-Bronze Age deep mine with interconnecting “engineers” gallery and 2: the compasses found in a small shaft in the North-gallery (map and graphic: Deutsches Bergbau-Museum Bochum/Ruhr-University Bochum, Mitterberg project).

to be learned and practiced were probably not envisaged by all being included. This has consequences, as the growth of knowledge in a single technical environment had to be balanced with others. Joseph Schumpeter (1911) regarded labour-division as a major aspect of the entrepreneurial source of success and income; but regarding a prehistoric mining community, for instance, the value of common knowledge about all the procedural steps is nonetheless most important for the cooperative work task, like in mining regions like the Bronze Age Mitterberg²³ (Fig. 5,1). Such common shared knowledge traditions may have served for all the people of the communities within the mining region as something like a “mental map” that indirectly framed their daily practices (in general Downs and Stea, 1973, pp.8-23).

Nonetheless techniques as part of humans’ life-worlds incorporate many inventions and their application: they provide us information about innovation processes and their appropriation to societies. It is the other side of the coin we have already looked on. Everyday practices in producing and consuming certainly directed the way that innovations turned into wider used techniques and even to externalized technologies. Let us take Bronze Age mining practice as an example: As with any the other techniques the miner also had to solve problems for which he/she had first of all a bundle of practical experiences and knowledge. When extraordinary problems occurred the pressure to change already existing concepts increased dramatically: Such a case we observe in the Bronze Age Arthurstollen, the deepest mine in the 2nd millennium BC world-wide (Fig. 5,2)²⁴. The miners did lose the copper-bearing ores eventually: what they did first was to search for it by driving several small scale galleries; they learned that this was wrong as they were working in the hanging roof that had been slid northwards for some meters by tectonic events. Eventually they understood this when they came deeper and found the tectonic rift. Following that rift in the opposite direction finally was successful: they rediscovered the underlying bed together with the ore-body. But as this did cause anew problems with air-circulation they finally reorganized the mine and reinstalled, by help of surveying techniques, a second air-circulation gallery which was interconnected from both sides (for the surveying techniques: Thomas 2016). This example does show the growth of knowledge of course but also the inclusion of knowledge to the bundle of techniques they could use.

Such as the appropriation of raw materials to resources is a multifaceted process of knowledge-growth, it is also with the growth of technical abilities: Both are innovative processes that are following social requirements and constraints by help of individual or communal satisfaction of curiosity and the wishes to change. Availability of knowledge and the socio-economic usage of helped technical solution even whole technologies to be installed.

In this article I followed the basic question of how the conversion from unspecified raw materials to well-known resources was accompanied by social and technical inno-

vations, the growth of knowledge and the vision of transfer and the cultural memory of it. These are all resources that enabled development and transformation: The relation of all those resources to each other still will raise many more questions and sometimes also answer about the complexity of change and movement of the cultural and social developments of mankind. Although such processes must be discussed certainly on a broader perspective, I fear that it can be understood best by archaeologists particularly on the empirical level of their studies. But it was human beings that set all that into action – it was their curiosity and their entanglement to environments of all kinds that drove this forward²⁵.

Notes

- 1 The discussion of the term “resource” is manifold and used in various disciplines in a different way: in economics and sociology a broad definition is discussed in most cases, for instance within a resource based view, a theory that underlines the competitive abilities of enterprises and companies (e.g. Pfeffer and Salancik, 1978). A definition cannot given here, some definitions allow a broader approach to various concepts: (e.g. Giddens, 1984; Müller-Christ, 2011, pp.167-170; Mohladaschl, 2007; Bourdieu and Waquant, 1992). An Special Research Area (SFB 1070) in Tübingen now tries to outline a comprehensive definition: <https://www.uni-tuebingen.de/forschung/forschungsschwerpunkte/sonderforschungsbereiche/sfb-1070.html>
- 2 When looking to discussion within the archaeological field the discussion often is bound to material or natural resources, which often leads to pessimistic assessments concerning how complex ideological and immaterial processes shall be described, typical for instance: Urban 2002. I myself regarded the methodological approach for an economic archaeology as functional in a first step in order to describe structural patterns (Stöllner, 2002, p.79), a statement that obviously did not exclude further interpretative levels; today the approach had been widened particularly as archaeology itself had been forged links to other disciplines on a higher degree; for mining resources for instance Stöllner 2015.
- 3 Burton, 1984; Harrer, 1976; Laschmike, 2013; Pétrequin and Pétrequin, 1993; 2012.
- 4 The Spondylus-exchange between the Aegean and the Danubian regions of Central and East-Europe recently discussed by Windler (2015) esp. pp. 95-102; 229-231.
- 5 Often we lack a thorough study of such mining exploitation modes, in principle defined and discussed by Stöllner (2003, esp. pp. 432-433; 2008b, esp. pp.68-70.
- 6 The dwelling modes of the mining population obviously was dependent of various aspects, such as the subsistence and herding strategies of the rather small scaled populations: While the climatic conditions of arid zones of the southern part of Central Asia forced the herding population to follow water and better grazing conditions in summer (what indicates a higher mobility), the case seems different in the temperate north where grazing and herding was carried out around the settlements that were used in a more permanent way. The 2nd millennium tin mining complex of Askaraly II provided a good example for such living conditions: Stöllner, et al., 2011. In the meantime it became clear that the settlement of Mastau Baj was reused also in younger chronological phases (Naumann, 2016), which at least allows arguing for some stability in using a favourable dwelling ground (access to water; protection by a hill-ridge against the weather gear etc.).

- 7 One of the oldest examples is known from the gold mining enterprises near Sakdrisi in Southern Georgia: e.g. Stöllner, et al., 2014, but they got more frequent during the third millennium, as for instance evidenced by the settlement of La Chapitelle-du-Broum in the area of Cabrières in South France: Ambert, et al., 2005; Ambert, et al., 2014, esp. pp.61-63; but there is also no doubt that mining districts like the Silex mining of Spiennes produced permanency in social practice during the exploitation and manufacturing processes over a longer time periods that led to a general appropriation of the area by various communities of the surrounding: e.g. Collet, et al., 2006.
- 8 The evidence for non-permanent mining activities during that time is more difficult to achieve. So one can take the Roman mining evidence in Cabrières as example: The small scale Roman mining evidence resembles most likely a non-permanent sporadical after-mining grasp to the deposit: e.g. Ambert, 1995.
- 9 Schumpeter (1911) did not use the term innovation but of technical improvement ("Neuerung") and discussed the importance of the social value system (ibid., 85-86). See also the recent review: Croitoru, 2012.
- 10 Childe (1944, pp.7-24) already used the term innovation to explain the technical change; Innovation and technology were topics of the DAI research clusters between 2006 and 2016, for the specifically archaeological concept see: <https://www.dainst.org/forschung/netzwerke/forschungscluster/cluster-2/konzept>.
- 11 Discussed in principle by C.v.Rüden and Th. Stöllner in: Stöllner, 2015, pp.63-66.
- 12 Smith, 1776 (1981), pp.616-617; exchange market theory: Ricardo, 1821; on the discussion and critics: Schumpeter, 1965/2009, pp.240-242; Rothbart, 1995, pp.448-457.
- 13 This is a point that especially is in the centre of the critics of Rothbart, 1995, pp.448-457.
- 14 The „homo oeconomicus“ is the model of the classical-neoliberal economic theory: It is based on an ideal human being, whose economic decisions are basically rational and are driven to maximize the economic welfare; this basic model recently came into serious criticism: e.g. Rost, 2008
- 15 The observations and discussion of Schumpeter were used a great deal within long-wave theories for instance: Kondratiev, 1984.
- 16 Juxtaposition recently has been promoted by Rosenstock, et al., 2016. See also for a new diffusionism: Pearce, 2015, pp.46-47.
- 17 This was one basic argument of Renfrew (1969); recently supported under a Serbian perspective by Radivojevic (et al., 2010).
- 18 Connection to the realm of "Tartessos" and the Southwest Spain: Koch, 1984; Alvar-Ezquerro, 2000.
- 19 There is only little doubt not to identify the kingdom of Alashya with Cyprus, the island of copper in which case the main product of island became synonymous for the name of the Island itself. In discussion of the Amarna-correspondence: Knudtzon, 1915; Artzky, et al., 1976; Knapp, 1996, pp. 16-60.
- 20 Such arguments are highlighted by D. Potts (2004) in regard of the many arguments to localize the land of Aratta.
- 21 The question of implicit learning and practices can be regarded as most relevant for this discussion, as recently shown in various investigations: Marchand, 2007; Von Rüden, 2015, pp.35-50 esp. pp.36-37.
- 22 In recent years comprehensive studies have been carried out about the Mitterberg Mining region within the Special Research Area HiMAT coordinated at the University of Innsbruck (Goldenberg, et al., 2012); the research also involved studies about the mining, the beneficiation and the smelting processes as well: a current overview about our teams work:

Stöllner in press (esp. chapter 6: The Mitterberg process).

- 23 There is no indication for a harsh social hierarchy that controlled the work steps within the mining region, see for this discussion e.g. Stöllner, in press (chapter 7.4). For other aspects see also Stöllner, et al., 2016.
- 24 Stöllner et al. 2009; in general an overview with a commend on the most recent results: Stöllner, in press (chapter 4.2 and chapter 6.2).
- 25 The Entanglement of human beings and things has been recently discussed by archaeologists controversially: Hodder, 2012; Pollock, et al., 2014.

Bibliography

- Aderhold, J. and René, J. eds., 2005. *Innovation-Sozialwissenschaftliche Perspektiven*. Konstanz: UVK.
- Alvar Ezquerro, J., 2000. Fuentes literarias sobre Tartessos. In: C. Aranegui Gasco, ed. *Argantonio, rey de Tartessos*. Alicante: Museo Arqueológico de Alicante, pp. 37-68.
- Ambert, P., 1995. Les mines préhistoriques de Cabrières (Hérault): Quinze ans de recherches. État de la question. *Bulletin Soc. Préhist. Française*, 92, pp.499-508.
- Ambert, P., Bouquet, L., Guendon, J. L. and Mischka, D., 2005. La Capitelte du Broum (District minier de Cabrières-Péret, Hérault): établissement industriel de l'aurore de la métallurgie française (3100-2400 BC). In: P. Ambert, J. Vaquer, eds. *La première métallurgie en France et dans les pays limitrophes*. Mémoire, 37. Paris: Société Préhistorique Française, pp.83-96.
- Ambert, P., Balestro, F., Laroche, M., Figueroa, V. and Rovira, R., 2014. Technological aspects of the earliest metallurgy in France: 'furnaces' and slags from La Capitelte du Broum (Péret, France). *Historical Metallurgy*, 47(1), pp.60-74.
- Appadurai, A., 1996. *Modernity at Large. Cultural Dimensions of Globalization*, Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Artzky, M., Perlman, I., and Asaro, F., 1976. Alasiya of the Amarna Letters. *Journal of Near Eastern Studies* 35, pp.172-182
- Bourdieu, P. and Waquant, L.J.D., 1992. *An Invitation to Reflexive Sociology*. Chicago: University of Chicago Press.
- Burton, J., 1984. Quarrying in a tribal society. *World Archaeology: Mines and quarries*, 16(2), pp.234-247.
- Childe, V.G., 1928. *The Most Ancient East: the Oriental Prelude to European Prehistory*. London, Kegan Paul, Trench, Trubner.
- Childe, V.G., 1944. Archaeological Ages as Technological Stages. *Journal Royal Anthropol. Institute of Great Britain and Ireland*, 74, No. 1/2, pp.7-24.
- Collet, H., Hubert F., Robert, C. and Joris, J.-P., 2006. The flint mines of Petit-Spiennes (province de Hainault): an update. In: G. Körlin, G. Weisgerber, eds. *Stone Age – Mining Age*. VIII. Internat. Flint Symposium 1999. Der Anschnitt, Beiheft 19. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum, pp.67-72.
- Courcier, A., 2014. Ancient metallurgy in the Caucasus from the sixth to the third millennium BCE. in: B. W. Roberts, C. P. Thornton, eds. *Archaeometallurgy in Global Perspective. Methods and Syntheses*. New York: Springer, pp.579–664.
- Croitoru, A., 2012. Schumpeter, J.A., 1934 (2008), The Theory of Economic Development: An Inquiry into Profits, Capital,

- Credit, Interest and the Business Cycle, translated from the German by Redvers Opie, New Brunswick (U.S.A) and London (U.K.): Transaction Publishers. A review to a book that is 100 years old. *Journal of Comparative Research in Anthropology and Sociology*, 3(2), pp.137-148.
- Dobres, M.-A., 1999. Technology's Links and Châines. The Processual Unfolding of Technique and Technician. In: M.-A. Dobres, C.R. Hoffman, eds. *The Social Dynamics of Technology: Practice, Politics and World Views*. Washington: Smithsonian Institute Press, pp.124-146.
- Domergue, C., 2008. *Les Mines Antiques. La production des métaux aus époques grecques et romaine*. Paris: Picard.
- Downs, R.M. and Stea, D. eds., 1973. *Image and Environment: Cognitive Mapping and Spatial Behavior*. Aldine Press, Chicago.
- Edmonds, M., 1990. Description, Understanding and the Chaîne Opératoire. Technology and the Humanities. *Archaeological Review from Cambridge*, 9(1), pp.55-70.
- Eibner, C., 1982. Kupfererzbergbau in Österreichs Alpen. In: B. Hänsel ed. *Südosteuropa zwischen 1600 und 1000 v. Chr., Prähistorische Archäologie in Südosteuropa 1*. Berlin, pp.399-408
- Fattovich, R., 1999. Punt. In: Kathryn A. Bard, ed. *Encyclopedia of the Archaeology of Ancient Egypt*. Routledge: London, pp.636-637.
- Gambashidze, I. and Stöllner, Th., 2016. *The Gold of Sakdrisi. Man's first gold mining enterprise*. Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum 211, Rahden/Westf.: Verlag Marie Leidorf.
- Garner, J., 2013. *Das Zinn der Bronzezeit in Mittelasien II. Die montanarchäologischen Forschungen der Zinnlagerstätten*. Archäologie in Iran und Turan 12 (= Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum 194). Mainz: Philipp von Zabern
- Given, M. and Knapp, A.B., 2003. The Sydney Cyprus Survey Project. Social Approaches to Regional Archaeological Survey. *Monumenta Archaeologica*, 21. Los Angeles: Cotsen Institute of Archaeology, University of California.
- Gibson, J.J., 1977. The Theory of Affordances. In: R. Shaw, J. Bransford, eds. *Perceiving, Acting, and Knowing: Toward an Ecological Psychology*, Hillsdale. New York: Lawrence Erlbaum, pp.67-82.
- Giddens, A., 1984. *The Constitution of Society: Outline of the Theory of Structuration*. Cambridge: Polity Press.
- Goldenberg, G., Töchterle, U., Oeggel, K. and Krenn-Leeb, A. eds., 2012. *Forschungsprogramm HiMAT. Neues zur Bergbaugeschichte der Ostalpen*. Archäologie Österreichs Spezial, 4, Wien: Österreichische Gesellschaft für Ur- u. Frühgeschichte.
- Hansman, J., 1978. The Question of Aratta. *Journal of Near Eastern Studies*, 37, pp.331-336.
- Harrer, H., 1976. *Ich komme aus der Steinzeit*. Innsbruck: Pinguin-Verlag.
- Helwing, B., 2012. Late Chalcolithic craft traditions at the north-eastern 'periphery'. *Origini*, 35, pp.201-220.
- Hillebrandt, F., 2009. *Praktiken des Tauschens. Zur Soziologie symbolischer Formen der Reziprozität*, Wiesbaden: VS Verlag.
- Hodder, I., 2012. *Entangled: An Archaeology of the Relationships between Humans and Things*. Oxford: Wiley-Blackwell.
- Hof, H. and Wengenroth, U. eds., 2010. *Innovationsforschung Ansätze, Methoden, Grenzen und Perspektiven*. Reihe: Innovationsforschung. Berlin: LIT Verlag.
- Ivanova, M., 2012. Kaukasus und Orient. Die Entstehung des 'Maikop-Phänomens' im 4. Jahrtausend v. Chr. *Prähistorische Zeitschrift*, 87, pp.1-28.
- Knudtzon, J.A., 1915. *Die El Amarna-Tafeln*, Leipzig.
- Koch, M., 1984. *Tarschisch und Hispanien*. Madrider Forschungen 1414, Mainz: Philipp von Zabern.
- Kopytoff, I., 1988. The cultural biography of things: commoditization as process. In: A. Appadurai, ed. *The social life of things. Commodities in cultural perspective*. Cambridge University Press, 64-91.
- Kramer, S.N., 1952. *Enmerkar and the Lord of Aratta: A Sumerian Epic Tale of Iraq and Iran*. Philadelphia: University Museum.
- Laschimke, R., 2013. Steinbeile im zentralen Bergland von Irian Jaya. In: *Experimentelle Archäologie in Europa 12*. Bilanz 2013. Unteruhldingen, pp. 192-200.
- Levy, T. E., Najjar, M. and Ben-Yosef, E., 2014. *New Insights into the Iron Age Archaeology of Edom, Southern Jordan*. Surveys, Excavations and research from the University of California, San Diego – Department of Antiquities of Jordan. Edom Lowlands Regional Archaeology.
- Leroi-Gourhan, A., 1964. *La geste et la parole. Hand und Wort. Die Evolution von Technik, Sprache und Kunst*. Frankfurt: Suhrkamp, 1988.
- Majidzadeh, Y., 1976. The Land of Aratta. *Journal of Near Eastern Studies*, 35(2), pp.105-113.
- Marchand, T.H.J., 2007. Crafting Knowledge: The Role of "Parsing and Production" in the Communication of Skill-Based Knowledge among Masons. In: M. Harris, ed. *Ways of Knowing. Anthropological Approaches to Crafting Experience and Knowledge*. New York, Oxford: Berghahn, pp.181-202.
- Martinón-Torres, M., 2002. Chaîne opératoire: The concept and its applications within the study of technology. *Gallaecia*, 21, pp. 29-43.
- Meeks, D., 2003. Locating Punt. In: D. O'Connor, S. Quirke, eds. *Mysterious Lands. Encounters with ancient Egypt*, 5. London: University College London Press, pp.53-80.
- Mohldaschl, M. ed., 2007. *Immaterielle Ressourcen. Nachhaltigkeit von Unternehmensführung und Arbeit I*. München/Mering.
- Müller-Christ, G., 2011. *Sustainable Management. Coping with the Dilemmas of Resource-Oriented Management*, Heidelberg: Springer.
- Naumann, L., 2016. *Die Keramik von Mastau Baj (Ostkasachstan). Typologie, chaîne opératoire und ethnische Interpretations-(un-)möglichkeiten bronzezeitlicher Keramikfunde*. Masterarbeit Bochum.
- Niemann, S., 2006. Kontext und Relativität von „Ressourcen“. In D. Hummel, C. Hertler, C. Janowicz, A.Lux, S. Niemann (Hrsg.), *Ressourcen und Bevölkerungsdynamiken—Ausgewählte Konzepte und sozialökologische Perspektiven*. Demons Working Papers, 6. Institut für sozial-ökologische Forschung. Frankfurt, pp. 7-19. [online]. Available at: <http://www.demons-project.de/material/demons_wp6.pdf>.
- North, D.C., 2005. *Understanding the Process of Economic Change*. Princeton: Princeton University Press.

- Oppenheimer, A. L., 1967. *Letters from Mesopotamia. Official, Business, and Private Letters on Clay Tablets on Two Millennia*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Parzinger, H., Boroffka, N., 2003. Das Zinn der Bronzezeit in Mittelasien I. Die siedlungsarchäologischen Forschungen im Umfeld der Zinnlagerstätten. *Archäologie in Iran und Turan* 5, Mainz: Philipp von Zabern.
- Pearce, M., 2015. The spread of early copper mining and metallurgy in Europe: an assessment of the diffusionist model. A key note lecture. In: A. Hauptmann, D. Modarressi-Tehrani, eds. *Archaeometallurgy in Europe III*. Proceedings of the 3rd International Conference Deutsches Bergbau-Museum Bochum 2011. Der Anschnitt, Beiheft 27. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum, pp.45-54.
- Pétrequin, P. and Pétrequin, A.-M., 1993. *Écologie d'un outil: la hache de Pierre en Irian Jaya (Indonésie)*. Centre de Recherches Archéologiques, 12. Paris: CNRS.
- Pétrequin, P. and Pétrequin, A.-M., 2012. Les modèles ethnoarchéologiques de Nouvelle-Guinée. In: Pétrequin et al. 2012, pp.27-47.
- Pétrequin, P. Cassen, S., Errera, M., Klassen, L., Sheridan A. and Pétrequin, A.-M., 2012. *Jade. Grandes haches alpines du Néolithique européen*. Cahiers de la MSHE Ledoux, n° 17. Dynamiques territoriales 6. Dijon: Presses Universitaires de Franche-Comté 1.
- Pfeffer, J. and Salancik, G.R., 1978. *The external control of organizations: a resource dependence perspective*. New York: Harper & Row.
- Pollock, S., Bernbeck, R., Jauß, C., Greger, J., von Rüden, C. and Schreiber, S., 2014. *Entangled Discussions: Talking with Ian Hodder About His Book Entangled*, Berlin, 14. December 2013. *Forum Kritische Archäologie*, 3, pp.151-161.
- Potts, D.T., 2004. Exit Aratta: Southeastern Iran and the Land of Marhashi. *Nāme-ye Irān-e Bāstān*, 4(1), pp. 1-11.
- Prange, M., 2002. 5000 Jahre Kupfer im Oman. *Metalla*, 8 (1/2), pp.1-126.
- Radivojević, M., Rehren, Th., Pernicka, E., Šljivar, D., Brauns, M. and Borić, D., 2010. On the origins of extractive metallurgy: New evidence from Europe. *Journal of Archaeological Science*, 37, pp. 2775-2787.
- Radivojević, M., Rehren, Th., Kuzmanović-Cvetković, J., Jovanović, M. and Northover, P., 2013. Tainted ores and the rise of tin bronzes in Eurasia, c. 6500 years ago. *Antiquity*, 87, pp.1030-1045.
- Renfrew, C., 1969. The autonomy of the South-East European Copper Age. *Proceedings of the Prehistoric Society*, 35, pp.12-47.
- Renfrew, C., 1993. Trade Beyond the Material. In: C. Scarre and F. Healy, eds. *Trade and exchange in prehistoric Europe*. Proceedings of a conference held at the University of Bristol, April 1992. Oxbow monograph, 33. Oxford: Bloomington, pp.5-16.
- Ricardo, D., 1821. *On the principles of political economy and taxation*. 3rd ed. London.
- Rind, M., 2009. Zum Stand der Ausgrabungen in Deutschlands größtem Hornsteinbergwerk. In: *Zwischen Münchshöfen und Windberg – Gedenkschrift für Karl Böhm*. Rahden/Westf.: Marie Leidorf, pp.21-26.
- Roberts, B., Thornton, C. and Pigott, V., 2009. Developments of metallurgy in Eurasia. *Antiquity*, 83, pp.1012-1022.
- Rosenstock E., Scharl, S. and Schier, W., 2016. Ex oriente lux? Ein Diskussionsbeitrag zur Stellung der frühen Kupfermetallurgie Südosteuropas. In: M. Bartelheim, B. Horeijs, R. Krauss, eds. *Von Baden bis Troia. Ressourcennutzung, Metallurgie und Wissenstransfer*. Eine Jubiläumsschrift für Ernst Pernicka. *Oriental and European Archaeology Volume* 3. Rahden/Westf. Marie Leidorf, pp.59-122.
- Rost, N., 2008. Der Homo Oeconomicus – Eine Fiktion der Standardökonomie. *Zeitschrift für Sozialökonomie*, 45(158-159), pp.50-57.
- Roth, G., 2008. *Geben und Nehmen. Eine wirtschaftshistorische Studie zum neolithischen Hornsteinbergbau von Abensberg-Arnshofen, Kr. Kelheim (Niederbayern)*. Phil. Diss. Köln.
- Rothbart, M., 1995. *Economic Thought Before Adam Smith. An Austrian Perspective on the History of Economic Thought*, Auburn/Alabama: Ludwig von Mises Institute.
- Sauer, D. and Lang, C. eds., 1999. *Paradoxien der Innovation. Perspektiven sozialwissenschaftlicher Innovationsforschung*. Frankfurt/New York: Campus Verlag.
- Schlanger, N., 1994. Mindful technology: unleashing the chaîne opératoire for an archaeology of mind. In: C. Renfrew, E.B.W. Zubrow, eds. *The ancient mind. Elements of cognitive archaeology*. New Directions in Archaeology. Cambridge: Cambridge University Press, pp.143-151.
- Schlee, G., 2006. *Wie Feindbilder entstehen. Eine Theorie religiöser und ethnischer Konflikte*. München: C.H. Beck.
- Schoop, U., 1995. Die Geburt des Hephaistos. Technologie und Kulturgeschichte neolithischer Metallverwendung im Vorderen Orient, *Internationale Archäologie*, 24. Espelkamp.
- Schumpeter, J., 1911. *Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung: eine Untersuchung über Unternehmergewinn, Kapital, Kredit, Zins und den Konjunkturzyklus*. Leipzig: Duncker and Humblot.
- Schumpeter, J., 2007. *Geschichte der ökonomischen Analyse*. 2nd ed. Göttingen: Vandenhoeck and Ruprecht.
- Sellet, F., 1993. Chaîne opératoire. The concepts and its applications. *Lithic Technology*, 18(1-2), pp.106-112.
- Smith, A., 1776/1981. *An inquiry into the nature and causes of the wealth of nations*. Indianapolis 1981.
- Stjernquist, B., 1985. Methodische Überlegungen zum Nachweis von Handel aufgrund archäologischer Quellen. In: *Untersuchungen zu Handel und Verkehr der vor- und frühgeschichtlichen Zeit* 1. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht, pp.56-88.
- Stöllner, Th., 2002. Der Dürrnberg, sein Salzwesen und das Inn-Salzach-Gebiet als Wirtschaftsraum. In: C. Dobiat, S. Sievers, Th. Stöllner, eds. *Dürrnberg und Manching. Wirtschaftsarchäologie im ostkeltischen Raum*. Koll. zur Vor- u. Frühgeschichte, 7. Bonn: Habelt, pp.77-94.
- Stöllner, Th., 2003. Mining and Economy. A Discussion of Spatial Organisations and Structures of Early Raw Material Exploitation. In: Th. Stöllner, G. Körlin, G. Steffens, J. Cierny eds. *Man and Mining. Studies in honour of Gerd Weisgerber*. Der Anschnitt, Beiheft 16. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum, pp.415-446.
- Stöllner, Th., 2008a. Montan-Archaeology and Research on Old Mining: Just a Contribution to Economic History. In: Ü. Yalçın, ed. *Anatolian Metal IV*. Der Anschnitt, Beiheft 21. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum, pp.149-178.
- Stöllner, Th., 2008b. Mining Landscapes in Early Societies – Imprinting Processes in Pre- and Protohistoric Economies?

- In: C. Bartels, C. Küpper-Eichas, eds. *Cultural Heritage and Landscapes in Europe. Landschaften: Kulturelles Erbe in Europa. Proc. Internat. Conf. Bochum 2007*. Veröff. Deutsches Bergbau-Museum Bochum 161. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum, pp.65-92.
- Stöllner, Th., 2015. Humans approach to resources: Old World mining between technological innovations, social change and economical structures. A key note lecture. In: A. Hauptmann, D. Modarressi-Tehrani, eds. *Archaeometallurgy in Europe III*. Proceedings of the 3rd International Conference Deutsches Bergbau-Museum Bochum 2011. Der Anschnitt, Beiheft 27. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum, pp.63-82.
- Stöllner, Th., 2016. The Beginnings of Social Inequality: Consumer and Producer Perspectives from Transcaucasia in the 4th and the 3rd Millennia BC. In: M. Bartelheim, B. Horeijs, R. Krauss, ed. *Von Baden bis Troia. Ressourcennutzung, Metallurgie und Wissenstransfer*. Eine Jubiläumsschrift für Ernst Pernicka. *Oriental and European Archaeology*. Volume 3, Rahden/Westf.: Marie Leidorf, pp. 209-234.
- Stöllner, Th., 2017. The ritual interplay: Gold mining practice in the late 4th and early 3rd millennium BC. In collaboration with I. Gambashidze with an appendix of T. Skowronek, A. Courcier and Th. Stöllner. *Festschrift für Claus von Carnap* (in preparation).
- Stöllner, Th., in press. Large scale production of copper: The Mitterberg: A mining landscape – technology and social interaction of copper-production. In: K. Oeggel, ed. *History of Mining in the Tyrol and Adjacent Areas*. De Gruyter.
- Stöllner, T., Cierny, J., Eibner, C., Boenke, N., Herd, R., Maass, A., Röttger, K., Sormaz, T., Steffens G. and Thomas, P., 2009. Der bronzezeitliche Bergbau im Südrevier des Mitterberggebietes - Bericht zu den Forschungen der Jahre 2002 bis 2006. *Archaeologia Austriaca*, 90, pp. 87-137.
- Stöllner, T., Samashev, Z., Berdenov, S., Cierny, J., Doll, M., Garner, J., Gontcharov, A., Gorelik, A., Hauptmann, A., Herd, R., Kusch, G., Merz, V., Riese, T., Sikorski, B. and Zickgraf, B., 2011. Tin from Kazakhstan – Steppe Tin for the West? In: Ü. Yalçın, ed. *Anatolian Metal V*. Der Anschnitt, Beiheft 24. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum, pp.231-251.
- Stöllner, Th., Craddock, B., Gambaschidze, I., Gogotchuri, G., Hauptmann, A., Hornschuch, A., Klein, F., Löffler, I., Mindiashvili, G., Murvanidze, B., Senczek, S., Schaich, M., Steffens, G., Tamasashvili, K., and Timberlake, S., 2014. Gold in the Caucasus: New research on gold extraction in the Kura-Araxes Culture of the 4th millennium BC and early 3rd millennium BC. In: H. Meller, E. Pernicka, R. Risch, eds. *Metalle der Macht*. Tagungen des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle 11. Halle: Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt, Landesmuseum für Vorgeschichte, pp.71-110.
- Stöllner, Th., Rüdén, C.v. Hanning, E., Lutz, J. and Kluge, S., 2016. The Enmeshment of Eastern Alpine Mining Communities in the Bronze Age. From Economic Networks to Communities of Practice. In: G. Körlin, M. Prange, Th. Stöllner, Ü. Yalçın, eds. *From Bright Ores to Shiny Metals*. Festschrift for Andreas Hauptmann on the occasion of 40 Years Research in Archaeometallurgy and Archaeometry. Der Anschnitt, Beiheft 29. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum, pp. 75-107.
- Storberg, J., 2002. The Evolution of Capital Theory. A Critique of a Theory of Social Capital and Implications for HRD. *Human Resource Development Review*, 1(4), pp. 468-499.
- Thomas, P., 2017. *Studien zu den bronzezeitlichen Bergbauhöhlen im Mitterberger Gebiet*. Mitterberg-Forschung 1. Der Anschnitt Beiheft, Bochum (in press).
- Urban, O.H., 2002. Gedanken zu einer Wirtschaftsarchäologie. In: C. Dobiat, S. Sievers, Th. Stöllner, eds. *Dürrnberg und Manching. Wirtschaftsarchäologie im ostkeltischen Raum*. Koll. zur Vor- u. Frühgeschichte, 7. Bonn: Habelt, pp.27-32.
- Von Rüdén, C., 2015. Approaching Ancient Techniques. From Technology to Bodily Learning and Skill. In: W. Gaus, G. Klebinder-Gauss, C. v. Rüdén, eds., *The Transmission of Technical knowledge in the Production of Ancient Mediterranean Pottery*. Proceedings of the International Conference at the Austrian Archaeological Institute at Athens, 23rd-25th November 2012. *ÖAI Sonderschriften* 54, Wien, pp.35-50.
- Weisgerber, G., 1991. Bergbau im alten Ägypten. *Das Altertum*, 37(3), pp. 140-154
- Weisgerber, G., Cierny, J. and Koukoul-Chrysanthaki, C., 2008. Zu paläolithischer Gewinnung roter Farbminerale auf der Insel Thasos. In: Ü. Yalçın, ed. *Anatolian Metal IV*. Der Anschnitt, Beiheft 21. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum, pp.179-190.
- Windler, A., 2015. *Gabe - Markt – Redistribution. Austauschmechanismen prähistorischer Gesellschaften am Beispiel von Spondylusartefakten zwischen 5500 und 5000 v. Chr.* Phil. Diss. Bochum.
- Zschocke, K. and Preuschen E., 1932. *Das urzeitliche Bergbaugebiet von Mühlbach-Bischofshofen*. Wien: Anthropologische Gesellschaft.

Thomas Knopf

Kulturelle Ökonomie: Theoretische Aspekte und archäologisch-ethnographische Beispiele

ABSTRACT: *In archeology, in spite of some recent discussions, a 'rational-economic' or functional view of material goods predominates. In many traditional societies, however, valuable things as well as everyday objects serve the establishment or reproduction of social relationships and become symbols in a religious/magical context. After a discussion of theoretical approaches in economic archeology, this article presents two examples of archaeological objects (grinding stones as well as iron objects) and their economic and cultural interpretation. In a second step, ethnographic case studies on the use of these object categories show the numerous social or religious meanings that go beyond the purely functional character. With this comparative perspective the archaeological findings are not to be interpreted directly, but their potential integration into complex cultural contexts can be demonstrated.*

KEYWORDS: THEORIES OF ECONOMIC ARCHAEOLOGY, COMPARATIVE ARCHAEOLOGY, ETHNOGRAPHIC ANALOGY, GRINDING STONES, IRON OBJECTS

ZUSAMMENFASSUNG: *In der Archäologie überwiegt, trotz einiger neuerer Diskussionen, eine ‚rational-ökonomische‘ bzw. funktionale Betrachtung von materiellen Gütern. In vielen traditionellen Gesellschaften dienen aber sowohl wertvolle Dinge als auch Alltagsgegenstände der Etablierung oder Reproduktion sozialer Beziehungen, zugleich werden sie in religiösem/magischem Kontext zu Symbolen. Nach einer Besprechung theoretischer Ansätze in der Wirtschaftsarchäologie werden in diesem Aufsatz zwei Beispiele archäologischer Objekte (Reib- und Mahlsteine sowie Eisengegenstände) und ihre ökonomische und kulturelle Interpretation vorgestellt. In einem zweiten Schritt zeigen ethnographische Fallstudien zur Verwendung dieser Objektkategorien die zahlreichen sozialen oder religiösen Bedeutungen, die über den rein funktionalen Charakter hinausgehen. Damit sollen die archäologischen Funde nicht unmittelbar gedeutet, sondern ihre potenzielle Einbindung in komplexe kulturelle Kontexte verdeutlicht werden.*

SCHLÜSSELBEGRIFFE: THEORIEN DER WIRTSCHAFTSARCHÄOLOGIE, KOMPARATIVE ARCHÄOLOGIE, ETHNOGRAPHISCHE ANALOGIE, MAHLSTEINE, EISENOBJEKTE

Einleitung

Jegliche Vorgänge, die man im Allgemeinen der Sphäre der Wirtschaft zurechnet, also den Bereichen der Produktion, Distribution und Konsumtion von Gütern, sind auf die eine oder andere Art mit kulturellen Aspekten verknüpft, d. h. sozialen, religiösen oder politischen Ideen und Handlungen. Im Folgenden soll nicht einem rein kulturalistischen Ansatz der Erforschung wirtschaftsarchäologischer Phänomene das Wort geredet werden. Dieser würde prähistorische Ökonomie womöglich ausschließlich auf die Betrachtung qualitativer kultureller Einflüsse reduzieren und Ansätze quantitativer Untersuchungen etwa von Produktionsgrößen u. ä. unterbinden. Dennoch wird der Schwerpunkt – neben generellen Aspekten von Theorie(n) – auf den Einfluss kultureller Parameter bzw. der Verknüpfung kultureller und ökonomischer Faktoren

gelegt, da hier für die Ur- und Frühgeschichte nach wie vor ein Defizit erkennbar ist: so werden etwa Kartierungen von Objekten als Spiegelung scheinbar rationaler, d. h. unter Abwägung des Kosten-Nutzen-Verhältnisses, getroffener Entscheidungen oder Nahrungsproduktion rein unter kalorientechnischen Gesichtspunkten gesehen. Neben den direkt aus den Befunden ablesbaren Aspekten hinaus, spielten im Leben früherer Menschen aber weitaus mehr kulturelle Konnotationen und Verknüpfungen eine Rolle. Sich hiervon eine Vorstellung machen zu können, Analogien parat zu haben oder gar gängige Deutungen zu ergänzen oder zu widerlegen, gehört ebenso zu den Aufgaben der Archäolog(inn)en wie die Kartierung oder eine ad-hoc-Interpretation.

Nach einigen knappen Bemerkungen zum Stand der Theorie in der Wirtschaftsarchäologie, vor allem mit Bezug zur Eisenzeit, sollen zwei Beispiele von Objekten

bzw. Materialgruppen angesprochen werden. Dabei geht es nicht um eine systematische bzw. unmittelbare Verknüpfung des hier angesprochenen prähistorischen Materials mit den in ethnographischen Befunden angetroffenen Kulturspezifika. Vielmehr dient der Blick auf direkt beobachtete Verhältnisse dazu, weitere potenzielle Bedeutungsebenen solcher Objekte zu veranschaulichen und damit den archäologischen bzw. den eigenen Alltagshorizont zu erweitern.

Wirtschaftsarchäologie und Theorie(n)

Soeben hat Tim Kerig (2013) einen umfassenden Überblick über die deutschsprachige Theoriediskussion zum Thema ‚Wirtschaft‘ gegeben. Zudem liegt mit der von ihm und Andreas Zimmermann herausgegebenen Publikation zur *Economic Archaeology* (Kerig and Zimmermann 2013) ein aktueller Sammelband zu verschiedenen Aspekten vor.

Eine Diskussion zu theoretischen Grundlagen einer Wirtschaftsarchäologie findet in der deutschsprachigen Ur- und Frühgeschichtsforschung erst seit kaum mehr als zehn Jahren statt (etwa Zimmermann, 2001; Urban, 2002). Dabei hätte gerade die seit den 50er Jahren geführte, in weiten Teilen bereits ausdiskutierte Formalismus-/Substantivismus-Debatte der Wirtschaftsethnologie (siehe etwa Rössler, 1999; Earle, 2008) bereits viel früher eine wichtige Grundlage für die Deutung prähistorischer Verhältnisse bieten können. Die gegenwärtige Forschung zur Wirtschaftsarchäologie führt einerseits traditionelle Themen und Ansätze der Archäologie fort, indem etwa Funde und ihre Verbreitung als Objekte des Tauschs und Handels antiquarisch analysiert werden. Zweifellos werden solche Untersuchungen auch weiterhin eine wichtige Grundlage der Deutung des wirtschaftsarchäologischen Bereichs der Distribution bilden. Auch Umstände der Produktion von Artefakten (einschließlich etwa auch des Abbaus und der Weiterverarbeitung von Erzen) sind ein traditionelles Arbeitsgebiet (etwa Stöllner 2003; 2008). Neueren Datums sind das Interesse an Effektivität und Gütermengen (Kerig, 2013, S. 145), verbunden mit quantitativen Analysen, etwa computergestützten Berechnungen von Arbeitsleistungen u. ä. Es bleibt abzuwarten, inwiefern neuere Ansätze, die eher den Wirtschaftswissenschaften als der Ethnologie entstammen (Mikroökonomie, Neue Institutionenökonomik) einen entscheidenden Einfluss auf die Archäologie nehmen (ebd., S. 170-173). Unabhängig von ihrem tatsächlichen Nutzen muss in Erwägung gezogen werden, ob sowohl quantitative Untersuchungen als auch die eher den alten formalistischen Konzepten nahestehenden neuen Ansätze nicht zuletzt die quasi-naturwissenschaftlichen Ansprüche der heutigen Archäologie bedienen (siehe Samida und Eggert, 2013). Hier besteht die Gefahr, dass Zahlen und scheinbare Fakten (Mengenangaben u. ä.) historische ‚Sicherheiten‘ vorgaukeln. Dabei liefern sie nur bzw. erst die Grundlage für kulturhistori-

sche Deutungen, die zahlreiche andere Aspekte, etwa sozialer Art, zu berücksichtigen haben.

Es ist sicher auch für die Archäologie angebracht, a priori davon auszugehen dass jegliche ökonomische Produktion als die Produktion von symbolischen Bedeutungen verstanden werden sollte und somit alle ökonomischen Beziehungen als kulturelle Klassifikationen angesehen werden können, wie dies bereits Sahlins (1976) getan hat (Rössler, 2013, S. 38-39). Auch seit den 80er Jahren von Gudeman (1986; 2001) entwickelte Ansätze gehen davon aus, dass wirtschaftliche Vorgänge nur im Rahmen kultureller Vorstellungen von Gemeinschaften und ihrer sozialen Praktiken zu verstehen sind (siehe auch Wilk, 1996). Man wird jedoch für die Archäologie nur im Ausnahmefall die hinter den ökonomischen Praktiken stehenden Metaphern, wie sie Gudeman postuliert hat, finden bzw. ahnen können. Insofern kann dies zwar eine theoretische Grundlage, aber noch kein methodisches Konzept der Rekonstruktion ur- und frühgeschichtlicher wirtschaftlicher Aktivitäten sein.

Die Wirtschaftsarchäologie bewegt sich somit zwischen quasi rationalen, eher formalen Ansätzen und den immer wieder in Funden und Befunden aufscheinenden, aus modern-westlicher Sicht oft eher irrationalen, Erklärungen. Dies wird auch bei Kerig und Zimmermann (2013, S. 323) deutlich, wenn sie der Ansicht sind, dass Wirtschaftsarchäologie auf Aspekte fokussiere, die mit Zahlen ausgedrückt werden könnten. Zugleich haben beide Autoren (ebd., S. 327) die Einbindung der Ökonomie in das „kulturelle System“ betont. Eine spezifische Ökonomie sei jeweils in soziale Beziehungen und andere „Subsysteme“ eingebettet (ebd.). ‚Arbeit‘ kann etwa als Produktionsfaktor gesehen werden, etwa hinsichtlich von Ernteaufwand (damit verbunden ist das archäologische Objekt Erntemesser) (Kerig, 2013, S. 148-149). Die Erntepaxis ist aber wiederum kulturell bedingt (ebd.). Auch werden in diesem Kontext Sozialstruktur und Familienform angesprochen, die im weitesten Sinne die Arbeitsmenge und über die Arbeitsorganisation auch die Effektivität der Arbeit bestimmen (ebd., S. 151). Nicht zuletzt spielen die Existenz und die Tradierung von Wissen (etwa auch magischem Wissen) eine Rolle (ebd., S. 152). Vergleichbare kulturelle Aspekte gibt es auch beim Gütertausch und der Konsumtion. Wie Objekte des Tauschs bewertet werden ist kulturell sehr unterschiedlich (ebd. 153) und beim Gebrauch und Verbrauch von Gütern können, wie Rössler (2013, S. 36) betont, sowohl Eigeninteresse, als auch symbolische oder moralische Aspekte die Entscheidung beeinflussen.

Betrachtet man vor diesem Hintergrund etwa die europäische Eisenzeitforschung so fallen auch hier neben eher traditionellen Vorstellungen (etwa marktwirtschaftlichen Zügen der späten Latènezeit, Diskussion dazu bei Knopf, 2014) auch Aspekte auf, die soziopolitische, religiöse, ganz generell kulturelle Determinanten der Ökonomie betonen. Ob man dafür, wie Kerig dies tut, eine eher wirtschaftswissenschaftliche Sprache (oder Logik) verwenden muss, um etwa Aspekte der Späthall-

stattzeit zu deuten, sei dahingestellt. Man kann die reiche Beigabenausstattung der sogenannten Fürstengräber durchaus als „Kapitalvernichtung“ bezeichnen. Mit der Erklärung als „ökonomisch sinnvolle Vorleistungen für weitere Transaktionen (Kerig, 2013, S. 164) sind letztlich kulturelle Vorgänge beschrieben.

In den letzten Jahren ist insbesondere die Rolle des sogenannten *feasting* bzw. der ‚kommensalen Politik‘ betont worden (zuletzt etwa Dietler, 2006). Durch gemeinsames Essen und Trinken werden soziale Beziehungen gewonnen, aufrechterhalten oder verstärkt. Im Vordergrund stehen dabei sehr große Feste, die einen „langen und komplexen Prozess des Managements von Ressourcen und Netzwerken voraussetzen“ (ebd., 559). Ein derartiges Fest, wie es etwa für die späte Latènezeit in einer Schriftquelle überliefert ist, war somit ein enormer Wirtschaftsfaktor (Knopf, 2014). Auch ohne starke soziale Hierarchien können über *working feasts* große Arbeitsleistungen, wie etwa auch das Aufschütten von Großgrabhügeln realisiert werden; die Lebenden verbinden damit die Möglichkeit, die eigene soziale Position zu verändern (Kerig, 2013, S. 150). Zweifellos ist der archäologische Nachweis solcher Feste schwer zu erbringen, doch ist ihre Bedeutung in der ehemaligen Lebenswelt nicht zu unterschätzen.

Für den spätlatènezeitlichen Handel werden zwar von Caesar Zölle genannt, also quasi marktwirtschaftliche Mechanismen, jedoch waren diese sicherlich in familiäre Verbindungen bzw. das Klientelwesen eingebunden und wurden auch mit Waffengewalt durchgesetzt (Collis, 2010, S. 85).

Bei Fragen der Distribution finden sich traditionell die Überlegungen zum Fernhandel, wobei nicht selten eher moderne Vorstellungen schon auf hallstädtische Verhältnisse übertragen wurden (Kerig, 2013, S. 157-161). In diesem Zusammenhang verdienen etwa die Überlegungen Jochen Brandts (2001) Beachtung. Er untersuchte die Transformation kultureller Zuschreibungen an Objekte des Tauschs bzw. des Einflusses fremder Objekte und ihrer Wertzuschreibungen, die er im Kontext latèneiden Fundstoffs (wie etwa Fibeln, also Gewandspangen, Ringe, Gürtel oder Keramik) im nördlich angrenzenden Raum der sogenannten Jastorf-Kultur analysiert hat. Er kam (ebd., S. 292) zu dem Schluss, dass die Verbreitung latèneiden Fundstoffs auf Jastorf-interne Austauschbeziehungen zurückzuführen sei, die einen sozio-politischen Hintergrund hatten und zeremonieller Art waren. Eine Hypothese geht darüber hinaus in die Richtung, dass fremde Sachkultur magisch-rituelle Bedeutung besaß, die in der Jastorf-Kultur soziale und politische Funktionen innehatte, z. B. als Prestigegüter.

Über den Materialwert hinausgehende Bedeutungen als Prestige- oder magisches Objekt oder wie auch immer geartetes Zeichen spielten vermutlich eine äußerst wichtige Rolle bei Gegenständen, die weit von ihrem Herstellungsort entfernt verwendet und ins Grab gegeben wurden. Eine solche Zeichenhaftigkeit kann jedoch auch an einfachere Objekte, wie etwa Keramik, gebunden sein

(siehe etwa Brosseder, 2006). Auch hier erschließt sich die Bedeutung aber nur schwierig oder gar nicht.

Als Fazit dieser einleitenden bzw. grundlegenden Ausführungen, die diese Diskussion nur anreißen konnten, scheinen mir für die (Wirtschafts-)Archäologie zwei Aspekte im Vordergrund zu stehen. Der Blick auf theoretische Konzepte, wie sie in erster Linie aus der Ethnologie kommen, bedeutet nicht einen Verzicht auf antiquarische Analysen von Fund- und Befundmaterial. Aus Halbfabrikaten etc. auf die Umstände der Produktion, mit Hilfe von Kartierungen auf mögliche Mechanismen der Distribution oder aufgrund besonderer Fundumstände auf die Konsumtion von Objekten zu schließen, wird auch weiterhin eine Grundlage wirtschaftsarchäologischer Arbeit sein. Auch die eher damit zusammenhängende Berechnung von Mengen und Arbeitsaufwand der Herstellung oder der zeitlichen und materiellen Kosten von Tausch und Handel haben hier ihre Berechtigung. Theorien, insbesondere zur kulturellen Einbettung und der symbolischen Bedeutung von Objekten und Gütern in den untersuchten ur- und frühgeschichtlichen Gesellschaften, haben aber nicht nur die antiquarischen Auswertungen, sondern vor allem die kulturhistorischen Interpretationen zu begleiten. Die hier exemplarisch angesprochene Eisenzeitforschung, etwa mit dem *feasting*, verdeutlicht, dass mit solchen Theorien oder Konzepten auch bei unveränderter Materialbasis andere Ansätze der Deutung, etwa jenseits des Kosten-Nutzenfaktors, möglich sind.

Fallbeispiel 1: Mahlsteine und Mühlen – Archäologie

In den letzten Jahren haben sich umfangreiche Arbeiten in der Archäologie (Graefe, 2009; Wefers, 2012) mit dieser ansonsten eher stiefmütterlich behandelten, weil zuweilen als banal oder allzu profan und alltäglich angesehenen, Objektgruppe gewidmet. Dabei ging es bereits vom Titel her auch um die „wirtschaftsarchäologische Aussagekraft einer Fundgruppe“ (Graefe, 2009). Behandelt wurden schwerpunktmäßig neolithische und latènezeitliche Mahlsteine bzw. Mühlen.¹

Von ihrem Ansatz her, stellen diese Arbeiten materialbasierte, antiquarische archäologische Auswertungen dar. Dabei wurden für die untersuchten Fundgattungen zweifellos neue Erkenntnisse in einem wirtschaftsarchäologischen Sinne erbracht. So finden sich etwa Überlegungen und Berechnungen zum Arbeitsaufwand bei der Herstellung, aufgrund von experimentellen Beobachtungen zur Lebensdauer der Objekte oder anhand von Kartierungen der Fundverbreitung Wege der Verteilung jeweiliger Formen und Materialien. Auch geht es um die Fundkontexte, also die Orte der Auffindung und ihre Bedeutung im Sinne der Konsumtion. Darauf sei nicht im Einzelnen eingegangen. Vielmehr sollen diejenigen Stellen hervorgehoben werden, wo im Sinne der zuvor gemachten Bemerkungen ökonomische und kulturelle Aspekte verknüpft sind.²

Hinsichtlich der Produktion von Mahlsteinen ist auf archäologischem Wege zwar eine ganze Reihe von Aussagen zu technischen Aspekten möglich, hinsichtlich soziokultureller Spezifika finden sich jedoch nur wenige Punkte. So geht Graefe (2009, S. 57) davon aus, dass es Frauen gewesen seien, die auf Mahlsteinen Korn zu Mehl mahlen.³ Daher läge es nahe anzunehmen, dass diese auch die Herstellung dieser Geräte durchgeführt hätten.⁴ Dieser Schluss erscheint allerdings keineswegs zwingend. So verweist er auch selbst auf Ramminger (2007, 83), die in einer Fußnote einen ethnographischen Vergleich aus Mexiko heranzieht. Dort stellen besonders sorgfältig bearbeitete Mahlsteine ‚Hochzeitsgeschenke‘ des Bräutigams an seine Braut dar, woraus abzuleiten wäre, dass Männer diese Mahlsteine herstellten.

Bei den latènezeitlichen Drehmühlen schließt Wefers (2012, S. 197) von der Standardisierung der Objekte auf eine arbeitsteilige Gesellschaftsstruktur mit einer gewissen handwerklichen Spezialisierung.

Bei der Distribution neolithischer Mahlsteine nimmt Graefe (2009, S. 124) aufgrund der geringen Anzahl von Halbfertigprodukten regelmäßige Besuche der Lagerstätten an. Wenn hierzu größere Entfernungen zurückgelegt werden mussten, sei „die Pflege von sozialen Bündnissen, Verbindungen und Netzwerken“ sowie ein „Austausch von Gedankengut benachbarter Siedlungsgemeinschaften“ anzunehmen.

Auch bei der Verteilung der eisenzeitlichen Mühlen stellt sich die Frage nach einem weiträumigem und organisiertem Austauschsystem (Wefers, 2012, S. 167). Da es sich um alltägliche, schwere Gebrauchsgegenstände handele, müsse ein Transport ohne große Umwege, also vor allem auf Flüssen angenommen werden. Es handele sich also nicht um Geschenke; diese würden dann in ihrer Verbreitung „soziale Netze“ wiedergeben.⁵ Hier wäre zu fragen, ob nicht ein wie auch immer geregeltes Distributionssystem von Produzenten und/oder Händlern auch eine Art soziales Netz darstellt. Dieses spielte letztlich bei den Austauschsystemen, die insbesondere für diejenigen Stücke, die über weite Entfernungen transportiert wurden, eine Rolle. Hier geht es nämlich um konkurrierende Händler, die zwangsläufig wiederum von der Qualität und Zugänglichkeit der Verkehrsinfrastruktur abhängig waren (ebd., S. 195).

Am umfangreichsten sind die Überlegungen und Schlüsse hinsichtlich der Konsumtion der Mahl- und Mühlsteine, also ihrer Nutzung. Nicht nur Gebrauchsspuren, vor allem auch die Fundzusammenhänge lassen hier Schlüsse auf soziale oder religiöse Gesichtspunkte zu. Am Fundplatz Bochum-Kirchharpen wurde ein Mahlstein in 13 Stücke zerschlagen und als Begrenzung oder Windschutz einer Feuerstelle verwendet (Graefe, 2009, 65). Für diese eher profan wirkende Nutzung wären sicher auch andere Erklärungen möglich, die z. B. eher im sakralen oder magischen Bereich liegen könnten. Bei kleinteiligen Mahlsteinfragmenten denkt Graefe an eine absichtliche Unbrauchbarmachung (wofür aber keine Begründung vorgebracht wird) oder an eine gezielte

Zerschlagung und Nutzung als Magerungszusatz für Keramik (ebd.). Sogar hier könnte man überlegen, ob neben der praktischen Funktion als Magerung noch eine andere Bedeutung eine Rolle gespielt haben könnte.

Mahlsteine im Fundkontext von Siedlungen werden üblicherweise als normaler Müll gewertet. Nur bei günstigen Auffindungsbedingungen, etwa in Hausgrundrissen, wird auf funktionale Bereiche, etwa Herd- und Kochstelle, geschlossen (ebd., S. 142). Und erst wenn vollständige Objekte zusammen mit Keramik, Getreideresten und verbranntem Lehm gefunden wurden, wird eine rituelle Niederlegung vor oder während der Errichtung der Häuser angenommen (ebd., S. 143).

Mahlsteine in Gräbern verweisen auf eine Verwendung für sakrale Handlungen (ebd., 148). Graefe sieht die Mahlsteine in diesem Zusammenhang als wertvollen Besitz, daher gelangten die Steine meist nicht gebrauchsfähig ins Grab und werden somit als symbolische Beigabe gesehen (ebd., 154). Mahlsteine kommen in Frauen- wie Männer- und auch Kindergräbern vor. Graefe geht daher davon aus, dass „bei der Mahlsteinbeigabe wohl eher von dem Recht einer Personengruppe“ auszugehen sei. „Dieses Recht könnte mit dem Wissen um oder einem direkten Zugangsrecht zu den Lagerstätten des verwendeten Rohmaterials stehen“ (ebd., S. 157).

Neben Gräbern kommen Mahlsteine auch in Depositionen oder Horten vor. Hier wird an eine rituelle Niederlegung gedacht, etwa als Opfer vor dem Bau eines Hauses (ebd., S. 165).

Für die genannten rituellen Verwendungen verweist Graefe (etwa ebd. 158) auch auf Deutungsebenen, die Fendin (2000) dargestellt hat. Mit einer starken ethnologischen Perspektive wird Mahlen hier als „soziale Konstruktion“ verstanden. Das Mahlen und die Mahlgeräte repräsentierten verschiedene Formen der Reproduktion, die durch die Fähigkeit der transformativen Fähigkeit verbunden wären. Mahlen wird als „action“ und zugleich als Metapher verstanden, Mahlen und Mahlgeräte als sozial definierte Bedingungen. Drei metaphorische Aspekte werden hervorgehoben: die Zyklichkeit von Zeit, die sexuelle Reproduktion und Transformation bzw. Wandel. Einerseits seien die Mahlsteine direkt mit dem menschlichen Körper verbunden, etwa durch Anfassen, Arbeiten, Bewegung, evtl. Singen während des Mahlens, andererseits stellen Mahlstein wie menschliche Körper in einem metaphysischen Sinne etwas dar, was altert und transformiert wird. Wenngleich hier interessante Aspekte angesprochen werden, die potenzielle andere Dimensionen der Deutung liefern und über den reinen archäologischen Befund hinausgehen, so fehlen doch ethnographische Belege und Analogien. Zudem muss man sich fragen, ob es für archäologische Objekte und Interpretationen sinnvoll ist, alles zur Metapher zu machen. Graefe hat bei seiner Darstellung die symbolischen Beweggründe für den rituellen Gebrauch von Mahlsteinen zusammengefasst. Diese hätten einen wichtigen Anteil am Überleben der ackerbäuerlichen Gemeinschaft besessen und bildeten ein Bindeglied zwischen Saatgut, geernteten Körnern

und daraus erstellten Speisen. Es sei daher durchaus vorstellbar, dass dieser Prozess auch am rituellen Brauchtum einer Gemeinschaft einen Anteil gehabt hätte. So sei etwa auch an rituelles Mahlen bei Kulthandlungen zu denken.⁶

Bei den latènezeitlichen Drehmühlen bildet ihre Effektivität gegenüber Handmühlen den Ausgangspunkt für Überlegungen zur Nutzung und sozialen Implikationen (Wefers, 2012, S. 145-146). Die wesentlich raschere Zerkleinerung des Mahlguts, also etwa Getreide, verringerte den täglichen Zeitaufwand bei der Nahrungszubereitung deutlich (ebd., S. 143). Es sei davon auszugehen, so Wefers (ebd., S. 144), dass diese Arbeitserleichterung sogar erst die Entstehung von Oppida ermöglichte. Interessant ist in diesem Kontext das von ihr angeführte Beispiel des Oppidums Steinburg und der nur etwa 10 km entfernten zeitgleichen offenen Siedlung Widderstatt bei Jüchsen. Während im Oppidum eine größere Anzahl an Drehmühlen gefunden wurde, fanden in Widderstatt wohl ausschließlich Reibsteine Verwendung. Praktische Gründe für diesen Unterschied wie Verfügbarkeit oder Zugänglichkeit von Lagerstätten können aufgrund der räumlichen Nähe ausgeschlossen werden. So kommen soziale (Status) oder ‚finanzielle‘ (Kaufkraft) Erklärungen in Frage. Vom Fundspektrum her unterschieden sich jedoch die Steinburg und Widderstatt nicht wesentlich: in beiden finden sich Importgüter, die auf ein überregionales Austauschsystem verweisen, zudem Schlüssel, die auf eine Vorstellung von Eigentum bzw. Besitzdenken verweisen. Somit dürften weniger die Kaufkraft als kulturell bedingte Vorstellungen hinsichtlich der Aufnahme von Innovationen die entscheidende Rolle gespielt haben. Wefers vermutet, mit Bezug auf ethnoarchäologische Analogien, dass das tägliche Zusammenkommen zum Mahlen von Getreide (als sozialer Treff) durch die neuen Mühlen stark beeinflusst worden wäre. Die geringere Zeitdauer verbunden mit dem festen Standort einer Drehmühle hätte hier zu deutlichen Veränderungen geführt, die man durch das Festhalten an alten Traditionen verhinderte (ebd., S. 146). Als alternative Erklärung schlägt Wefers noch vor, dass „patriarchalische Strukturen oder andere Gesellschaftssysteme und daraus resultierende Gebote eine Nutzung von Handdrehmühlen gesteuert oder verhindert haben“ könnte. Was auch immer genau die Erklärung ist, hier werden soziokulturell bestimmte Faktoren der Konsumtion deutlich.

Wie auch bei den Mahlsteinen finden sich auch bei den Drehmühlen zuweilen Stücke in Gräbern, allerdings außerhalb des Arbeitsgebiets von Wefers. Da es sich um meist reich ausgestattete Grabinventare handele, würden die Mühlensteine hier als Symbol der Autorität des Bestatteten über den Haushalt bzw. die Naturalien gedeutet (ebd., S. 141). Es könne jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass die bestatteten Personen zu Lebzeiten die Produktion oder Distribution von Mühlensteinen kontrolliert hätten (ebd.).

Befunde von Mühlensteinen in Depots scheinen ebenfalls selten zu sein. Zwei von Wefers (ebd., S. 139) disku-

tierte Kontexte zeigen vollständige Läufer und/oder Unterlieger einer Mühle, die so niederlegt waren, dass die Mahlfläche geschützt nach unten zeigte. Wefers möchte daher darin kein Opfer sehen, sondern neigt der Interpretation zu, dass die Mühle für eine spätere Verwendung wieder hervorgeholt werden sollte und nur vorübergehend versteckt wurde.

Insgesamt nehmen die hier zusammengefassten Bemerkungen, in denen explizit soziale oder religiöse Aspekte im Kontext von Mahl- und Mühlensteinen angesprochen werden, nur einen Bruchteil dieser Arbeiten ein. Dies soll jedoch keine Kritik daran sein, denn die Aufarbeitung eines so großen Fundbestandes und die ‚klassische‘ Auswertung dürfte bereits einen immensen Arbeitsaufwand bedeutet haben. Die genannten Aspekte sollten vielmehr deutlich machen, dass aus der archäologischen Überlieferung heraus und zuweilen mit Rückgriff auf ethnographische Vergleiche durchaus Verbindungen zwischen ökonomischen und soziokulturellen Aspekten möglich sind.

Mahlsteine – Ethnographie

Die von Michael T. Searcy verfasste Studie zu Mahlsteinen bei den Maya in Guatemala dürfte eine der wenigen Untersuchungen sein, in der insbesondere auch soziale Hintergründe der Verwendung herausgearbeitet wurden.⁷ Searcy selbst hat seinen Ansatz als ethnoarchäologisch bezeichnet, mit dem Ziel, Wissen zu liefern, dass für die Archäologie als Analogie dienen kann. Zu diesem Zweck führte er Feldforschungen bei drei Maya-Gruppen in Guatemala durch, um Informationen über die Beschaffung des Rohmaterials, die Produktion, Nutzung und Entsorgung von Mahlsteinen zu erhalten. Bei den einzelnen untersuchten Gruppen weichen die Beobachtungen teilweise voneinander ab.

Hier seien nur einige Aspekte angesprochen, die für eine archäologische Betrachtung von Mahlsteinen relevant sind. Das bedeutet nicht, dass die hier genannten Punkte auf die europäischen vorgeschichtlichen Mahl- und Mühlensteine übertragen werden sollen.

Für die Frage der Distribution ist die Beobachtung interessant, dass vor dem modernen LKW-Transport sogenannte *metateros* (d. h. die Herstellenden) die schweren Mahlsteine auf Ihrem Rücken durch eine gebirgige Landschaft transportierten. Aus einer modernen, rationalen Sicht scheint dies vergleichsweise unvernünftig und wenig effektiv, da prinzipiell eine tierische Transportkraft besser geeignet wäre.

Trotz der mehr oder weniger ‚modernen‘ Lebensumstände, d. h. auch der Nutzung elektrischer Mühlen, ist die Nachfrage nach den Mahlsteinen bis heute hoch. Searcy (ebd., S. 137-138) geht davon aus, dass dies in der Tradition begründet liegt, frisch vermählten Paaren ein *mano* und *metate*-Set (Läufer und Unterlieger) zu schenken. Hier steht also eine soziale Ursache im Vordergrund, die die Nachfrage mitbestimmt, obwohl nicht alle Gruppen im Untersuchungsgebiet Mahlsteine noch gleich häufig be-

nutzen. Dieser Geschenkcharakter spielt noch eine weitere Rolle: An diejenigen Paare, die den alten Haushalt verlassen, werden nämlich zuweilen alte, schon lange benutzte und bis zu drei Generationen (bis zu 100 Jahre) alte Mahlsteine verschenkt. Hier geht es also vor allem um die symbolische Bedeutung.

Der Zeitaufwand für das Mahlen von Mais ist sehr hoch und kann bei drei Stunden pro Tag liegen (ebd., S. 81). Zwar könnte der Mais auch anders zubereitet werden, jedoch ist die Präferenz für Tortillas aus Maismehl entscheidend. Die Mahlsteine befinden sich in der Regel an einem Ort im Haus und werden z. T. von allen Generationen (Großmutter, Mutter und Tochter) abwechselnd genutzt.

Hinsichtlich des ökonomischen Status bedeutet nach Searcy (ebd., S. 109) ein höherer Status nicht zwangsläufig eine größere Anzahl an Mahlsteinen. Zwischen ca. 70 bis 80 % der Haushalte eines hohen und eines niedrigen ökonomischen ‚Levels‘ besitzen ein und zwei Mahlsteine. Nur die Haushalte einer mittleren ökonomischen Ebene besitzen häufiger drei Mahlsteine; reichere Haushalte sind ebenfalls bei drei bis vier Mahlsteinen etwas häufiger vertreten.

Trotz der bereits nachlassenden Nutzung von Mahlsteinen sind mit ihnen noch zahlreiche Tabus verbunden (ebd. 90-95). Man soll etwa die Läufer weder dem Sternen- noch dem Sonnenlicht aussetzen, das sie sonst zerbrechen. Die gleiche Konsequenz gilt für das Messen und Vergleichen von Unterlieger und Läufer. Schwangere Frauen sollen nicht mahlen, da sonst die Neugeborenen krank werden. Auch soll man während des Mahlens nicht essen; auch hier droht u. a. die Erkrankung von Kindern.

Einige den Mahlsteinen zugesprochenen Eigenschaften betreffen ihre ‚Macht‘ bei Menschen physische Auswirkungen hervorzurufen. So glauben die K'iche', dass Männer und Frauen, die mit ihrem rumpfwärts gelegenen Bein auf einem Mahlstein sitzen, der an die Wand grenzt bzw. die über einen Mahlstein gehen, der auf dem Boden liegt, nur Nachwuchs des entgegengesetzten Geschlechts produzieren werden. Da Mahlsteine somit die Macht besitzen, die menschliche Reproduktion zu beeinflussen, werden Männer und Frauen darin bestärkt, sie mit Respekt zu behandeln.

Ein zerbrochener Mahlstein ist zuerst einmal die übliche Konsequenz von Pech/Unglück und hat zur Folge, dass Mais nicht verarbeitet werden kann, der für den täglichen Lebensunterhalt benötigt wird (ebd., S. 95). Ein zerbrochener Läufer oder Unterlieger könnte aber auch auf eine dem Mahlstein innewohnende Macht hinweisen, die es ihm erlaubt, das eigene Schicksal zu bestimmen. Die von den Menschen möglicherweise als spirituell empfundenen Eigenschaften der Mahlsteine könnten erklären, warum sie zuweilen im Umfeld des Hauses vergraben werden, nachdem sie zerbrochen sind (ebd., S. 98).

Searcys (ebd., S. 137) Fazit betont insgesamt zwar die zentrale Rolle der Mahlsteine bei der Nahrungsproduktion (also den rein funktionalen Aspekten), hebt aber ebenso die Verbindung zu den Heiratssitten hervor und

die symbolhafte Bedeutung des Beitrags der Maya-Frauen zum Lebensunterhalt der Familien.

Aus diesem einzelnen ethnographischen Beispiel möchte man sicher keine direkten Rückschlüsse auf neolithische oder eisenzeitliche Mahlsteine und Mühlen in Europa ziehen. Sicherlich wären für diesen Zweck weitere Studien in der Art von Searcy hilfreich. Es wird jedoch deutlich, dass mit Mahlsteinen weitaus mehr soziale, symbolische und magische Aspekte verknüpft sein können, wie es der archäologische Befund allein nahelegt. Diese Dimensionen zu verdeutlichen und damit eine andere Grundfolie der potentiellen Lebenswirklichkeit im Kontext archäologischer Mahlsteine/Mühlen zu schaffen, dürfte jedoch sinnvoll sein, um archäologische Befunde und Deutungen zu verknüpfen bzw. auch Hypothesen zu nicht unmittelbar abzulesenden Interpretationen zu liefern.

Fallbeispiel 2: Eisenobjekte

Auch bei einem weiteren knapp vorgestellten Beispiel geht es um die potenzielle kulturelle Dimension sowie die Wandelbarkeit von Objekten zwischen funktional-ökonomischen und kulturellem Wert bzw. ihrem sozialen oder sakralen Kontext.

Vorgeschichtliche Metall- und vor allem Eisenobjekte werden üblicherweise nur im Kontext von Gräbern, Depots oder ganz spezifischen Befunden (etwa ‚keltischen‘ Heiligtümer wie Ribemont oder Gournay in Frankreich) mit einem sozialen bzw. sakralen Wert versehen. Im Siedlungskontext gehören Alltagsgeräte wie Beile, Hacken u. ä., aber sogar auch Waffen oder potenzielle Trachtbestandteile wie Ringe o. ä. nach häufig gängigem Verständnis nicht in eine explizit soziokulturelle Sphäre.

Ein archäologisches Beispiel stammt von der Heuneburg, dem wohl am besten erforschten späthallstattzeitlichen sogenannten Fürstensitz. Die Kleinfunde der älteren Grabungen (bis 1978) hat Susanne Sievers (1984) vorgelegt. Unter anderem besprach sie ein eisernes Dolchmesser mit Eisenblechscheide, das aus einer Bodenschicht der Periode IVa stammte (ebd., S. 63-64). Resümierend meinte sie, vieles spreche dafür, dass Dolche als Grabbeigabe den Charakter eines Abzeichens besäßen. Als Siedlungsfund sei diesem Dolch jedoch eine „sehr reale Gebrauchsfunktion“ beizumessen (ebd., S. 64). Er habe sicher einen wertvollen Besitz dargestellt, der nicht ohne weiteres verlorenging. Daher könne er nur im Kontext von Kampfhandlungen (und Verlust infolgedessen) gesehen werden. Dafür könnte laut Sievers auch sprechen, dass die Schicht IVa mit einer „Brandschatzung der Burg infolge eines kriegerischen Ereignisses“ in Zusammenhang gebracht wird (ebd., S. 64).

Man mag hier zuerst von einer ganz praktischen Erklärung ausgehen; jedoch wird auch keine Alternative angeboten, denn diese wäre z. B. im religiös-kultischen Bereich anzusiedeln. Gerade in den älteren Forschungstraditionen war es aber eher unüblich, solche Deutungen

in Erwägung zu ziehen, wenn nicht ganz massive andere Hinweise vorlagen. Religiöses und Kultisches schießen nicht nur weitgehend außerhalb der Interpretationsmöglichkeiten der Archäolog(inn)en, sondern auch bei den ur- und frühgeschichtlichen Menschen, so der zuweilen daraus entstehende Eindruck, eher ein Randphänomen.

Ein ethnographisches Beispiel zeigt nun, dass auch Alltagsgeräte, Waffen und Schmuck in einem sozialen und sakralen Zusammenhang im Kontext von Siedlungen stehen können bzw. eine Transformation dieser Objekte zwischen funktionaler Gebrauchs- und sozialer Sphäre stattfindet.

Bei den Balsa in Ghana, aber auch verschiedenen anderen Gruppen in Westafrika, gibt es eine ganze Anzahl handgefertigter Metallprodukte aus Eisen wie etwa Hacken, Äxte, Messer und Armreifen.⁸ Für diese Objekte besteht zwar eine große Nachfrage, dennoch werden sie nicht in jedem Fall in großen Mengen auf den Märkten der Region angeboten, sondern traditionell in Auftragsproduktion von lokalen Schmieden hergestellt (Kröger, 1992; Schott, 1992).⁹ In früheren Zeiten genossen die Schmiede ein hohes soziales Ansehen und stellten nicht nur Werkzeuge, Geräte und Waffen her, sondern verfügten aus Sicht der Balsa auch über übernatürliche Kräfte magischer und religiöser Art (Schott, 1992, S. 39; S. 49). Eine ganze Reihe von geschmiedeten Gegenständen wird nicht nur für den eigenen Gebrauch (etwa Hacken in der Landwirtschaft, siehe Schott, 1992, S. 39), sondern für den Austausch in Geschenktransaktionen, die im Rahmen von sozialen Allianzbeziehungen erfolgen (etwa Eisenhacken als Teil des Brautpreises für die Familie der Braut) oder bei rituellen Anlässen (Bestattungen) verwendet. Eisen in Form von Armreifen als Schmuck oder Amulett wird auch als Mittel zur Schadensabwehr in Ahnenschreinen deponiert oder vorzugsweise von Männern getragen (Tietmeyer, 1992a, S. 101). Das heißt, die Nachfrage nach diesen Eisengegenständen ergibt sich weder aus der Knappheit der Mittel (Eisenerz ist keine knappe Ressource) noch aus ökonomischen Notwendigkeiten (denn es gibt inzwischen bessere Stahlprodukte bei den Werkzeugen). Eine wichtige Rolle spielen bei den Balsa Ahnenschreine, die sich innerhalb der Gehöfte befinden und als einfache Erdaltäre gebaut sind.¹⁰ Als Opfergaben dienen nicht nur Hirsewasser oder Teile von geschlachteten Opfertieren (Schott, 2005, S. 55-57), zuweilen werden auch Eisenobjekte wie etwa Messer in die Schreine gesteckt. Damit wolle der Vorfahr die Bewohner des Gehöfts vor schlechten Menschen und bösen Geistern schützen (Kröger, 1982, Taf. 12; 15). Neben den größeren Ahnenschreinen existieren auch persönliche Schreine in Form kleiner Lehmkegel. Auf Veranlassung eines Wahrsagers werden etwa eiserne Armreifen extra angefertigt und für Opfer auf dem Schrein deponiert. Zwischen den Opfern wird der Ring oft vom Besitzer selbst getragen, damit die durch das Opfer hervorgerufene Schutzwirkung auf den Träger übergeht (Kröger, 1992, S. 22-23).

Schluss

Das hier vorgetragene Anliegen bestand darin, über die ‚ökonomistische‘ Betrachtung von materiellen Gütern als reinen Produktionsfaktoren hinauszugehen. In vielen traditionellen Gesellschaften dienen Objekte der Etablierung oder Reproduktion sozialer Beziehungen, etwa in Form von Geschenken; zugleich werden sie in religiösem/magischem Kontext zu Symbolen. Bei diesen Objekten kann es sich sowohl um außergewöhnliche Einzelstücke als auch um unspektakuläre Alltagsgegenstände mit geringem Materialwert handeln. Je nach Kontext besitzen sie unterschiedliche Wertigkeiten, etwa als profane Konsumgüter, gefragte Handelsprodukte oder auch sakrale Dinge (vgl. Kohl, 2003).

Gegenstände wie die hier behandelten Mahl- und Reibsteine oder eiserne Dolche, Messer, Ringe sind also einerseits Waren in einem kapitalistisch gedachten Warensystem, andererseits können sie als symbolische Ressourcen der sozialen oder religiösen Sphäre angehören. Zudem besteht die Möglichkeit zwischen diesen beiden Bereichen zu wechseln.

Für Archäologen ist es generell schwierig, allein aus den Gebrauchsspuren, der Verbreitungskarte oder den jeweiligen Befundsituationen solche Mehrdeutigkeiten zwischen Ware und sozial/sakral relevantem Objekt zu entschlüsseln. Die hier mit den archäologischen Funden und Befunden kontrastierten ethnographischen Befunde sollten entsprechend dazu dienen, Ansätze einer solchen Bedeutungsvielfalt herauszustellen. Eine einfache 1:1-Übertragung ist nicht möglich. Der Blick auf ethnographische Beispiele zeigt, um wie viel komplexer die reale Lebenswelt in der Regel ist und daher sehr wahrscheinlich auch in der Vorgeschichte war. Mein Plädoyer geht daher nicht nur in die verstärkte Einbeziehung von Theorien und Modellen aus der Ethnologie, sondern auch die verstärkte Betrachtung je konkreter Einbindungen wirtschaftlich, auch z. B. im Alltag relevanter Güter (oder allgemeiner ‚Dinge‘) in soziale und religiöse Sphären. Das liefert nicht nur *cautionary tales*, also tatsächliche Befunde, die vor einer einseitigen Interpretation warnen, sondern auch ganz grundsätzliche neue Anregungen zur Deutung, d. h. hier zur Verflechtung profaner und sakraler Bedeutungen. Für eine weiter gehende Interpretation, d. h. auch für systematischere Analogien müssten mehr ethnographische (oder etwa auch historische) Fälle analysiert werden, um Muster und regelhaft wiederkehrende Verknüpfungen zwischen Materiellem und Immateriellem herauszuarbeiten.

Als Archäolog(inn)en können wir nicht automatisch bzw. von vorneherein eine soziale/sakrale Konnotation ablehnen, wenn der Befund keine Hinweise aus sich selbst heraus unmittelbar nahelegt. Wir benötigen prinzipiell einen weiteren Horizont und einen größeren analogischen Fundus als den unsrigen. Aus einer wissenschaftstheoretischen Sicht haben wir wohl bei vielen archäologischen Befunden und Funden die gleiche Berechtigung, Objekten einen (wie auch immer gearteten)

sozialen oder sakralen wie einen rein funktional-ökonomischen Wert zuzuschreiben.

Anmerkungen

- 1 Britta Ramminger (2007) hat in ihrer Dissertation ebenfalls „wirtschaftsarchäologische Untersuchungen“ durchgeführt. Ihr Schwerpunkt, insbesondere auch im Hinblick auf „sozio-ökonomische Betrachtungen“, lag aber bei den „Fäll- und Behauseräten“. Für die hier untersuchten Aspekte ist lediglich ihr Ergebnis hinsichtlich der Produktion/Distribution von Mahlsteinen relevant. Da in den untersuchten Gebieten in Nord- und Mittelhessen eine gute Rohmaterialversorgung gegeben war, konnten sich die die Menschen in den jeweiligen Siedlungen selbst versorgen; eine Teilzeitspezialisierung wird daher nicht angenommen (ebd., S. 332). Es dürfte jedoch, so Ramminger, ein Austausch von Fertigeräten im Sinne von Geschenken stattgefunden haben (ebd.).
- 2 Die Gegenüberstellung ‚ökonomischer‘ und ‚kultureller‘ Aspekte könnte hier als eine Art Gegensatz verstanden werden. Mit Bezug zu den einleitend gemachten Bemerkungen dürfte jedoch deutlich geworden sein, dass mit Ökonomie immer ‚Kultur‘ im Sinne sozialer, religiöser etc. Ideen und Handlungen verbunden ist. Daher wird diese Gegenüberstellung nur in einer Art heuristischem Sinne verwendet.
- 3 Graefe verweist hier u. a. auf ethnoarchäologische Untersuchungen aus Afrika (Gronenborn, 1995).
- 4 Im Zusammenhang mit Mahlsteinen in Gräbern geht Graefe nochmals auf die Frage ein, wer die Mahlsteine hergestellt hat und verweist auf eine schwedische Fundstelle, wo sich nach Aussage der entsprechenden Publikation eindeutige Hinweise auf eine Herstellung durch Frauen finden ließen (ebd., S. 156 mit Anm. 602). In dem von Gronenborn (1995) in Nigeria dokumentierten Fall wird ausdrücklich betont, dass sowohl Männer wie auch Frauen alle Arbeitsschritte zur Herstellung eines Mahlsteins übernehmen können.
- 5 Mit Blick auf die oben genannte Analogie der Hochzeitsgeschenke, aber auch generell müsste man fragen, ob ein Mühlestein als Geschenk denn wohl grundsätzlich auszuschießen ist.
- 6 Graefe (ebd., S. 167) verweist hier auf einen Aufsatz von Makkay (1978), der zahlreiche Befunde zusammengestellt hat, die ein rituelles Mahlen bei Opferzeremonien belegen sollen.
- 7 Searcy (2011, S. 1) schreibt: „Unfortunately, grinding stones are understudied and thus poorly understood“. Da Mahlsteine aufgrund ihres Gewichts meist schwer zu transportieren wären und viel Lagerplatz einnähmen, aber wenig Informationen lieferten, würden die meisten Archäologen sie vor allem als „a huge pain in the ass“ betrachten (ebd., S. 6).
- 8 Daneben werden auch Schmuckobjekte im sogenannten Gelbgussverfahren hergestellt (siehe etwa Kröger, 1992, S. 25-30).
- 9 Während vor einigen Jahrzehnten (Stand 1992) lateritische Eisenkonkretionen in kleinen Schachtofen verhüttet wurden, beziehen die Schmiede inzwischen Alteisen aus der Regionhauptstadt oder die Kunden bringen entsprechendes Alteisen selbst mit (Kröger, 1992, S. 14).
- 10 Auch außerhalb der Gehöfte finden sich Schreine, die als einfache Steinansammlungen bzw. Steinhäufen angelegt sind (Kröger, 1982, Taf. 16-21). Auf den Erdschreinen werden auch Keramikgefäße oder Teile davon deponiert (ebd., Taf. 4).

Literatur

Brandt, J., 2001. *Jastorf und Latène. Kultureller Austausch und seine Auswirkungen auf soziopolitische Entwicklungen in der vorrömischen Eisenzeit*. Internationale Archäologie 66, Rahden/Westf.: Marie Leidorf.

Brosseder, U., 2006. Ebenen sozialer Identitäten im Spiegel des Zeichensystems hallstattzeitlicher Keramik. In: S. Burmeister, N. Müller-Scheeßel, Hrsg. 2006. *Soziale Gruppen – kulturelle Grenzen. Die Interpretation sozialer Identitäten in der Prähistorischen Archäologie*. Tübinger Archäologische Taschenbücher 5, Münster: Waxmann, S. 119-138.

Collis, J., 2010. J. Collis, Zentralisierung und Urbanisierung in Europa nördlich der Alpen während der Eisenzeit. In: D. Krause, Hrsg. 2010. *„Fürstensitze“ und Zentralorte der frühen Kelten*. Abschlusskolloquium des DFG-Schwerpunktprogramms 1171 in Stuttgart, 12.-15. Oktober 2009. Forsch. u. Ber. Vor- u. Frühgesch. Baden-Württemberg 120, Stuttgart: Theiss, S. 77-89.

Dietler, M., 2006. Feasting and kommensale Politik in der Eisenzeit Europas. Theoretische Reflexionen und empirische Fallstudien. *Ethnographisch-Archäologische Zeitschrift*, 47, S. 541-568.

Earle, T., 2008. Economic Anthropology. In: S. N. Durlauf, L. E. Blume, *The New Palgrave Dictionary of Economics*, 2. Auf. Palgrave Macmillan. The New Palgrave Dictionary of Economics Online. Palgrave Macmillan. [Online]. <http://www.dictionaryofeconomics.com/article?id=pde2008_E000009> [23 April 2014].

Fendin, T., 2000. Fertility and the Repetitive Partition. Grinding as Social Construction. *Lund Arch. Review*, S. 85-97.

Grabenheinrich, M. and Klocke-Daffa, S. Hrsg. 2005. *15 Frauen und 8 Ahnen. Leben und Glauben der Balsa in Nordghana*. Begleitbuch zur gleichnamigen Ausstellung im Westfälischen Museum für Naturkunde Münster, vom 30. Juni bis 31. Dezember. Münster: Institut für Ethnologie der Universität. Münster.

Graefe, J., 2009. *Neolithische Mahlsteine zwischen Weserbergland und dem Niederrhein. Zur wirtschaftsarchäologischen Aussagekraft einer Fundgruppe*. Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie, 174. Bonn: Habelt.

Gronenborn, D., 1995. Ethnoarchäologische Untersuchungen zur rezenten Herstellung und Nutzung von Mahlsteinen in Nordost-Nigeria. In: M. Fansa, Hrsg. 1995. *Experimentelle Archäologie*. Bilanz 1994. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beih. 8. Oldenburg: Isensee, S. 45-55.

Gudeman, S., 1986. *Economics as Culture. Models and Metaphors of Livelihood*. London: Routledge & K. Paul.

Gudeman, S., 2001. *The Anthropology of Economy. Community, Market and Culture*. Oxford: Blackwell.

Gudeman, S., 2005. Community and Economy. Economy's Base. In: J. Carrier, Hrsg. 2005. *A Handbook of Economic Anthropology*. Cheltenham: Edward Elgar, S. 94-106.

2012 The Persuasions of Economics. In: S. Gudeman, ed. *Economic Persuasions*. New York/Oxford: Berghahn, S. 62-80.

Kerig, T., 2013. Wirtschaft: Struktur und Leistung in frühen Gesellschaften. In: M. K. H. Eggert, U. Veit, Hrsg. *Theorie in der Archäologie: Zur jüngeren Diskussion in Deutschland*. Tübinger Archäologische Taschenbücher, 10. Münster: Waxmann, S. 139-190.

Kerig, T. und Zimmermann, A. Hrsg., 2013. *Economic Archaeology – From Structure to Performance in European Archaeology*. Universitätsforschungen zur Prähistorischen Archäologie, 237. Bonn: Habelt.

Kerig, T. und Zimmermann, A. Hrsg., 2013a. Summing it up. What is the Intermediate Total in European Economic Archaeology? In: T. Kerig, A. Zimmermann, Hrsg. 2013. *Economic Archaeology – From Structure to Performance in European Archaeology*. Universitätsforschungen zur Prähistorischen Archäologie, 237. Bonn: Habelt, S. 323-328.

- Knopf, Th., 2014. Embedded Economy – Ökonomie als kulturelles System: eine Annäherung an die Latènezeit. In: S. Hornung, Hrsg. 2014. *Produktion – Distribution – Ökonomie. Siedlungs- und Wirtschaftsmuster der Latènezeit*. Akten Internat. Kolloquium Otzenhausen 28.–30. Oktober 2011. Universitätsforschungen zur Prähistorischen Archäologie, 258. Bonn: Habelt, S. 3-12.
- Kohl, K.-H., 2003. *Die Macht der Dinge. Geschichte und Theorie sakraler Objekte*. München: C.H. Beck.
- Kröger, F., 1982. *Ancestor Worship among the Balsa of Northern Ghana. Religious, Social and Economic Aspects*. Kulturanthropologische Studien 9. Hohenschäftlarn: K. Renner.
- Kröger, F., 1992. Das Schmiedehandwerk der Balsa in Nordghana. In: E. Tietmeyer, Red. 1992. *Zwei Eisen im Feuer. Schmieden im Kulturvergleich*. Begleitbuch zur gleichnamigen Wanderausstellung des Westfälischen Museumsamtes, Münster 1992/93 in Werl, Detmold, Münster. Münster: Westfälisches Museumsamt, S. 11-32.
- Makkay, J., 1978. Mahlstein und das rituelle [sic!] Mahlen in den prähistorischen Opferzeremonien. *Acta archaeologica Academiae scientiarum Hungaricae*, 30, S. 13-36.
- Ramminger, B., 2007. *Wirtschaftsarchäologische Untersuchungen zu alt- und mittleneolithischen Felsgesteingeräten in Mittel- und Nordhessen*. Archäologie und Rohmaterialversorgung. Internationale Archäologie, 102, Rahden/Westf.: Marie Leidorf.
- Röder, B., Pichler, S. und Doppler, Th., 2013. Coping with Crises II: The Impact of Social Aspects on Vulnerability and Resilience. In: T. Kerig, A. Zimmermann, Hrsg. 2013. *Economic Archaeology – From Structure to Performance in European Archaeology*. Universitätsforschungen zur Prähistorischen Archäologie, 237. Bonn: Habelt, S. 177-190.
- Rössler, M., 1999. *Wirtschaftsethnologie: eine Einführung*. 2. Aufl., Berlin: Reimer.
- Rössler, M., 2013. Theories of Consumption. Perspectives from Economic Anthropology. In: T. Kerig, A. Zimmermann, Hrsg. 2013. *Economic Archaeology – From Structure to Performance in European Archaeology*. Universitätsforschungen zur Prähistorischen Archäologie, 237. Bonn: Habelt, S. 31-46.
- Sahlins, M., 1976. *Culture and Practical Reason*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Samida, S. und Eggert, M.K.H., 2013. *Archäologie als Naturwissenschaft? Eine Streitschrift*. Reihe Pamphletliteratur, 5. Berlin: Vergangenheitsverlag.
- Schott, R., 1992. Die soziale und religiöse Stellung des Balsa-Schmiedes. In: E. Tietmeyer, Red. *Zwei Eisen im Feuer. Schmieden im Kulturvergleich*. Begleitbuch zur gleichnamigen Wanderausstellung des Westfälischen Museumsamtes, Münster 1992/93 in Werl, Detmold, Münster. Münster: Westfälisches Museumsamt, S. 39-50.
- Schott, R., 2005. Der Toten- und Ahnenkult der Balsa. In: M. Grabenheinrich, S. Klocke-Daffa, Hrsg. 2005. *15 Frauen und 8 Ahnen. Leben und Glauben der Balsa in Nordghana*. Begleitbuch zur gleichnamigen Ausstellung im Westfälischen Museum für Naturkunde Münster, vom 30. Juni bis 31. Dezember. Münster: Institut für Ethnologie der Universität Münster, S. 50-59.
- Searcy, M.T., 2011. *The Life Giving Stone: Ethnoarchaeology of Maya Metates*. Tucson: The University of Arizona Press.
- Sievers, S., 1984. *Die Kleinfunde der Heuneburg. Die Funde aus den Grabungen von 1950–1979*. Heuneburgstudien, V. Römisch-Germanische Forschungen 42; Mainz: Philip v. Zabern.
- Stöllner, Th., 2003. Mining and Economy. A Discussion of Spatial Organisations and Structures of Early Raw Material Exploitation. In: Th. Stöllner, G. Körlin, G. Steffens, J. Cierny, eds. 2003. *Man and Mining. Studies in Honour of Gerd Weisgerber*. Der Anschnitt, Beih., 16. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum, S. 415-446.
- Stöllner, Th., 2008. Montan-Archaeology and Research on Old Mining: Just a Contribution to Economic History? In: Ü. Yalçın, Hrsg. 2008. *Anatolian Metal IV*. Der Anschnitt, Beih., 21. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum, S. 149-178.
- Tietmeyer, E., Red., 1992. *Zwei Eisen im Feuer. Schmieden im Kulturvergleich*. Begleitbuch zur gleichnamigen Wanderausstellung des Westfälischen Museumsamtes, Münster 1992/93 in Werl, Detmold, Münster. Münster: Westfälisches Museumsamt.
- Tietmeyer, E., 1992a. „Zwei Eisen im Feuer“. Schmieden der Balsa und Westfalen im Kulturvergleich. In: E. Tietmeyer, Red. 1992. *Zwei Eisen im Feuer. Schmieden im Kulturvergleich*. Begleitbuch zur gleichnamigen Wanderausstellung des Westfälischen Museumsamtes, Münster 1992/93 in Werl, Detmold, Münster. Münster: Westfälisches Museumsamt, S. 93-110.
- Urban, O.H., 2002. Gedanken zu einer Wirtschaftsarchäologie. In: C. Dobiat, S. Sievers, Th. Stöllner, Hrsg. 2002. *Dürrnberg und Manching. Wirtschaftsarchäologie im ostkeltischen Raum*. Akten Internat. Koll. Hallein/Bad Dürrnberg 1998. Kolloquien zur Vor- und Frühgeschichte, 7, Bonn: Habelt, S. 27-32.
- Wefers, S., 2012. *Latènezeitliche Mühlen aus dem Gebiet zwischen den Steinbruchrevieren Mayen und Lovosice*. Monographien RGZM, 95. Vulkanpark-Forschungen: Untersuchungen zur Landschafts- und Kulturgeschichte 9, Mainz: Römisch-Germanisches Zentralmuseums.
- Wilk, R.R., 1996. *Economies and Cultures. Foundations of Economic Anthropology*. Boulder/CO: Westview Press.
- Zimmermann, A., 2001. Auf der Suche nach einer Wirtschaftsarchäologie. Gesellschaften zwischen sozialer Harmonie und individuellem Gewinnstreben. In: B. Gehlen, M. Heinen, A. Tillmann, Hrsg. 2001. *Zeit-Räume*. Gedenkschrift für Wolfgang Taute. Archäologische Berichte, 14. Bonn, S. 19-31.

Alexandra David und Dieter Rehfeld

Kulturelle Aspekte von Strategien zur Bewältigung des Strukturwandels

ABSTRACT: *An overview of the wider research on the influence of cultural aspects and path dependence suggests that culture, which is the foundation of regional social capital, has an impact on regional economy and structural changes. Especially regional frames grounded in regional culture that are regarded as schematic and interpretive frameworks can help actors to understand actions and constellations of a particular situations, to act in more solution-oriented way.*

The results of the article show that cultural aspects such as cultural frames and path dependence prove to be useful when coping with structural changes and labour market topics such as human capital development and assurance, because mutual strategic action skills, as part of regional governance structures, play an important role in changing regional pathways and mobilizing regional potentials.

Moreover, the results reveal that regional cultures are mirrored in traditions, values, trust issues, which are part of the social capital and influence the quantity and quality of regional co-operations. For instance, when a region is traditionally associated with a strong labour and business framework, it is easier for the regional actors to find adequate co-operation and build networks, in order to work on a specific issue. Regions with strong business and labour frameworks show greater motivation and faster implementation of the development of labour market related strategies when accomplishing a structural change, than regions that are more rooted in an ethical or a landscape framework.

KEYWORDS: STRUCTURAL CHANGE, REGIONAL CULTURE, EAST-WESTPHALIA-LIPPE

ZUSAMMENFASSUNG: *Die jüngste Forschung über den Einfluss kultureller Aspekte und Pfadabhängigkeit lässt vermuten dass Kultur, und damit zusammenhängend soziales Kapital, eine erheblichen Einfluss auf Strukturwandel ausübt. Regionale Kulturen manifestieren sich in regionale, handlungsleitende Rahmenbedingungen (Frames) und können als Rahmen analysiert werden, der ein gemeinsames Interpretationsschema für kollektives Handeln bildet. Der Beitrag zeigt, wie sich dies am Beispiel Ostwestfalen-Lippe als leitend beim Umgang mit strukturellen Wandlungen und arbeitsmarktpolitischen Herausforderungen manifestiert. Deutlich wird, dass die Entwicklung von fachlichen Kompetenzen und Qualifizierung dazu beitragen, die durch den Strukturwandel gegebenen Potenziale wirksam werden zu lassen.*

Darüber hinaus wird deutlich, dass regionale Kulturen sich in Traditionen, Vertrauen oder Werten wirksam werden und damit eine Grundlage für soziales Kapital bilden, welches wiederum kollektives Handeln erleichtert. Hervorzuheben, dass regionale Frames, die ein gemeinsames Verständnis von wirtschaftlichen und arbeitsmarktpolitischen Vorstellungen und Herausforderungen stärker bei der Umsetzung gemeinsamen Handelns wirksam ist als traditionelle, aus der Landschaft resultierende kulturelle Aspekte.

SCHLÜSSELBEGRIFFE: STRUKTURWANDEL, REGIONALE KULTUR, OSTWESTFALEN-LIPPE

Einleitung

Die Wirtschaftsgeographie hat lange Zeit versucht, regionale Unterschiede mit dem jeweils spezifischen Branchenbesatz zu erklären. Kultur spielte als Erklärungsfaktor keine nennenswerte Rolle. Dies überrascht nicht, wenn wir berücksichtigen, dass der gesellschaftstheoretische Diskurs bis weit in die 80er Jahre hinein, in

einigen Varianten bis heute, von der Annahme global wirksamer Modernisierungsprozesse mit der Folge der Nivellierung lokaler kultureller Besonderheiten dominiert wurde. Den Wendepunkt im wissenschaftlichen Diskurs bildete die Studie von Piore und Sabel (1985) über das Ende der Massenproduktion, die eine grundlegende Veränderung der sektoralen wie auch der regionalen Produktionsstrukturen herausarbeitete.

Seit dieser Zeit finden sich in der regionalökonomischen Debatte immer wieder Hinweise darauf, dass es neben der ökonomischen Struktur spezifische lokale Faktoren gibt, die die regionale Fähigkeit zur Gestaltung von Innovationen und Strukturwandel beeinflussen. In dem Kontext sind vor allem die Aufsätze über „industrial districts“ (Piore und Sabel, 1984; Garofoli, 1991; Asheim, 1996; 2000; Amin, 2000) und innovative Milieus (Aydalot und Keeble, 1988; Maillat, 1998; Crevoisier, 2001), aber ebenso die Diskussion über Cluster und High-Tech Unternehmen und wissensintensiven Branchen (Saxenian, 1994; Rehfeld, 1999; Keeble und Wilkinson, 2000; Cooke, 2002) oder über regionale Innovationsysteme (Autio, 1998; Cooke, et al., 2000; 2004; Tödting und Tripl, 2005) zu nennen. Diese Annäherung an kulturelle Aspekte findet sich mittlerweile auch in anderen Forschungssträngen mit Bezug zum Strukturwandel wieder: in der Diskussion um unterschiedliche Gründungskulturen (Sternberg, 2006), um regionale Entwicklungspfade (Martin und Sunley, 2006; 2010; Martin, 2010), um „varieties of capitalism“ (Hollingsworth und Boyer, 1997; Hall, et al., 2001) oder um „regionale Governance“ (Benz, et al., 2000), um nur einige Beispiele zu nennen. Gemeinsam ist diesen Ansätzen die Annahme, dass es Unterschiede in der regionale Strategie- und Handlungsfähigkeit bzw. Governance gibt, die erheblich auch auf sozio-kulturellen Faktoren beruhen. Besonders thematisiert werden dabei formelle und informelle regionale Netzwerke und deren sozio-kulturelle Grundlagen sowie deren Fähigkeit eine Region mitzugestalten. Sofern kulturelle Aspekte thematisiert werden, wird hierbei vor allem der Bezug über das Konzept „soziales Kapital“ (in den meisten Fällen mit Referenz auf Bourdieu (1983), seltener mit Reference auf Putman (1993; 2000)) hergestellt, wobei theoretisch ein enger Zusammenhang zwischen den Konzepten soziales Kapital, Netzwerke und regionale Governance besteht.

Von einem systematischen Verständnis der Rolle von Kultur im Rahmen von Strategien zur Bewältigung des Strukturwandels sind diese Ansätze weit entfernt. Drei Gründe sind hierfür zu nennen. Erstens wird Kultur noch immer als „Restkategorie“ empfunden. Kultur wird dann herangezogen, wenn die eingangs angesprochenen ökonomischen Faktoren regionale Unterschiede in der wirtschaftlichen Entwicklung nicht genügend erklären können. Konsequenz ist, dass Kultur dann in der Rolle als fördernder oder hemmender Faktor wirtschaftlicher Entwicklung analysiert wird (vgl. den größten Teil der Beiträge in Harrison und Huntington, 2000). Zweitens findet sich, sofern expliziert, ein weiterhin statischer Kulturbegriff im Sinne eines Ensembles von gemeinsamen Traditionen und Werten, gleichen Verständnissen, einer gemeinsamen Sprache, gleichen Codes und Konventionen. Der fließende und heterogene Aspekt von Kultur, der sich gerade auch aus dem Spannungsfeld von regionaler (inklusive Subkulturen) und globaler Kultur ergibt, wird nicht systematisch berücksichtigt. Dies liegt drittens daran, dass selten ein Blick über die disziplinären Grenzen hinaus geworfen wird. Soziologische Raumtheorien können etwa einen

Beitrag dazu leisten, das allgemeine Verständnis der Prozesse des kulturellen Wandels zu fundieren. „Raum“ unter sozialen Aspekten ist weder statisch noch gegeben, sondern das Ergebnis eines gemeinsamen Prozesses zwischen regionalem Regime und regionalem Paradigma. In dem Rahmen sind die Konzepte des „sozialen Kapitals“ und „symbolischen Kapitals“ von Bourdieu (1983), sowie das Konzept „spacing“ von Löw (2001) bedeutend für die weiteren Fragestellungen des Artikels. „Spacing“ bezieht sich auf die Art und Weise wie regionale Akteure gegebene Orte durch Bedeutungen und Symbole und letzten Endes durch gemeinsame Handlungen formen. In diesem Kontext, können Ergebnisse anthropologischer Studien aufgenommen und verarbeitet werden wie z. B. Untersuchungen der Interaktion zwischen lokalen und globalen Kulturen (Breidenbach und Zukrigl, 1998) oder das „third space“ Konzept von Bhabha (2000) oder Appadurais (1996) Interpretation des Lokalen als Potenzial.

Der vorliegende Beitrag will sich einem theoretisch fundierten und empirisch auszufüllenden Verständnis von der Rolle von Kultur nähern, wobei der Bezug zur Bewältigung des Strukturwandels im Mittelpunkt steht. Allerdings beginnt dieser mit generellen Überlegungen zur Kultur, um die oben kritisierte vorschnelle Funktionalisierung zu vermeiden. Es wird zunächst ein analytischer Rahmen vorgestellt, der Kultur in ihren unterschiedlichen und variablen Aspekten empirisch fassbar macht. Daran anschließend wird in vergleichender Perspektive gezeigt, dass in der Tat unterschiedliche kulturelle Frames vorhanden sind, aber dann in den einzelnen Regionen jeweils spezifische Frames handlungsrelevant werden. Dieses wird im dritten Schritt anhand einer Region vertiefend analysiert. Da im Mittelpunkt der Bezug zum Strukturwandel steht, konzentriert sich der Artikel dabei auf eine Region, in der auf Wirtschaft und Arbeit bezogene Frames eine zentrale Rolle spielen. Abschließend werden die Grenzen der hier vorgelegten Argumentation reflektiert und sich hieraus ergebende Forschungsfragen herausgearbeitet.

Der vorliegende Artikel nutzt die Ergebnisse des Europäischen FP6. Projektes „CURE – Corporate Culture and Regional Embeddedness“. Darüber hinaus ist dieser eine Weiterführung von Überlegungen, die in dem Artikels „Path dependence and new paths in regional evolution: in search of the role of culture“ (Cooke und Rehfeld 2011) vorgestellt wurden.

Regionale Kultur und kulturelle Frames

Beginnend mit dem eingangs erwähnten konventionellen Verständnis von Kultur, bezieht sich Kultur auf Wertvorstellungen von Gruppen in einem bestimmten zeitlichen und räumlichen Kontext? Entsprechend werden unter Kultur gemeinsame Kognitionen, Werte, Normen und ausdrucksstarke Symbole (DiMaggio, 1994, S. 27) zusammengefasst. Hierbei handelt es sich um kollektiv gesammelte, geronnene Erfahrung. Diese Erfahrung

kann durchaus „zweiter Hand“ sein, was bedeutet, dass Erfahrungen der Vorfahren einer Region an die kommenden Generationen mit Hilfe von Geschichten, Erzählungen aber auch Traditionen weitergegeben werden. Bhabha (2000, S. 51 ff.) geht über diesen Ansatz hinaus. So argumentiert er, dass insbesondere dann, wenn eine bestimmte Kultur mit anderen, heutzutage zunehmend globalen Kulturen konfrontiert wird, sie (wieder) vital wird und an Bedeutung für ihre Träger gewinnen kann. Sie wird in der Auseinandersetzung mit dem Anderen manifest. Oft latente, zum Teil auch verloren gegangene, Sitten und Routinen können dann zum Vorschein treten und stärker als zuvor auch in den Alltag und nicht nur in die Erzählungen integriert werden. Die eigene Identität wird durch die Abgrenzung des Eigenen von dem Fremden gestärkt. Bhabha spricht in diesem Zusammenhang von dem „third space“ – dem „dritten Raum“, dem Prozess, der eine spezifische Kultur erkenntlich macht, wenn sie mit einer anderen Kultur konfrontiert wird. Dieser „dritte Raum“ ist aber zugleich auch der Raum, in dem sich Kulturen vermischen. So leben z. B. viele der heutigen (Post)Migranten in transnationalen Räumen (Pries, 2001), die Ihnen das Leben zwischen multiplen Kulturen erleichtern. Transnationale Räume sind Funktionsräume, die sowohl virtueller als auch realer Natur sind. Ihre Funktion reicht von einem banalen Austausch von Alltagserfahrungen bis hin zum Austausch von hochwertigem Wissen, das für regionale Wirtschaften und Wissensbasen und durch eine gute Absorptionsfähigkeit der Region selbst bedeutsam werden kann. Dieser „dritte Raum“ ist als Interaktionsraum verortet zwischen zwei oder sogar mehreren Welten und Kulturen. Er ermöglicht es, die Vorteile der multiplen Kulturen zu nutzen, diese bestenfalls sogar zu verbinden. So gesehen, kann also der „dritte Raum“ von Bhabha auch als ein Raum für innovative Ideen verstanden werden, die aus dem Austausch und der Erfahrung des Einzelnen, sich in mehreren Kulturen zu bewegen, erwächst. Der letztgenannte Aspekt wird am Ende des Artikels noch einmal beleuchtet. Kultur ist demnach keineswegs statisch und noch homogen, auch nicht in Hinblick auf eine einzelne Region (Bhabha, 2000; Hall, 2002). Das Verständnis von Kultur muss die Möglichkeit der Differenzierung ebenso wie die sich aus der Konfrontation unterschiedlicher Kulturen ergebende Dynamiken einbeziehen. Die Konsequenz eines solchen Kulturverständnisses besteht darin, dass Kultur konzeptionell schwer zu fassen ist. Hierbei handelt es sich um ein generelles Problem gesellschaftswissenschaftlicher Theoriebildung, gerade dann, wenn es um Veränderungsprozesse wie den Strukturwandel geht (Sarasin, 2009), der selbst dynamisch und weniger statisch ist. Wenn die zu analysierende Realität fließend und „unscharf“ ist, dann erscheint es jedenfalls nicht sinnvoll, Kultur bzw. kulturelle Unterschiede mit Ausprägungen von Attributen wie rational oder irrational, männlich oder weiblich zu charakterisieren (so etwa Hofstede, 1991, vgl. auch die Kritik in Trompenaars, 1993, Trompenaars und Prud'homme, 2004). Für die hier vorliegende Analyse

regionaler Kulturen sollten nach diesen Überlegungen folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- die verschiedenen kulturellen Frames, die als kulturelle Kulisse (im folgenden Setting) zusammenwirken (oder auch nicht),
- das Bewusstsein für den dynamischen Aspekt von Kultur,
- die Frage nach der generellen und spezifischen Handlungsrelevanz der unterschiedlichen kulturellen Frames.

Um dies zu konkretisieren bezieht sich der vorliegende Artikel auf die Frameanalyse von Goffman (1974). Goffmans Frames werden verstanden als Schemata und Deutungsrahmen für die Interpretation von Stereotypen, auf die sich Akteure verlassen, um Situationen, Ereignisse oder deren Abfolge dieser, (besser) bewerten zu können. Die Frameanalyse ist weit verbreitet in den Medien-, aber vor allem in der Kommunikationswissenschaft. Dort dient sie den Medien, soziale Phänomene zu erfassen und zu konstruieren. Des Weiteren ist die Frameanalyse hilfreich, um die unterschiedlichen Verhaltensweisen und deren kulturelle Grundlagen von Akteuren in bestimmten sozialen Situationen zu interpretieren und zu verstehen. Frames sind emotional und normativ besetzt.

In der folgenden Analyse werden fünf Frames unterschieden, um die kulturellen Settings in einem spezifischen regionalen Kontext zu analysieren (ausführlich ist dieser Ansatz dargestellt in Cooke und Rehfeld, 2011). Zunächst geht es um zwei Frames, die sich auf den soziokulturellen und räumlichen Hintergrund beziehen: den ethnischen Frame und den Landschaftsframe. Zwei weitere Frames beziehen sich unmittelbar auf ökonomische Aspekte und sind als Arbeits- und der Wirtschaftsframe zu analysieren. Nicht zuletzt ist der politische Frame auch Teil der Untersuchung, da er sich auf die Möglichkeiten kollektiven Handelns bezieht, was gerade für Regionen bedeutsam sein kann. Zu Beginn werden am Beispiel von sieben Regionen die oben genannten Frames kurz diskutiert und illustriert. Daran anschließend wird auf die Ebene einer spezifischen Region (Ostwestfalen-Lippe) gegangen, um dort die für den Strukturwandel zentralen Frames, den Arbeits- und Wirtschaftsframe, zu betrachten.

Regionale Frames – ein Vergleich

Nicht jeder der beschriebenen Frames ist in jeder Region relevant, es war auch nicht möglich, alle Frames in jeder Region in der wünschenswerten Tiefe zu untersuchen, da die Regionen unterschiedliche Pfade vorweisen. Von daher sind die Ausführungen in diesem Abschnitt heuristisch zu verstehen. Ihre Funktion ist es, den Analyserahmen fassbar zu machen, seine Möglichkeiten und Grenzen aufzuzeigen, wobei uns vor allem die unterschiedliche Ausprägung der Frames, die Beziehung zwischen den Frames und deren Bedeutung für den Strukturwandel interessiert.

Beginnend mit **Basel**: Charakteristisch ist hier eine Heterogenität innerhalb der Frames, die sich häufig als ein Nebeneinander und weniger als eine Synergie ausdrückt. Am ehesten lässt sich hier noch der ethnische Frame mit einheitlichen Wurzeln beschreiben: Die Verankerung innerhalb der alemannischen Kultur, wozu durchaus auch die Abgrenzung gegenüber Zürich gehört, und die etwa auch in der Sprache hörbar oder der Fasnacht-Tradition hör- und sichtbar wird. Sprache kann aber nicht nur zusammenführen, sondern auch ausgrenzen: Die um die Konzernzentralen gruppierte internationale Community führt Englisch als Geschäftssprache und immer wieder auch als Alltagssprache. Dieses Nebeneinander von alt und neu drückt sich auch im Landschaftsframe aus. Die Stadt Basel ist von einer historischen Altstadt geprägt, weist aber auch international anerkannte Symbole für die zukünftige Entwicklung der Stadt auf, insbesondere eine hohe Dichte an moderner Architektur (Herzog & de Meuron; Santiago Calatrava, Mario Botta, Richard Meier, Renzo Piano), sowie die modernen Zentralen der Pharmaunterindustrie. Basel ist zudem bekannt für seine Kunstmesse (ArtBasel) und den Rhein, der für eine gewisse Attraktivität sorgt. Neben diesen Elementen des „Alten und Neuen“, des „Lokalen und Globalen“ findet sich im Landschaftsframe ein drittes Element: die Verankerung in einer grenzübergreifenden Region (Schweiz, Deutschland, Frankreich), die durch dichte Pendlerströme und Arbeitsmarktverflechtungen geprägt ist. Dass diese Beziehung nicht spannungsfrei ist, zeigt sich an der immer wieder aufflackernde Diskussion an den hohen Anteil deutscher Professoren an den Hochschulen und an der höchst kontroversen und sehr knapp erfolgreichen Initiative (2014) zur Begrenzung der Zuwanderung. Der politische Frame reflektiert diese unterschiedlichen Elemente. Die Schweiz ist durch eine ausgeprägte kommunale bzw. kantonale Selbstverwaltung geprägt. Stadt und Kanton Basel arbeiten zusammen, Metro-Basel übernimmt Marketingfunktionen, der Eurodistrikt steht für die grenzüberschreitende Zusammenarbeit. Unter dieser Oberfläche finden sich zahlreiche informelle, oft kleinräumige Netzwerke. Auch der Wirtschaftsframe und der Arbeitsframe sind durch die genannten Spannungen charakterisiert. Eine mittelständische Unternehmenskultur mit ausgeprägter Tradition in sozialer und kultureller Verankerung auf der einen Seite, eine zunehmend globale Kultur, die eher dem angelsächsischen Shareholder Modell als dem kontinentalen Stakeholder Modell verpflichtet auf der anderen Seiten, prägen die Stadt, wobei im Leitbild eine Zukunft als Life Science Region (Novartis, Roche, Lonza, Syngenta) dominiert. Zusammenfassend finden sich damit Spannungsverhältnisse, die sich in allen hier diskutierten Frames wiederfinden. Basel steht damit für eine Metropolitan kulturelle Struktur, in der es immer wieder zu Spannungen und Widersprüchen kommt, die aber bezogen auf den Strukturwandel produktiv sind: Basel ist ohne Zweifel eine attraktive wie auch eine wirtschaftlich erfolgreiche Stadt bzw. Kanton.

Ostwestfalen-Lippe ist in vielerlei Hinsicht das Gegenmodell. Da wir im folgenden Abschnitt darauf detaillierter eingehen werden, hier nur die wichtigsten Stichworte. Ostwestfalen-Lippe ist eine Region, die wenig gemeinsame Wurzeln besitzt, landschaftlich eher ländlich und mittelstädtisch geprägt und als politische Einheit ein Kunstprodukt der administrativen Reorganisation nach dem Zweiten Weltkrieg ist. Dennoch ist diese Region sehr erfolgreich mit ihren Strategien zur Bewältigung des Strukturwandels, was mit einem ausgeprägten und identitätsbildenden Wirtschaftsframe und damit zusammenhängend auch Arbeitsframe erklärt werden kann.

Von den untersuchten Regionen ist die Region im **Südosten der Niederlande (Brabant)** mit Eindhoven als Kern in seinem Ensemble der Frames zwischen Basel und Ostwestfalen-Lippe zu verorten. Brabant unterscheidet sich von Basel bezogen auf den ethnischen Frame. Und damit ist Brabant auch anders als die sonstigen Provinzen der Niederlande, weil Immigranten im Laufe der Zeit eine (mit den Gründern von Philipps als Leitpersonen) prägende Rolle in der Region eingenommen haben. Prägend ist im ethnischen Frame eine Tradition des leicht laufenden, guten Lebens („gemoedelijkeid“). Bezogen auf den Landschaftsframe ist Brabant ähnlich wie Ostwestfalen-Lippe eher ländlich und mittelstädtisch strukturiert, hat aber aufgrund der großen Bedeutung von Migranten, der Präsenz internationaler Unternehmen und der seit rund zwanzig Jahren stattfindenden grenzüberschreitenden Zusammenarbeit stärkere globale Bezüge als Ostwestfalen-Lippe. Der politische Frame in Brabant ist weniger stark ausgeprägt. Die Position der Provinzen in den Niederlanden ist nicht so stark wie die Rolle der Kantone in der Schweiz und wird momentan auch durch Zentralisierungstendenzen (etwa bei den Handelskammern) geschwächt. Dennoch ist es der Region immer wieder gelungen, ein klares Profil im Rahmen der niederländischen Strukturpolitik einzunehmen: zuerst im Rahmen von „Peaks in the Delta“ als Technologieregion, danach mit einem weiterentwickelten Profil im Rahmen der Topsektorenpolitik. Der Grund für diese erfolgreiche Positionierung ist wie in Ostwestfalen-Lippe im Wirtschaftsframe zu sehen: eine gelungene – aber immer wieder auch prekäre – Balance zwischen lokal verankerten Familienunternehmen und globaler Unternehmenskultur mit einer gemeinsamen – um die Standorte von Philipps gruppierten – Orientierung an „open innovation“ Konzepte für die Weiterentwicklung der Technologieregion bilden den Rahmen für gemeinsame Strategien.

Die anderen vier hier untersuchten Regionen haben deutlich größere Schwierigkeiten bei der Bewältigung des Strukturwandels als die drei bisher dargestellten. Unter diesen ist mit **Wales** die Region, die den klarsten ethnischen und Landschaftsrahmen aufweist. In Bezug auf den ethnischen Frame lässt sich von einer keltischen Tradition in Verbindung mit einer ausgeprägten nationalen walisischen Identität sprechen, die auch in einer eigenen Sprache zum Ausdruck kommt. Landschaftlich handelt es sich um ein geschütztes, von dem Atlantik

geprägtes Gebiet, das regnerisch, aber auch grün ist. Der politische Frame ist durch die britische Dezentralisierungspolitik deutlich gestärkt worden und hat auch die Einrichtung diverser Organisationen zur Vermarktung und strukturpolitischer Positionierung zur Folge. Eine gemeinsame strategische Positionierung im Strukturwandel wird aber dadurch erschwert, dass es keine gemeinsame Balance innerhalb des Wirtschafts- und Arbeitsframes gibt: lokale Traditionen, vor allem aus dem Bergbau und der Stahlverarbeitung mit einer ausgeprägten solidarischen Arbeitskultur, eine Einbindung in die angelsächsische Shareholder-Kultur sowie in jüngster Zeit eine Rückbesinnung auf lokale Produktion stehen nebeneinander und sind auch in der auseinanderdriftenden Entwicklung zwischen dem Kern um Cardiff und dem montanindustriell geprägten Nordwales sichtbar.

Diese Heterogenität innerhalb und das fehlende Zusammenspiel zwischen den Frames findet sich auch in den anderen drei hier untersuchten Regionen: **Győr**, **Brandenburg** und der **Steiermark**. Alle drei Regionen können weit zurückreichende historische Wurzeln aufweisen. Brandenburg mit Potsdam ist noch am ehesten vergleichbar mit Basel in einer von einer Metropole geprägten landschaftlichen Kontext eingebettet und bildet das Herz preußischer Tradition, ist aber im Spannungsfeld zwischen dem Großraum Berlin und dem ländlichen östlichen Landesteilen äußerst heterogen. Győr weist bezogen auf den ethnischen Frame zwei, auch in anderen Regionen zu findende, Charakteristika auf: Erstens handelt es sich um eine Grenzregion, die in den letzten Jahrhunderten in immer wieder wechselnde politische Strukturen eingebunden ist und sich mental auch von der jetzigen Einbindung in Ungarn abgrenzt. Zweitens handelt es sich um eine Grenzregion, die traditionell mehrsprachig ist und hierdurch in Verbindung mit der Grenznahe ein Standortvorteil bei Investitionen von außen hat. Die Steiermark hat zwar keine vergleichbaren politischen Umbrüche erfahren, dafür allerdings – ähnlich wie Wales – tiefgreifende Umbrüche in der bis ins Mittelalter zurückreichenden montanindustriellen Struktur.

Tiefgreifende Umbrüche auf verschiedenen Ebenen und damit wenig integrierte und kohärente Frames sind die gemeinsamen Merkmale dieser drei Regionen. Auch die Wirtschaftsstruktur ist heterogen: Alte industrielle Strukturen, traditionelle und regional verankerte Unternehmen, Unternehmen aus neuen Branchen wie Informations- und Kommunikationstechnik sowie Niederlassungen internationaler Unternehmen stehen mit ihren unterschiedlichen kulturellen Ausprägungen nebeneinander. Ein gemeinsamer Business- und Arbeitsframe hat sich bisher nicht herausgebildet.

Ein vertiefender Blick: Ostwestfalen-Lippe

Die Region Ostwestfalen-Lippe (OWL) ist eines der fünf Regierungsbezirke des Bundeslandes Nordrhein-

Westfalen (NRW) in Deutschland. Die Region besteht aus 7 Landkreisen und ist ca. 6.500.000 Quadratmeter groß mit einer Bevölkerungsgröße von rund 2.000.000 Menschen. Die Siedlungsstruktur zeichnet sich durch eine Handvoll mittelgroßer und zwei größeren Städte (Bielefeld, ca. 325.000 Einwohner und Paderborn, ca. 145.000 Einwohner) aus sowie einer größeren Anzahl von kleinen Städten, die in einem ausgedehnten ländlichen Landschaftskontext eingebettet sind. Eine Art Urbanisierung fand zwar in den vergangenen Jahren statt, aber allgemein gesprochen ist OWL ländlich geblieben. Eine Besonderheit der Region ist die hohe Zahl der mittelständischen, aber historisch bedeutsamen Städte wie Minden, Gütersloh, Detmold und Herford.

OWL verfügt weder über eine homogene Landschaft noch ist sie eine historisch entstandene oder strukturierte Region. Die spezifische Geschichte dieser Gegend (OWL) wurde durch eine besondere Mentalität in der Bevölkerung geformt. Während des 17. Jahrhunderts fand in der Region der Dreißigjährige Krieg zwischen Protestanten und Katholiken in Europa statt. Der Freiheitsvertrag wurde dann in der Nachbarschaftsregion, in Münster und in Osnabrück, unterzeichnet. In dieser Zeit wurden erstmalig die unterschiedlichen Teile der Region auf der Karte sichtbar. Die Grafschaft Ravensberg, ein Territorium des römischen und später des preußischen Reiches, lag im nördlichen Teil (Bielefeld, Bünde, Halle, Herford und Minden). Diese Region wurde stark von Luthers „Erweckungsbewegung“ aufgrund des starken Gemeinnsinns geprägt. Noch heute sprechen die Menschen in der Region über eine bestimmte Mentalität, die durch den „Ravensberger Pietismus“ ausgezeichnet ist. International bekannte soziale Projekte wie Bethel, sind auf diesen Gemeinnsinn zurückzuführen. Im Gegensatz dazu gab es die starke katholische Diözese Paderborn, die den südlichen Teil von OWL abdeckt. Das lokale Selbstbewusstsein und das starke Gefühl der Identität sind auch aufgrund des weit verbreiteten Protestantismus auf die umliegenden Regionen übertragen worden. Paderborn gehörte seit dem Beginn des 19. Jahrhunderts zu Preußen und musste sich selbst aufrechterhalten. Diese Situation dauerte mehr als zwei Jahrhunderte und wurde begleitet durch einen Mangel an interregionalen Kulturaustausch. Einige Akteure sehen dies bis heute als den Grund für die spezifische „Westfälische Mentalität“.

Bezüglich der heutigen regionalen Identität kann festgehalten werden, dass die historischen, politischen und religiösen Grenzen anhalten. Die Region OWL – wie sie heute bekannt ist – wurde nach dem zweiten Weltkrieg zum Regierungsbezirk. Ihre genauen Grenzen innerhalb von NRW sind mehr ein Ergebnis politischer Verhandlungen und tragen weniger sozio-kulturelle Wurzeln. Der Bezirk Lippe zögerte lange, ein Teil des Landes NRW oder Niedersachsen genannt zu werden, bis es schließlich NRW beigetreten ist. Der Regierungsbezirk wurde 1947 gegründet. Die Bezirksregierung Detmold ist zwischen Land und Kommunen angesiedelt. Sie ist für eine Reihe von Themen wie Regulierung von Flächennut-

zungsplanung und Umweltangelegenheiten verantwortlich. Ein weiterer Schritt zur Intensivierung der Zusammenarbeit zwischen den regionalen Akteuren war die Gründung der „Initiative für Beschäftigung OWL“ (Initiative für Beschäftigung OWL e.V.) in den späten 1990er Jahren seitens der Bertelsmannstiftung. Die Initiative wurde mit der Entwicklung von speziellen Konzepten für den regionalen Arbeitsmarkt betraut, die sowohl Integration als Reaktivierung von Arbeitskräften fokussierten. Zusätzliche Funktionen in dem Sinne übernahm die „OWL Marketing GmbH“ als Wirtschaftsförderungsagentur für die gesamte Region. Gegründet als Public-Private-Partnership arbeitet sie noch gegenwärtig im Auftrag der folgenden Städte und Landkreise: Gütersloh, Herford, Höxter, Lippe, Minden-Lübbecke, Paderborn Bielefeld. Sie bündelt nach eigenem Selbstverständnis die Kräfte der verschiedenen regionalen Akteure und weiterer thematischer Initiativen.

Die nächste nennenswerte Aktivität, die die Region sichtbar machte, war die „REGIONALE 2000“, ein Instrument der Landesregierung zur Förderung der regionalen Identität, das zur Kooperation und Transparenz ausgerichtet war. Zwischen 1997 und 2000 wurden 54 Projekte unter dem Slogan: „Wir holen die Weltausstellung zu UNS“ in OWL mit finanziellen Beiträgen des Landes NRW durchgeführt.

Im Hinblick auf das Außenimage zählt die Region Ostwestfalen-Lippe weiterhin zu den „Nicht-Kern-Regionen“ innerhalb des Bundeslandes NRW. In der breiten Öffentlichkeit ist die Außenwahrnehmung der gesamten Region OWL eher diffus und zum Teil verzerrt. „Irgendwo zwischen Dortmund und Hannover, viele Bauernhöfe, kleinen Städte“ heißt es in einem Artikel der Süddeutsche Zeitung (Nr. 160, 2011,22). OWL hat nach wie vor ein Imageproblem und ist in der breiten Bevölkerung weniger bekannt. Wie eine Studie des Landschaftsverbandes Westfalen-Lippe (LWL) im Jahr 2012 zeigen konnte, wird in NRW die Region Westfalen und damit auch OWL im Vergleich zum Ruhrgebiet oder dem Rheinland in Schulbüchern schlechter oder kaum dargestellt. Menschen in NRW verbinden mit OWL weiterhin, trotz einer starken Wirtschaftsstruktur, Attribute wie „ländlich, weitläufig, grün“ und denken in dem Zusammenhang an Agrarindustrie statt an Technologie. Im kürzlich erschienenen Artikel der Süddeutschen Zeitung heißt es: „Ostwestfalen, so heißt die Region hier, und sie liegt so weit draußen, dass sie für die Bomber im Zweiten Weltkrieg nicht von Bedeutung war“ und fügt hinzu „Wäre die Welt doch eine Scheibe, dann wäre sie da hinter Bielefeld zu Ende.“ (Süddeutsche Zeitung Nr. 127, 2012,7). In den vergangenen Jahrzehnten galt OWL lange als die „Gesundheits- und Kurregion“ Deutschlands. Das Bild von Kliniken und Rehabilitationszentren prägt auch zum Teil weiterhin die Außenwahrnehmung. Wegen ihrer Landschaft wird OWL bisweilen als Ausflugsort ins „Grüne“ gesehen und zählte tatsächlich mit 6,4 Millionen Übernachtungen im Jahr 2010 als attraktivste touristische Region in NRW.

Dabei birgt OWL, trotz der diffusen Außenbilder, viel Potenzial. Ergebnisse einer 2009 durch das Marktfor-

schungsinstitut Emnid durchgeführten Umfrage zum Thema Bekanntheitsgrad und Image des Wirtschaftsstandorts OWL fielen positiv aus. Fast 80% der Befragten kannten den Standort OWL (Süddeutsche Zeitung, Nr. 160, 2011,22). Befragt wurden dabei 503 Entscheider aus den Bereichen Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und Verwaltung. Und auch die 2012 vom Manager Magazin durchgeführte Studie „Imageprofile 2012“, die 4.000 Vorstände, Geschäftsführer und leitende Angestellte befragte, attestierte OWLs Wirtschaft und den dort ansässigen Unternehmen einen guten Platz im Ranking. Im Jahr 2008 widmete sich das Wirtschaftsmagazin der Regionen „brand eins, Das Wirtschaftsmagazin der Regionen“ in seiner Ausgabe „Neuland – Ostwestfalen-Lippe, Man muss ja nicht immer reden“ der Region und entdeckte dabei viel Unentdecktes. Unter dem Motto: „Erfolgreich, still und leise“ fasst das Heft zusammen, was zugleich den Erfolg und den geringen Bekanntheitsgrad der Region ausmacht. Und auch der im April 2012 im „The Economist“ erschienene Artikel „What Germany offers the world“ spricht von den „hidden champions“ der deutschen Wirtschaft, die in Ostwestfalen-Lippe ihren Standort haben, und gerade deswegen weltweit erfolgreich sind. Als Geheimnis der erfolgreichen Unternehmen wie Dr. Oetker, Miele, Beckhoff etc. wird ihre regionale Unternehmenskultur genannt, die ihnen vor allem in Krisenzeiten wie der momentanen Wirtschaftskrise Stabilität verleiht: „Beckhoff and its peers have global ambitions but their business culture has deep provincial roots“ (The Economist, 04/2012). Diese von außen kaum wahrgenommene Kultur, mag sie nach außen noch so traditionell und provinziell wirken, in der die meisten mittelständischen und teilweise noch familiengeführten Unternehmen in OWL gegründet wurden, wird durch Nachhaltigkeit, Vertrauen, Innovation und Kooperationen umschrieben. Die regionale Bereitschaft zur Kooperation ist bereits, mit Hilfe der oben genannten Initiativen, Ende der 1990er und Anfang der 2000er Jahre sichtbar gewesen. Gemeinsame Projekte gegen den Fachkräftemangel und für eine Steigerung des regionalen Images werden der guten regionalen Zusammenarbeit der Akteure zugeschrieben. Dass die Region trotz eines traditionellen Images wirtschaftlich längst zu neuen Ufern aufgebrochen ist, hat auch die Formierung regionaler Brancheninitiativen in den späten 1990er Jahren gezeigt. Diese zum Symbol der regionalen Wirtschaftskraft gebündelt Initiativen dienen seit dem als Kommunikationsinstrument nach innen und außen. Die heute 11 existierenden Brancheninitiativen, die von sich selbst behaupten, ihr Erfolg liege verankert in den regionalen Unternehmen (The Economist 04/2012), werden auch international wahrgenommen, wie das Netzwerk „OWL Maschinenbau e.V.“ und das Spitzenclusters „it's owl e.V. – Intelligente Technische Systeme OstWestfalen-Lippe“ zeigt.

Aus heutiger Sicht, hat sich OWL rein Äußerlich wenig verändert: „In places like Bielefeld the future looks like an extension of the past“ (The Economist, 2012). Trotzdem hat die Region es geschafft, nicht wie andere

Regionen nur äußeren und damit globalen Trends zu folgen, um sich damit ein neues Außenimage zu verschaffen, sondern hat aus Altbewährtem mehr Lebensqualität und eine Marke als starker Wirtschafts- und Arbeitsplatzstandort kreiert. Mit dem von der gesamten Region getragenen Projekt „Zukunftsmeile Fürstenallee“ – einer Initiative von Wirtschaft und Wissenschaft für Produkt- und Produktionsinnovationen – will OWL im Sinne einer Technologieregion wahrgenommen werden. Die Zukunft der Region und ihrer Beschäftigten setzt auf einen noch besseren Austausch zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Unternehmen. Die Zukunftsmeile Fürstenallee ist aus weiteren Gründen ein Vorreiterprojekt. Zum einen wird die Kooperation zwischen KMUs und Großunternehmen gefördert. Zum anderen werden die Grenzen zwischen den Subregionen in OWL überschritten (die lange Zeit historisch bedingt getrennt schienen), so dass die Region vereint nach außen tritt. „Zwar sind die (Firmen) untereinander oftmals Wettbewerber, aber sie haben eine gemeinsame Schnittstelle: das Standortproblem (Zitat von Herbert Weber OWL GmbH, Süddeutsche Zeitung, Nr. 160, 2011,22). Und auch beim Thema Steigerung regionaler Attraktivität als Wohn- und Standort hat die Region in den vergangenen Jahren neue Werbekonzepte entwickelt. Der Werbeslogan „OWL – Ganz oben in Nordrhein-Westfalen, zentral in Deutschland“ drückt aus, dass die Region zum einen eine hohe wirtschaftliche Bedeutung innerhalb von NRW hat und auch von zentraler Bedeutung für den Standort Deutschland ist. Mit dem Internetauftritt „Wir geben Talenten ein Zuhause“ wirbt die OstWestfalenLippe GmbH um Fachkräfte und stellt dabei primär ihre Kultur als Wiedererkennungsinstrument in den Vordergrund.

In der Summe: trotz eines eher schwachen ethnischen und Landschaftsrahmens und mittelmäßiger politischer Kompetenzen ist OWL heutzutage eine der erfolgreichsten Regionen mit leistungsfähigen Netzwerk-Governance-Strukturen in Deutschland. Die oben genannten Tätigkeiten und das allgemeine Bewusstsein für Vernetzung und Kooperation macht die Region global betrachtet wettbewerbsfähig. Das ist erstaunlich für eine Region, in der Unternehmen traditionell einer Einzelkämpfer-Mentalität des Unternehmertums folgen. Keiner der Interviewpartner unseres Samples war in der Lage, eine befriedigende Erklärung für diese Verschiebung „vom Einzelkämpfer zum Netzwerker“ zu liefern. „Die Zeit ist reif für Vernetzungen“, war die einfachste Antwort, wenn der kulturellen Wandel seitens der Interviewer angesprochen wurde.

Als Hauptgrund für den Kulturwandel kann in dieser Region sowohl ein starker Arbeits- als auch ein starker Wirtschaftsframe identifiziert werden – beides bedingt durch die Vielzahl regionaler „Familienunternehmen“ und der regionalen Vernetzungsfähigkeit. Familienunternehmen bedeutet rechtlich, dass das Unternehmen im Besitz und mindestens in der zweiten Generation von einer Familie betrieben wird. OWL ist eine der fünf deutschen Regionen mit der größten Anzahl und Dichte von Famili-

enunternehmen. Drei weitere Regionen sind große Ballungsräume: München, Hamburg und das Rhein-Ruhr-Gebiet. In diesen Regionen werden Familienunternehmen Seite an Seite mit weltweiten börsennotierten Unternehmen geführt. Im Gegensatz dazu wird OWL (und die Region um Stuttgart herum) in ihrer Industriestruktur von Familienunternehmen dominiert.

Natürlich können nicht alle der Unternehmen in OWL Familienunternehmen genannt werden, aber sie sind wichtig für den regionalen Wirtschafts- und Arbeitsframe. Die meisten Unternehmen in der Region haben eine klare Vorstellung von der Art und Weise, wie sich ein Familienunternehmen verhalten soll und viele, selbst keine Familienunternehmen, versuchten, diesem Verhalten zu folgen. Ein Interview mit August Oetker, einem der prominenten Familienunternehmen-Inhaber in OWL, fällt in diesen Zusammenhang. Das Unternehmen, das besser als „Dr. Oetker“ bekannt ist, ist aufgrund der Erklärung von Oetker zur Finanzkrise interessant. Bei diesem Gespräch, das im Januar 2009 in einer lokalen Zeitung veröffentlicht wurde, sagt Oetker, dass die Stärke von Familienunternehmen in Zeiten der Wirtschaftskrise sichtbar wird. Familienunternehmen mit ihren Werten von Vertrauen und Moral sowie endogenem Eigenkapital sind ein Erfolgsmodell. Diese Unternehmen können zwar nicht schnell expandieren und sind finanziell begrenzt sowie wenig flexible (unfähig) auf Finanzen über die Börse zuzugreifen. Doch in Zeiten der Krise übertrifft ihre Leistung die der Aktiengesellschaften. August Oetker führt fort, dass das kurzfristige Handeln der Aktiengesellschaften nicht nur ein Problem für die Wirtschaftsleistung ist, es macht auch den Aufbau einer guten Unternehmenskultur unmöglich. Kontinuität im Top-Management ist der Schlüssel zum Erfolg und das bedarf eines guten Betriebsklimas (Neue Westfälische, 14.01.2009). Das beschriebene Arbeitsklima ist wiederum entscheidend für die Anwerbung und die Retention von gut ausgebildeten Arbeitskräften sowohl aus weiteren inländischen Regionen als auch aus dem Ausland. Ein weiterer wichtiger Aspekt im Hinblick auf Familienunternehmen ist, dass sie oft antizyklisch handeln. Es gibt in der Region OWL ein Beispiel für ein stark traditionelles Familienunternehmen (Miele), das sich sowohl heute als auch bereits während der Finanzkrise 1929 weigerte, Kurzarbeit einzuführen, sondern diese Zeit als eine Atempause nutzte, um neue Produkte zu entwickeln und gute Arbeitskräfte zu rekrutieren. Das ist eine interessante Herangehensweise und noch einmal: typisch für diese Region. Zwar sind die Gehälter in Familienunternehmen in der Region geringer im Vergleich zu den Gehältern in Großunternehmen, aber dafür sind die Arbeitsplätze sicherer und die Arbeitsbedingungen besser. Es ist eine gute und vernünftige Strategie, in Krisenzeiten Personal zu rekrutieren und die bestehende Belegschaft von einer guten und stabilen Unternehmenskultur zu überzeugen. Diese familiengeführte Unternehmenskultur ist stark verbunden mit Organisation, Produktion und Innovationsprozessen. Die drei wichtigsten Aspekte können folglich zusammengefasst werden:

1. **Ein hohes Maß an funktionaler Integration und einem starken Fokus auf die Produktqualität.** Ost-Westfälische Familienunternehmen sind hoch integriert soweit Produktion und Innovation betroffen sind. Das wichtigste Motiv für die hohe Funktionsintegration scheint ein starkes Interesse an der Qualitätskontrolle zu sein, weil qualitativ hochwertiger Produkte und Prozesse grundlegend für die meisten Familienunternehmen in OWL sind. („Wenn wir über Qualität sprechen, meinen wir es ernst“). Gleiches gilt für Technologie und Innovation. Die Unternehmen sehen ihre Wettbewerbsfähigkeit in einer starken technologiegetriebenen Basis und bemühen sich folglich, die wichtigsten technologischen Kompetenzen im eigenen Haus zu halten.
2. **Eine pragmatische Methode der Organisationsentwicklung** (die Form folgt der Funktion). In der Regel haben Familienunternehmen in OWL deutlich informelle Organisationsstrukturen. Kurze Wege, direkte Kommunikation und flache Hierarchien sind typisch für die interne Struktur. Ein gemeinsames Merkmal ist: zuerst versuchen, dann testen und dann tun – wenn es denn funktioniert, kann die Organisationsstruktur weiter gegeben werden. Begrenzte Ressourcen sind ein bekanntes Merkmal dieser regionalen Kultur und eine kostensenkende Einstellung hat eine sehr lange Tradition. Vielleicht ist dies ein Grund, warum viele regionale Unternehmen sich auf langlebige, hochwertige Produkte spezialisiert haben.
3. **Ein steigendes Interesse an der regionalen Vernetzung.** Sowohl in den Interviews mit den regionalen Akteuren als auch in den Fallstudien wurde eine Vielzahl von Indikatoren und Aussagen gefunden, die darauf hinweisen, dass die Unternehmen eine stärkere regionale Ausrichtung in den letzten fünf bis zehn Jahren besaßen. Als regionale Outsourcing-Experimente abgebrochen wurden, schenken die Unternehmen mehr Aufmerksamkeit der regionalen Ebene. Niemand der befragten Akteure konnte diese Änderung wirklich erklären.

Eine Verantwortung für die Region und die Arbeitnehmer kann diesem besonderen Typ von Unternehmen in OWL zugesprochen werden, ebenso wie ein Gefühl der Verantwortung gegenüber dem Unternehmen seitens der Mitarbeiter. Persönliche Verantwortung beinhaltet direkte und intensive Kommunikation zwischen dem Unternehmensbesitzer und den Mitarbeitern, und dies laut eines Interviewpartners, vermeidet bürokratische Entscheidungsprozesse und ermöglicht schnelle Entscheidungen. Misserfolge sind in solch einer Kultur besser zu verkraften und kommende Schritte zu klären.

Nicht zuletzt haben Familienunternehmen ein Gesicht (das nicht immer ein Familienmitglied sind muss). Dementsprechend sind Familienunternehmen nicht nur in wirtschaftlicher Hinsicht präsent, aber auch im täglichen Leben (z.B. wenn der Unternehmensinhaber das

Mittagessen gemeinsam mit den Arbeitnehmern einnimmt) und in gemeinsamen Geschichten verhaftet bleibt. So wird einem Inhaber eines großen Familienunternehmens nachgesagt, dass er lokale Nahrungsmittel bevorzugt und sehr bescheiden lebt. Luxus und eine expressive Lebensweise sind nur schlecht mit dem Image eines Familienunternehmens in OWL zu vereinbaren.

Wenn diese Ideen von Familienunternehmen als Wirtschafts- und Arbeitsframe zu interpretieren sind, sieht man, dass Familienunternehmen nicht nur eine rechtliche Angelegenheit sind, sondern dass es eine Menge von Unternehmen gibt, die per Definition keine Familienunternehmen sind, aber behaupten, dass sie fühlen und handeln wie ein Familienunternehmen. Zum Beispiel sagt ein öffentliches Unternehmen aus der Region, dass es mehr in der Art eines Familienunternehmens funktioniert und arbeitet als ein öffentliches Unternehmen. Ein Gesprächspartner aus der ITK-Branche bestätigt, dass er die Idee mag, der Gründer eines Multi-Generationen-Familienunternehmens zu werden. Er sieht sein Unternehmen als eine Familie aus zwei Gründen: 1) Verschiedene Mitglieder aus seiner Familie arbeiten bereits im Unternehmen wie sein Bruder, seine Schwester sowie sein Schwager. 2) Er sieht sein Unternehmen als Familie und er äußert: „In dieses Unternehmen einzusteigen, ist wie zu heiraten“. Seine weitere Aussage bestätigt die vorige, dass die traditionellen Familienbetriebe einen Blick auf die Menschen als Mitarbeiter in den Unternehmen richten und dass eine partizipative sowie offene Beziehung innerhalb des Unternehmens gelebt wird, in der es gilt sich gegenseitig zu helfen, um Konflikte in einer offenen Weise aufzuheben.

Zusammenfassend ist die Region OWL, eine Region mit einem schwachen ethnischen und Landschaftsrahmen, dafür wird sie durch einen politischen Rahmen definiert. Dieser politische Rahmen ist ein Potenzial. Es ist allerdings der starke Wirtschaftsframe, der den soziokulturellen Hintergrund für die optimale Nutzung der Potenziale des politischen Rahmens zulässt und der einen heute starken Arbeitsframe begründet.

Kulturelle Aspekte und Strategien zur Bewältigung des Strukturwandels – Zusammenfassende Eindrücke und Fragen

Was ergibt sich aus diesen Überlegungen nun für die Rolle der Kultur und für die Frage nach der Bewältigung des Strukturwandels? Spielt Kultur eine Rolle, und wenn ja, lassen sich spezifische Aspekte für eine erfolgreiche Bewältigung des Strukturwandels herausarbeiten? Um diese Frage zu beantworten, muss sich zunächst vor Augen gehalten werden, was die Schlüsselfaktoren für erfolgreiche Strategien im Umgang mit Strukturwandel sind. Folgt man der regionalwirtschaftlichen Diskussion,

so können drei Aspekte in den Mittelpunkt dieser abschließenden Überlegungen gestellt werden: Es kann erstens davon ausgegangen werden, dass regionale Entwicklung nie bei null anfängt, sondern sich im Rahmen von Pfaden bewegt. Pfade können sich ändern, hierbei spielt die Fähigkeit zum gemeinsamen strategischen Handeln (regionale Governance) eine wesentliche Rolle, wobei es drittens auch darum geht, die vorhandenen oder mobilisierbaren Ressourcen effektiv einzusetzen.

Pfadabhängigkeit ist mittlerweile eine Schlüsselkategorie in der Diskussion um Strukturwandel. Martin (2006, S. 50) sieht in pfadabhängigen Prozessen „die Unfähigkeit, sich ihrer jeweiligen Geschichte zu entziehen“. Weiter führt er aus: „Pfadabhängigkeit hat folglich einen ortsabhängigen Charakter. Sie produziert nicht nur Geographie, sondern Geographie produziert auch Pfadabhängigkeit“ (S. 60). Pfadabhängigkeit ist also sozial konstruiert und verweist auf die Bedeutung von Persistenz, enthält als soziales Konstrukt aber auch die Möglichkeit des Wandels, wobei kulturelle und materielle Faktoren zusammenwirken. „Einerseits ermöglichen technologische und institutionelle Konvergenzmechanismen, die Synchronisierung individueller und organisatorischer Entscheidungen und die verschiedenen Formen steigender Skalenerträge die Entstehung von Pfadabhängigkeit und Lock-in-Effekten in der regionalen wirtschaftlichen Entwicklung. Andererseits aber generieren die ortsspezifische Geschichte, die vielfältigen Alternativen der Wissensentwicklung und die institutionellen Bedingungen Vielfalt und Heterogenität in der ökonomischen Landschaft und geben somit einen permanenten Impuls für Pfadentriegelung und –neugestaltung.“ (S. 73).

Die hier diskutierten Frames geben die Möglichkeit, die Wandlungsprozesse differenzierter zu analysieren. Der ethnische und der landschaftliche Frame sind im Verlauf des Strukturwandels weitgehend stabil, aber ihre Bedeutung im Strukturwandel ändert sich. Ein erkennbarer, historisch gewachsener und nicht nur folkloristisch und museal präsentierter Frame kann dazu beitragen, die Sichtbarkeit und Besonderheit einer Region im Gefühl einer zunehmenden globalen kulturellen Nivellierung zu stärken, kann auch als kulturelles und soziales Kapital die kollektive regionale Handlungsfähigkeit stärken, Basel kann in den hier diskutierten Regionen als jeweiliges Beispiel gesehen werden. Er wird weiterhin dadurch relevant, indem lokale Produkte und Authentizität zu wachsenden Nischen in Kontrast zur standardisierten Massenproduktion werden. Hierfür steht aus den von uns untersuchten Regionen vor allem Wales als Beispiel. Generell kann aber davon ausgegangen werden, dass tradierte ethnische Frames sich immer stärker mit globalen kulturellen Trends konfrontiert sehen, ein Aspekt, auf den in Zusammenhang mit dem Wirtschaftsframe Bezug genommen wird. Der Landschaftsframe, der zu Beginn der Industrialisierung in seiner Bedeutung für natürliche Ressourcen (Rohstoffe, Verkehrsanbindung, Zentralität) von hoher Bedeutung war, stellt sich heute anders dar: Vor dem Hintergrund der zunehmend wissensbasierten

Produktion wird qualifizierte Arbeitskraft zu der zentralen Ressource für erfolgreiche Bewältigung des Strukturwandels. Und angesichts des demographischen Wandels und einer erwarteten Knappheit dieser Ressource gewinnt der Landschaftsframe in seiner Bedeutung für Lebensqualität („weicher Standortfaktor“) erneut an Wichtigkeit.

Der politische Frame ist in den hier untersuchten Regionen von erheblichen, wenn auch von Fall zu Fall unterschiedlichen, Umbrüchen geprägt. Dies beginnt mit dem grundlegenden Systemwandel in Europa (Győr, Brandenburg), geht weiter mit einem generellen Trend zur Dezentralisierung und Regionalisierung (Hooghe, et al., 2010), was vor allem in Brabant, Ostwestfalen-Lippe, Steiermark und Wales einen Rahmen für aus den Regionen heraus formulierte strukturpolitische Strategien eröffnet hat. Nicht zu unterschätzen ist auch, wie gezeigt, die gestärkte Position von Grenzregionen durch die im Rahmen des europäischen Einigungsprozesses immer durchlässiger werdenden Grenzen (Basel, Győr, Brabant). Allerdings konnte am Beispiel Ostwestfalen-Lippe auch gezeigt werden, dass die Möglichkeiten durch den veränderten politischen Frame ein Potenzial darstellen, das nicht zwangsläufig wirksam wird, wenn eine gemeinsamer wirtschaftlicher oder etwa ethnischer Frame vorhanden ist. Bezogen auf den Strukturwandel und auf die damit verbundenen Strategien ist der Wirtschaftsframe zentral und hier zeigen sich am deutlichsten die Spannungen. Ein klarer und handlungsleitender Frame ist, wie gezeigt, in Ostwestfalen-Lippe vorhanden. Ähnlich ist es auch in Brabant: jedoch werden hier Spannungen mit den wachsenden globalen Ausrichtungen zentraler Unternehmen bereits erkennbar. Während diese beiden Regionen eine relativ kontinuierliche Pfadentwicklung aufweisen, sind in den anderen Regionen umfassende Brüche zu erkennen - zum einen zwischen alten und neuen Branchen (Steiermark, Wales), zum anderen zwischen tradierten, regional verankerten Elementen des Wirtschaftsframes und neuen globalen Einbindungen (Wales, Brandenburg, Győr).

Der Zusammenhang zwischen einem kohärenten Frame, sozialem Kapital, Netzwerken und regionaler Handlungsfähigkeit wird in Ostwestfalen-Lippe am deutlichsten. Hier zeigt sich, dass der wirtschaftliche Erfolg einer Region eben auch in ihrer Vernetzungsfähigkeit und der Verständigung der Akteure auf einen gemeinsamen thematischen Fokus liegt. Regionale Netzwerke wiederum beruhen auf sozialem Kapital, das Vertrauen, als wichtige Komponente bei der Netzwerkbildung, fördert (Putman, 1993). Soziales Kapital und das entscheidende Maß an Vertrauen scheinen aber nicht allen Regionen gleich gegeben. Periphere Regionen weisen auf eine höhere Vertrauens- und damit Netzwerkbildung als Agglomerationen oder Metropolregionen hin. Das notwendige Vertrauen zur Kooperation in peripheren Regionen zeichnet sich durch eine bestimmte Nähe und Kultur und die Notwendigkeit gemeinsam zu agieren aus. Im Falle der Region OWL ist es die Kultur der Familienunternehmen, die eine gewisse Stabilität, Kontinuität und Werte-

vorstellung einnimmt und damit den Nährboden für Vertrauen und regionale Vernetzung schafft. Das jedoch hat seinen Preis. Der Aufbau von Netzwerken und regionalen Kooperationen raubt einer Region viel Kraft. Das regionale Vernetzen kann dazu führen, dass eine Region global kaum noch agieren kann, da sie in ihren regionalen Strukturen festgefahren ist. Es drohen Lock-in-Effekte und die Unfähigkeit, über den eigenen Tellerrand zu schauen. Eine unflexible Herangehensweise an Problemlösungen und ein Mangel an neuem Wissen für innovative Handlungen wären die Folgen.

Dennoch, keine Region ist heute isoliert zu betrachten. Jede Region steht durch verschiedene Kanäle in einem ständigen globalen Austausch und kann auf diese Weise dem alleinigen Fokus auf sich selbst entkommen. Appadurais (1996) „5 scapes“ können dabei als Räume des Austausches von Informationen und Ideen gelten, damit Regionalisierung und Internationalisierung gleichzeitig stattfinden können. Der Ethnoscape beschreibt interregionale Migrations- aber auch Touristenströme und damit die Idee, wie mit der Mobilität des Menschen auch ein Wissenstransfer gefördert werden kann, gerade in Bezug auf spezielles Wissen, das vor allem an Fachpersonal gebunden ist. Aber auch der Technoscape und der Finanzscape sind fluide Räume, in denen mit Hilfe von neuen Technologie- und Kommunikationswegen sowie dem Agieren in internationalen Finanzsystemen, Netzwerke und Kooperationen zur Wissensbildung gefördert werden können. Die letzten beiden „scapes“, der Mediascape und der Ideoscape, werden vor allem dann wichtig, wenn es um das Bilden und Vertreiben eines regionalen Images sowohl national als auch international geht, was in dem Falle auch für die Region OWL gilt.

Laufen Regionen Gefahr, sich zu stark auf eigene Belange zu fokussieren, brauchen sie eine stärkere Verankerung in den einzelnen „Scapes“, die z. B. durch die Einbindung weiterer Akteure von außen gegeben sind. So können beispielsweise Beiratsmitglieder verschiedener regionaler Gremien oder Unternehmen etc. von außerhalb der Region ausgewählt werden. Einen weiteren Austausch bieten vor allem regionale Universitäten, die als „Knoten“ in internationalen Netzwerken agieren und durch mögliche „Summer Schools“ sowie Kooperationen mit ihren Alumni neues Wissen in die Region bringen und an die Region binden. Internationale Netzwerke sind heutzutage aber auch Teile jedes global agierenden Unternehmens, das diese sowohl durch Wirtschaftsbeziehungen als auch Beziehungen zu ehemaligen Mitarbeitern aufrechterhalten kann. Auch internationale Messen und Konferenzen, die in der Region organisiert werden, dienen als Austauschbörse neuer Ideen. Schließlich sollte die Humankapitalstrategie jeder Region niemals die Arbeitsmigration außer Acht lassen und Maßnahmen fördern, die sowohl die Rückkehrmigration als auch neue Einwanderer adressieren, die durch ihre Netzwerke zu Pipelines des Lernens und Wissensaustausches werden.

Im Vergleich Ostwestfalen-Lippe und Basel werden aber auch zwei unterschiedliche strukturpolitische Ent-

wicklungsmodelle deutlich: in Ostwestfalen-Lippe eine ausgeprägte regionale Strategiefähigkeit, die auf Kooperation im Rahmen eines einheitlichen Frames basiert, in Basel ein metropolitanes Modell, das von Spannungen und Konflikten durchzogen ist, daraus aber anders als in den anderen hier diskutierten Regionen eine produktive Kraft entfaltet.

Dies hat wieder Auswirkungen auf die qualifizierten Fachkräfte als der entscheidenden Ressource im Strukturwandel.

Allgemein betrachtet scheinen Metropolregionen attraktiver für Fachkräfte. Diese Vermutung wird durch den globalen Trend der Land-Stadt-Wanderung bekräftigt. Dennoch können keine pauschalen Aussagen über regionale Attraktivität getroffen werden. Generell kann festgehalten werden, dass neben harten regionalen Faktoren wie einer guten Infrastruktur und einem positiven Stadtbild (z.B. ausgeprägte Architektur), weiche regionale Attraktivitätsfaktoren wie eine hohe Lebensqualität, sichere Arbeitsplätze, persönliche Weiterentwicklungsmöglichkeiten, gute Löhne, soziale Sicherheit, günstige Lebenshaltungskosten und Immobilienpreise, Arbeitsmöglichkeiten für den Partner sowie eine organisierte Kinderbetreuung die Wahl des Wohn- und Arbeitsortes stark mitbestimmen. Daneben ist zu berücksichtigen, dass die Anforderungen von Fachkräften an Regionen/Städte unterschiedlich ausfallen. Sie unterliegen nicht selten den Lebenszyklen der Zielgruppen. Dass sich Absolventen, die in erster Linie das Vorantreiben ihrer Karriere fokussieren, öfter an Großstädten oder Metropolen orientieren, ist wenig verwunderlich. Auch die Tatsache, dass Fachkräfte mit einer fortgeschrittenen Karriere und einer Familie, aus Großstädten oder auch Stadtzentren fortziehen, um ihren Nachwuchs in einem „grünen“ Umfeld aufwachsen zu sehen, ist nachvollziehbar. Es gibt eine allgemeine Einschätzung, wie eine attraktive Region zu sein hat. Oft gilt hier als Vorbild und Referenzregion, die nationale Region, die das beste Ergebnis im Hinblick auf Attraktivität erzielt - so gilt dies z.B. für München oder Frankfurt aus der Sicht der deutschen Region OWL und für Radstand aus der Sicht der Region Brabant. Wien wird dann zur Referenzregion, wenn es aus der Sicht von Graz betrachtet wird, London, oder realistisch gesehen eher Edinburgh, wird dann zum Vorbild, wenn es aus der Perspektive von Cardiff betrachtet wird usw. Was den meisten Regionen zur Attraktivität fehlt, ist vor allem, wie bereits oben beschrieben, eine nötige Urbanität, ein blühendes Klima und globale architektonische Symbole. Basel u. a. begann seine dekorative Unzufriedenheit am frühesten zu lösen und folgte dem „Bilbao - Effekt“, indem es architektonische Trophäe anhäufte (Calatrava, Zaha Hadid, Norman Foster, Frank Gehry, Cesar Pelli) - ein Weg, der unterstützend wirkte und sich in Richtung globalisiertes Toronto (Frank Gehry, Will Alsop, Daniel Libeskind), Berlin (Frank Gehry, Foster, Libeskind, Richard Rogers, David Chipperfield) und Peking (Herzog & de Meuron, Rem Koolhaas, Foster, Skidmore, Owings & Merrill) orientierte.

Resümierend kann festgehalten werden, dass es starke Unterschiede in der Art gibt, wie die verschiedenen Frames in den Regionen untersucht werden können und wie sie die regionale Wirtschaftsleistung beeinflussen. Der Fakt ist: „Culture matters“. Aber es kann nicht gesagt werden, dass dieser oder jener Frame ausschlaggebend sei. Am besten scheint es, die einzelnen Frames als ein Potenzial zu verstehen, das unter bestimmten Umständen mobilisiert werden kann, oder eben ungenutzt bleibt. Die Art und Weise, wie diese Potenziale mobilisiert werden, hängt von unterschiedlichen Faktoren wie Zeit, Führung oder Marktchancen ab und hängt zugleich stark von der regionalen Situation ab.

Literatur

- Amin, A., 2000. Industrial Districts. In: E. Sheppard, T. Barnes, eds. 2000 *A Companion to Economic Geography*. Oxford: Blackwell Publishers.
- Appadurai, A., 1996. *Modernity at Large: Cultural Dimensions of Globalization*. Minneapolis. London: Minneapolis University Press.
- Asheim, B., 2000. Industrial districts: The contributions of Marshall and beyond. In: G. Clark, M. Feldman, M. Gertler, eds. 2000. *The Oxford Handbook of Economic Geography*. Oxford: Oxford University Press.
- Asheim, B., 1996. Industrial Districts as "Learning Regions": A Condition for Prosperity. *European Planning Studies*, 4, S. 379-400.
- Autio, E., 1998. Evaluation of RTD in Regional Systems of Innovation. *European Planning Studies*, 6, S. 131-140.
- Aydalot P. und Keeble, D., 1988. *High Technology Industry and Innovative Environments: The European Experience*. London: Routledge.
- Benz, A., Fürst, D., Kilper, H. und Rehfeld, D., 2000. *Regionalisation. Theory, Practice and Prospects in Germany*. Stockholm: Fritze.
- Bhabha, H.K., 2000. *Die Verortung der Kultur*. Tübingen: Stauffenburg Verlag.
- Bourdieu, P., 1983. Ökonomisches Kapital - Kulturelles Kapital - Soziales Kapital. In: R. Kreckel, ed. 1983. *Soziale Ungleichheiten*. Göttingen: Otto Schwartz & Co., S. 183-198.
- Breidenbach, J. und Zukrigl, I., 1998. *Tanz der Kulturen. Kulturelle Identität in einer globalisierten Welt*. München: Kunstmann.
- Cooke, P. und Rehfeld, D., 2011. Path Dependence and New Paths in Regional Evolution: in Search of the Role of Culture. *European Planning Studies*, 19(11), S. 1909-1929.
- Cooke, P., 2002. *Knowledge Economies. Clusters, Learning and Cooperative Advantage*. London: Routledge.
- Cooke, P., Heidenreich, M. und Braczyk, H., 2004. *Regional Innovation Systems*. 2. Aufl. London: Routledge.
- Cooke, P., Boekholt, P. und Tödtling, F., 2000. *The Governance of Innovation in Europe*. London, Pinter.
- Crevoisier, O., 2001. Der Ansatz des kreativen Milieus. *Zeitschrift für Wirtschaftsgeographie*, 45, S. 246-256.
- DiMaggio, P., 1994. *Culture and Economy*. The Handbook of Economic Sociology 27. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- Garofoli, G., 1991. Local Networks, Innovation and Policy in Italian Industrial Districts. In: E. Bergman, G. Maier, T. Tödtling, eds. 1991. *Regions Reconsidered: Economic Networks, Innovation, and Local Development in Industrialised Countries*. New York: Manell.
- Goffman, E., 1974. *Frame Analysis. 'An Essay on the Organization of Experience'*. Northeastern University Press: Boston.
- Hall, S., 2002. Die Zentralität von Kultur. In: A. Hepp, M. Löffelholz, eds. 2002. *Grundlagentexte zur transkulturellen Kommunikation*. Konstanz: UVK Verlagsgesellschaft mbH, S. 95-117.
- Hall, S., Peter, A. und Soskice, D., 2001. *Varieties of Capitalism: The Institutional Foundations of Comparative Advantage*. Oxford: Oxford University Press.
- Harrison, L.E. und Huntington, S.P., 2000. *Culture Matters: How Values Shape Human Progress*. New York: Basic Books.
- Hofstede, G., 1991. *Cultures and Organizations: Software of the Mind*. New York: McGraw-Hill.
- Hollingsworth, J.R. und Boyer, R., 1997. *Contemporary Capitalism. The Embeddedness of Institutions*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hooghe, L., Marks, G. und Schakel, A.H., 2010. *The Rise of Regional Authority. A Comparative Study of 42 Democracies (1950-2006)*. London: Routledge.
- Keeble, D. und Wilkinson, F. eds., 2000. *High-Technology Clusters, Networking and Collective Learning in Europe*. Aldershot: Ashgate.
- Löw, M., 2001. *Raumsoziologie*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Maillat, D., 1998. Vom 'Industrial District' zum innovativen Milieu: ein Beitrag zur Analyse der lokalisierten Produktionssysteme. *Geographische Zeitschrift*, 86, 1-15.
- Martin, R., 2006. Pfadabhängigkeit und die ökonomische Landschaft. In: Ch. Berndt, J. Glückler, eds. 2006. *Denkanstöße zu einer anderen Geographie der Ökonomie*. Bielefeld: transcript, S. 47-76.
- Martin, R., 2010. The Roepke Lecture in Economic Geography – Rethinking Regional Path Dependence: Beyond Lock-in to Evolution. *Economic Geography*, 86, S. 1-27.
- Martin, R. und Sunley, P., 2006. Path Dependence and Regional Economic Evolution. *Journal of Economic Geography*, 6, S. 395-438.
- Martin, R. und Sunley, P., 2010. The place of Path Dependence in an Evolutionary Perspective on the Economic Landscape. In: R. Boschma, R.L. Martin, eds. 2010. *Handbook of Evolutionary Economic Geography*. Cheltenham: Edward Elgar, S. 62-92.
- Piore, M.J. und Sabel, Ch., 1984. *The Second Industrial Divide*. New York: Basic Books.
- Piore, M.J. und Sabel, Ch., 1985. *Das Ende der Massenproduktion*. Berlin: Verlag Klaus Wagenbach.
- Pries, L., 2001. *Internationale Migration*. Bielefeld: transcript.
- Putman, R.D.; 1993. The Prosperous Community: Social Capital and Public Life. *The American Prospect*, 13, S. 13-45.
- Rehfeld, D., 1999. *Produktionscluster: Konzeption, Analysen und Strategien für eine Neuorientierung der regionalen Strukturpolitik*, Institut für Arbeit und Technik-Gelsenkirchen. München: Hampp Verlag.
- Sarasin, Ph., 2009. *Darwin und Foucault: Genealogie und Geschichte im Zeitalter der Biologie*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Saxenian, A., 1994. *Regional Advantage: Cultural Competition in Silicon Valley and Route 128*. Cambridge: Harvard University Press.

- Sternberg, R. ed., 2006. *Deutsche Gründungsregionen*. Berlin: LIT Verlag.
- Trompenaars, F., 1993. *Riding the Waves of Culture*. London: Nicholas Brealey.
- Trompenaars F. und Prud'homme, P., 2004. *Managing Change Across Corporate Cultures*. Chichester: Capstone-Wiley.
- Tödttling F. und Trippel, M., 2005. One Size Fits All? Towards a Differentiated Regional Innovation Policy Approach. *Research Policy* 34, S. 1203-1209.

Zeitungsbeiträge

- brand eins, Das Wirtschaftsmagazin der Regionen*, 02/2008.
- Manager Magazin*, 2012
- Neue Westfälische*, 14. 01.2009.
- Süddeutsche Zeitung*, Nr. 160, 2011, 22.
- Süddeutsche Zeitung*, Nr. 127, 2012, 7.
- The Economist*, 14.04.2012, 27 ff.

Arbeitspapiere aus dem CURE-Projekt (www.cure-project.eu)

- Clifton, N., 2009. *Regional Report Wales*. CURE D 26, Cardiff.
- Dörhöfer S., Minnig Ch. und Pekruhl, U., 2009. *Regional Report Basel*. CURE D 29, Olten.
- Gärtner S. und Rehfeld, D., 2009. *Regional Report East Westphalia Lippe*. CURE D 24, Gelsenkirchen.
- KWI Institute for Advanced Studies in the Humanities, 2009. *Regional Report Brandenburg Southwest*. CURE D 27, Essen.
- Losoncz M. und Szombathelyi, M., 2009. *Regional Report Győr Region*. CURE D 25, Győr.
- Nussmüller E., Lengauer L. und Tödttling, F., 2009. *Regional Report Styria*. CURE D 30, Wien.
- Prud'homme van Reine, P. und Dankbaar, B., 2009. *Regional Report Southeast Netherland*. CURE D 28, Nijmegen.

Frank Hillebrandt

Die Vielfalt der Tauschpraxis.

Ein praxistheoretischer Beitrag zur Soziologie der Reziprozität

ZUSAMMENFASSUNG: Aus der Perspektive des praxissoziologischen Theorieprogramms wird ein Begriff des Tausches entworfen, der den Tausch als Praxisform fasst, die sich im Vollzug der Praxis aus der Verkettung von Tauschpraktiken des Gebens, Nehmens und Erwiderns bildet. Dieser zunächst sehr allgemein und formal bestimmte Tauschbegriff macht sichtbar, dass sich die Einzelpraktiken des Tausches nur dann zu Tauschformen verketteten, wenn sie mit symbolischen Formen der Reziprozität verbunden sind. Um im nächsten Schritt der Argumentation diese symbolischen Formen der Reziprozität zu identifizieren, schließt sich eine kultursoziologische Aufarbeitung des Gabenessays von Marcel Mauss an, mit der die in der Soziologie übliche Dichotomisierung zwischen Waren- und Gabentausch überwunden und der Begriff einer Simultanität unterschiedlicher Tauschlogiken gewonnen wird. Dies schafft die Basis für eine kultursoziologische Analyse symbolischer Formen der Reziprozität, durch die, wie am Beispiel des Tausches von Arbeit gegen Geld illustriert wird, die Vielfalt der Tauschpraxis soziologisch vermessen werden kann.

ABSTRACT: In consideration of a sociology of practice and its theoretically established program a perception of barter is framed that perceives barter as a form of practice which evolves from the practical execution of giving, taking and returning. This very general and formal definition of barter makes it obvious that single actions of barter are only chained up if they are connected with symbolical forms of reciprocity. To identify such forms of reciprocity in a next step of arguments cultural sociology follows the famous “essai sur le don” of M. Mauss by which the usual dichotomy of barter and commodity trade can be resolved. The term of “simultaneity of different logics of barter” can be gained. This helps to establish a basis for a cultural socio-logical of symbolic forms of reciprocity, by which the variety of barter-practice can be calibrated sociologically as it is demonstrated by the exchange of labour versus money.

KEYWORDS: BARTER PRACTICE, RECIPROCITY, CULTURAL SOCIOLOGY

Einleitung

Der Terminus Praxis, der in der gegenwärtigen Theoriediskussion der Soziologie immer mehr als ein Schlüsselbegriff zur Neubestimmung der Sozialität firmiert (vgl. exemplarisch Schatzki, 1996; 2001; Reckwitz, 2003; Ebrecht, Hillebrandt, 2004; Hörning, 2004; Reuter, 2004; Schäfer, 2013; Hillebrandt, 2014), steht für ein soziologisches Theorieprogramm, das den methodologischen Individualismus ebenso wie den methodologischen Holismus überwinden will, indem für die soziologische Theoriebildung und Forschung nicht von Gesetzmäßigkeiten, sondern von dem ausgegangen wird, was praktisch geschieht. Dies macht die Entwicklung einer neuen Form der soziologischen Theoriebildung nötig, die jenseits der „scholastischen Vernunft“ (Bourdieu, 2001) eine praxisnahe Auseinandersetzung mit der sozialen Wirklichkeit ermöglicht, indem der praktische Sinn, der von den sozialen Akteuren erzeugt wird und der sich in symbolischen Formen Ausdruck verschafft, in den Mittelpunkt der soziologischen Theorie gestellt wird, ohne dabei eine

reine Kulturtheorie zu betreiben, die sich im Sinne dessen, was Ernst Cassirer (1994, S. 96) als „Form-Analyse“ bezeichnet hat, auf die Identifikation und Analyse symbolischer Formen beschränkt. Dagegen will die Praxistheorie, wie sie von Pierre Bourdieu als Kultursoziologie vorgelegt wird, symbolische Formen als Katalysatoren von Praxis bestimmen (vgl. Magerski, 2005). Dazu wird Praxis als Vollzugswirklichkeit verstanden, die als Realität sui generis aus der emergenten Verkettung von Praktiken zu Praxisformen entsteht. Praktiken werden als „doings and sayings“ (Schatzki, 1996, S. 89), also als Ereignisse gefasst, die immer körperlich und dinglich, also materiell verstanden werden müssen.

Mit dieser Forschungsperspektive auf die Materialität der Praxis rückt die Frage in den Mittelpunkt, wie der physische Praxisvollzug poststrukturalistisch erfasst werden kann, um auf diese Weise die zentrale, inzwischen nicht mehr hintergehbare Einsicht von Praxistheorien zu verdeutlichen, dass der Vollzug der Praxis eine eigene Qualität hat, die sich mit den Mitteln bisheriger Sozialtheorien nicht angemessen erfassen lässt. Denn im

Gegensatz zum Strukturalismus und zur Handlungstheorie will die soziologische Praxisforschung nicht vorab festlegen, aus welchen Struktureigenschaften oder Handlungsintentionen Sozialität emergiert. Sie geht davon aus, dass auch die in den Praxisvollzügen vorhandenen Voraussetzungen für den Fortlauf der Praxis ihrerseits Effekte bereits vergangener Praxis sind. Sie können deshalb nicht als zeitlos gegeben hingenommen, sondern müssen vielmehr poststrukturalistisch in ihrer historischen Bedingtheit und Genese untersucht werden.

Dabei steht bezüglich der „sozialisierten Körper“ (Bourdieu, 2005, S. 18; 1997, S. 64; vgl. Bourdieu, 1987, S. 135) der Praxis das Habituskonzept Bourdieus (vgl. Bourdieu, 2001, S. 175; 1976, S. 171, S. 200) im Mittelpunkt. Mit ihm wird zum einen in Abgrenzung zum Akteurkonzept des methodologischen Individualismus verdeutlicht, dass es keine ahistorischen Denk-, Wahrnehmungs-, Bewertungs- und Handlungsdispositionen sozialer Akteure gibt, sondern dass diese als durch Sozialisation erzeugte Produkte der Praxis verstanden werden müssen. Zum anderen werden diese Bedingungen für die Entstehung von Praktiken – in möglicher Abgrenzung zum Begriff des psychischen Systems der neueren soziologischen Systemtheorie (vgl. Hillebrandt, 2006a) – nicht auf das Bewusstsein oder die Psyche sozialer Akteure begrenzt, sondern als körperliche, mentale und emotionale Dispositionen bestimmt. Bezüglich der Dinge wird mit Bruno Latour (vgl. 2007) betont, dass diese Dinge aktive Komponenten der Praxis sind, dass sie also als *Aktanten* gefasst werden müssen, die in Assoziation mit den Körpern Praktiken hervorbringen. Gleichsam sind diese Dinge nun wiederum Hervorbringungen der Praxis. Mit diesen Grundannahmen kann die Soziologie der Praxis als *poststrukturalistischer Materialismus* (Hillebrandt, 2016) gefasst werden, mit dem der praktische Sinn, der sich in Symbolen körperlich und dinglich ausdrückt, kultursoziologisch erforscht werden kann.

Symbole, die sich materialisieren, erscheinen dabei nicht als außeralltägliche Sinnwelten, sondern als notwendige Bestandteile der Lebenswirklichkeit sozialer Akteure. Sie sind Ausdrucksformen der Realität, mit denen soziale Akteure praktisch umgehen. Kultur versteht sich in dieser Theoriekonstruktion als Repertoire der Praxis, durch das Symbole geformt werden und Praktiken entstehen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die soziologische Praxistheorie die symbolischen Formen „auf der Ebene sozialer Praktiken“ (Reckwitz, 2006, S. 35) untersucht. Die praktische Erzeugung und Aktualisierung von symbolischen Formen impliziert demnach die Annahme, dass sich durch die Aktivitäten der sozialen Akteure kulturelle Erscheinungsformen der Praxis bilden und per definitionem wandeln, weil jede, auch eine routinierte Bezugnahme auf bereits geformte Symbole mit ihrer Variation verbunden ist.

Die soziologische Praxistheorie, wie ich sie hier zunächst sehr knapp in ihren allgemeinen Grundsätzen umrissen habe, eignet sich hervorragend zur theoretischen Neu-

vermessung der Vielfalt der Tauschpraxis. Denn gerade im Tausch erleben wir regelmäßig, wie der Vollzug der Tauschpraxis sich von der abstrakten Logik des Tausches, wie sie etwa für Märkte regelmäßig konstatiert wird, unterscheidet. Dieses zentrale und für die Soziologie des Tausches höchst folgenreiche Argument einer Praxistheorie des Tausches, möchte ich im Folgenden an der Verkettung von Tauschpraktiken des Gebens, Nehmens und Erwiderns zu vielfältigen Praxisformen des Tausches entfalten. Dazu entwerfe ich zunächst einen praxistheoretischen Begriff des Tausches, der den Tausch als Praxisform fasst, die sich im Vollzug der Praxis aus der Verkettung von Tauschpraktiken bildet (siehe unten Abschnitt 2). Um die symbolischen Formen zu identifizieren, die diese Verkettung von Tauschpraktiken zu Tauschformen ermöglichen, ist es in einer reflexiven Auseinandersetzung mit der vielschichtigen Rezeption des Gabenessays von Marcel Mauss (vgl. 1990) notwendig, die Dichotomisierung zwischen Gaben- und Warentausch zu überwinden (Abschnitt 3). Dies schafft die Basis für die kultursoziologische Analyse der symbolischen Formen der Reziprozität, durch die, wie ich am Beispiel des Tausches von Arbeit gegen Geld illustriere, die Vielfalt der sich vollziehenden Tauschpraxis soziologisch vermessen werden kann (Abschnitt 4). Am Schluss steht ein kurzes Resümee (Abschnitt 5).

Begriff des Tausches: Verkettung von Tauschpraktiken

Bezüglich des Tausches könnte man versucht sein zu sagen, dass die kultursoziologische Ausrichtung der Praxistheorie die Beschreibung und Analyse dieser Praxisform unnötig verkompliziert, weil doch gerade der Tausch relativ leicht als grundlegender Mechanismus der kapitalistischen Ökonomie verstanden werden kann. Die für die Ökonomie grundlegende Praxis des geldvermittelten Warentausches gilt der soziologischen Forschung traditionell als Indiz für die Rationalisierung gesellschaftlicher Praxis, weil Tauschvorgänge mit dem Geld als Wert- und Äquivalenzmaßstab (vgl. Walzer, 1998, S. 162) berechenbar werden, indem zu tauschende Güter einen Preis erhalten, der sie in ihrem Tauschwert vergleichbar macht. Die Frage, welcher Gegenstand gegen welchen Gegenstand getauscht wird, lässt sich durch die Frage ersetzen, wie viel ein zu erwerbendes Gut kostet. Eine komplizierte Verhandlung über den Tauschvorgang erübrigt sich dadurch und wird durch einen kalkulierenden Preisvergleich ersetzt. Wie aber nicht nur eine kultursoziologische Konsumforschung (vgl. Zelizer, 2005) deutlich macht, erschließt sich die praktische Logik des geldvermittelten Tausches nicht schon dadurch, eine theoretische Logik des vermeintlich rationalen Warentausches zu entwickeln, ohne zu prüfen, welcher praktische Sinn Kauf und Verkauf steuert.

Darüber hinaus muss zur Entwicklung eines allgemeinen Begriffs des Tausches berücksichtigt werden,

dass die Praxis des Tausches in der Gegenwartsgesellschaft mit der Rekonstruktion des Warentausches nicht hinreichend analysiert ist. Denn wir kaufen und verkaufen nicht nur Waren, sondern tauschen auch Güter und Dienstleistungen als Gaben und Geschenke. Der so praktizierte Tausch geschieht nicht im direkten, äquivalenten Austausch von Gütern gegen Geld, sondern ereignet sich in zeitlicher Streckung. Gabe und Gegengabe sind nicht direkt aufeinander bezogen, obwohl sie sich unter bestimmten Bedingungen praktisch aufeinander beziehen müssen, damit sie als Tausch beobachtet werden können. Dennoch sind sie praktisch nicht als äquivalente Werte definiert, weil dann das praktische Prinzip des Gabentausches, das ich im nächsten Teil meiner Überlegungen im Anschluss an Marcel Mauss' Essay über die Gabe genauer zu umreißen versuche, nicht zur Wirkung kommen kann. Nicht primär warenförmige Formen des Tausches, die im Übrigen wichtige Bestandteile auch der Praxis des Warentausches sind (vgl. Hillebrandt, 2007), ereignen sich nicht nur zu besonderen Anlässen wie Weihnachten oder Geburtstagen, sie sind Elemente der Praxis in allen gesellschaftlichen Feldern (vgl. Adloff und Mau, 2005), womit das Feld der Ökonomie, das als wichtigste Quelle des Warentausches gelten kann, ausdrücklich eingeschlossen ist.

Der Begriff Tausch kann nicht synonym mit dem Begriff Warentausch verwendet werden, weil er auch alle nicht-warenökonomischen Formen der wechselseitigen, reziproken Transaktion von Gütern und Dienstleistungen umfasst (vgl. Elwert, 1991, S. 165). Nach einer klassischen Definition Max Webers (1980, S. 37) ist der Tausch „jede auf formal freiwilliger Vereinbarung ruhende Darbietung von aktuellen, kontinuierlichen, gegenwärtigen, künftigen Nutzleistungen von welcher Art immer gegen gleichviel welcher Art von Gegenleistungen“. Folglich ist die minimale Voraussetzung für die Praxisform des Tausches, dass sich Gabe und Gegengabe wechselseitig entsprechen, also aufeinander bezogen sind. Formal ausgedrückt geht es beim Tausch zunächst um die Veräußerung eines wie immer bewerteten Gutes materieller sowie immaterieller Art, das man als Gabe bezeichnen kann. Für diese Gabe wird eine wiederum bewertete Gegengabe materieller oder immaterieller Art gegeben. Erst wenn dies geschehen ist, ist der Tauschvorgang abgeschlossen. Der Tausch besteht demnach aus mindestens zwei Praktiken: aus Gabe und Gegengabe. Bei genauerer Betrachtung werden aus diesen zwei Praktiken sehr viel mehr: Die Gabe (erste Praktik) muss angenommen werden (zweite Praktik), sie muss als etwas erkannt werden, das einen Wert hat (dritte Praktik), damit eine Gegengabe überhaupt wahrscheinlich wird. Wird dies erkannt, muss die Gegengabe getätigt werden (vierte Praktik). Diese Gegengabe muss angenommen werden (fünfte Praktik) und in Relation zur Gabe gestellt werden, indem sie bewertet wird (sechste Praktik).

Nachdem in dieser Weise formal bestimmt ist, aus welchen Einzelpraktiken die Praxisform des Tausches besteht, lässt sich sehen, dass diese Tauschpraktiken so

lange keine Praxisformen sind, bis sie sich nicht zum Abschluss von Tauschvorgängen miteinander in spezifischer Weise verkettet haben. Dieser Formalismus der Verkettung von Einzelpraktiken zu Praxisformen verweist zusätzlich auf einen für die Praxistheorie des Tausches grundlegenden Topos: *Jeder Tausch, auch der Warentausch, ist mit Bewertungen verbunden, die sich nur symbolisch ereignen können und gegebenenfalls hoch komplex sind.* Denn ohne diese kulturellen Symbolisierungen können sich die Einzelpraktiken nicht zu Tauschformen verketteten, weil ohne sie Gegenstände nicht als Tauschobjekte verstanden werden könnten. Es geht im Tausch also immer um Wert und Bewertung von etwas, das als Gegenstand des Tausches erscheint.

Die Paradigmen der Praxistheorie eignen sich zur theoretischen Ausformulierung der begrifflichen Fassung des Tausches als Verkettung von Einzelpraktiken, weil mit ihnen kein substanzialer, sondern ein formaler Begriff des Tausches möglich wird, der die Relationen zwischen den im Tausch verketteten Einzelpraktiken als Quellen der Sinnproduktion ansieht. Die Rahmenbedingungen des Tausches lassen sich, wie auch die in ihm enthaltenen Praktiken, nur durch eine Analyse der symbolischen Ebene der Praxis identifizieren, die sich erst im Vollzug der Tauschpraxis, also in der regelmäßigen Verkettung der Tauschpraktiken zu Praxisformen des Tausches bildet. Wichtig ist es dabei, zwischen der Fähigkeit zur Imagination von Akteuren und der Symbolisierung dieser Imagination zu unterscheiden. Das, was Cornelius Castoriadis (vgl. 1984, S. 245-246, S. 268-269) als das Imaginäre der Gesellschaft bezeichnet, verschafft sich gegebenenfalls Ausdruck in symbolischen Formen, die sich nur durch eine Beobachtung der Praktiken, die diese Formen produzieren bzw. reproduzieren, identifizieren lassen. Dies sind Praktiken der Rezeption, die auf kulturelle Muster Bezug nehmen, und Initiation, die sich durch Neuschaffung von kulturellen Mustern durch Variation von Sinngehalten auszeichnen.

Durch diese Praktiken entstehen bzw. reproduzieren sich symbolische Formen als sichtbare Umformungen des Imaginären, also der Fähigkeit sozialer Akteure zur Imagination. Jede theoretische Festlegung einer symbolischen Form ist eine theoretische Abstraktion von der Logik der Praxis. Diese Abstraktion muss notwendig reflektiert werden, damit Praktiken nicht in verkürzender Weise in eine abstrakte theoretische Logik eingeordnet werden. Wir stehen an dieser Stelle vor den erkenntnistheoretischen Problemen, die bereits Ernst Cassirer (vgl. 1973, S. 51-52) in seiner Philosophie der symbolischen Formen dazu geführt hat, die Theorie an formalen Relationen zu orientieren, was die Vielfalt der symbolischen Formen erst hervorbringt. Auch für die kultursoziologische Analyse des Tausches ist diese Vorgehensweise viel versprechend, wenn sie für die Soziologie von ihrer bewusstseinsphilosophischen Ausrichtung, mit der sie Cassirer noch versehen hatte, befreit wird, indem symbolische Formen als soziokulturelle Kristallisationen von praktischem Sinn gefasst werden, also als kulturelle

Schemata, die sich in menschlichen Körpern, Dingen und Artefakten materialisieren.

Zur Erklärung der Entstehung von Tauschpraktiken müssen mit anderen Worten kulturelle Schemata identifiziert und rekonstruiert werden. Diese Schemata werden zum einen als habituell verankerte, von Akteuren inkorporierte Deutungsmuster gefasst, die in den Praktiken, aus denen die Praxisform des Tausches besteht, aktualisiert werden. Zum anderen materialisieren sie sich etwa in den Tauschobjekten oder auch in den Rahmenbedingungen des Tausches. Diese zentralen Argumente einer Praxistheorie des Tausches lassen sich bei einer Betrachtung von Ritualen, die eng mit Tauschpraktiken verbunden sind, weil, wie wir spätestens seit Erving Goffman (vgl. 1991, S. 54-56) wissen, alle Interaktion rituell gerahmt ist, weiter plausibilisieren. Die „Magie“ des Rituals besteht gerade darin, dass die Regeln der Praxis nicht schriftlich niedergelegt sind. Sie entstammen einem sozialen Gedächtnis, einer kulturellen Repräsentation, die sich in der Praxis selbst immer wieder neu reproduzieren muss. Ohne habituelle Verfügung über spezifische Dispositionen ist das Ritual nicht möglich. Gleichsam müssen neben diesen Formen der inkorporierten Sozialität bestimmte Materialisierungen der Sozialität vorhanden sein, die den Rahmen des Rituals bilden. Diese beiden unterschiedlichen Formen der Sozialität beziehen sich in einer Symbolwelt komplementär aufeinander, wenn sie Praxisformen generieren sollen. Sie müssen, da sie konstitutiv nicht deckungsgleich sein können, durch Symbolisierungen aufeinander abgestimmt werden. Das Symbol zeichnet sich darin aus, Sinngehalte zu bündeln und dadurch der Praxis zur Verfügung zu stellen. Durch Symbolisierungen der Praxis kann praktischer Sinn entstehen, der Akteure in Praxis verwickelt. Symbole liegen dabei, und das zeichnet sie aus, nicht als Texte vor, die genau analysiert werden können. Sie sind Verdichtungen von Sinn, die sich in unterschiedlicher Weise interpretieren lassen und dennoch thematisch generalisieren. Symbole gewinnen ihre praktische Relevanz dadurch, dass sich in ihnen Bedeutungsgehalte bündeln. Sie ermöglichen durch die Gleichzeitigkeit von Unspezifischem und Generalisierung eine ständige Rezeption der in ihnen gebündelten Sinngehalte. „Symbole setzen“, wie Hans-Georg Soeffner (1989, S. 162) mit Bezug auf Cassirer treffend formuliert, „keine Zeichen für etwas – sie sind selbst die Realität oder ein Teil der Realität, der sich in ihnen ausdrückt.“

Ein praxistheoretischer Begriff des Tausches, in dessen Definition diese symbolische Dimension der Praxis einbezogen wird, kann nicht aus einem nomologischen Erklärungsmodell abgeleitet werden, weil die Symbole und der praktische Sinn des Tausches nicht ahistorisch festgelegt werden können. Die Praxistheorie lehnt rationalistische und andere substanzielle Begriffsbildungen als unzureichend ab, weil sie davon ausgeht, dass die inkorporierten und verdinglichten Schemata der Praxis sich mit den variablen Symbolisierungen und Sinngebungen der Praxis wandeln. Die soziologische Beobachtung von kulturellen Bedeutungen, die sich um

Tauschprozesse herum ablagern, erlaubt es, die Praxis des Tausches jenseits einer theoretischen Logik, die sich auf ahistorische Annahmen stützt, zu bestimmen. Dabei muss davon ausgegangen werden, dass mit dem Begriff Tausch eine Interaktion bezeichnet ist, die zwischen mindestens zwei Akteuren stattfinden kann. Diese können sich im Tausch nicht voraussetzungslos begegnen. Damit die Praktiken und Praxisformen des Tausches entstehen können, werden Akteure benötigt, die sozial dazu disponiert sind, „sich“, wie Bourdieu (1998, S. 168) es treffend formuliert, „ohne Absicht und Berechnung auf das Spiel des Tauschs einzulassen“. Diese sich im Habitus manifestierenden Dispositionen sind wiederum Produkt der Praxis, sie sind keine ahistorischen Dispositionen, sondern sozialisierte Denk-, Wahrnehmungs-, Handlungs- und Bewertungsschemata, die in Relation zu dinglichen Schemata Praxisformen ermöglichen.

Zudem berücksichtigt ein praxistheoretischer Begriff des Tausches im Anschluss an die inzwischen weitgehend vergessenen Einsichten in den Tauschmechanismus durch Peter M. Blau, dass der Tausch als Praxisform emergente Eigenschaften hat. Die Hauptthese von Blaus genereller Soziologie des Tausches ist: Nicht nur komplexe soziale Strukturen, wie Märkte und Preise, erzeugen emergente Effekte, bzw. besitzen emergente Eigenschaften (properties), sondern auch „einfache“ Interaktionen zwischen sozialen Akteuren (vgl. Blau, 1992, S. 4). Diese können strukturbildend wirken. Diese Strukturierung lässt sich nach Blau nicht auf die psychischen Eigenschaften der beteiligten Akteure zurückführen, sie liegt in der Interaktion selbst begründet. Eine der wichtigsten Formen dieser strukturbildenden Interaktionen ist nach Blau der Tausch, der eine Emergenz von unten (vgl. Kappelhoff, 1993, S. 20-21) erzeugt. Die Verkettung von Praktiken zu Praxisformen ist ganz im Sinne dieses Arguments zu verstehen. Denn der Begriff Tausch bezeichnet keine Struktur, sondern eine Praxisform, die nur prozessual definiert werden kann. Dieser Prozess ist nicht auf flüchtige Beziehungsformen zu begrenzen, die sich mit Abschluss des Tauschprozesses wieder auflösen wie etwa beim Kauf von Lebensmitteln in einem Supermarkt. Indem Blau deutlich macht, dass der Tauschbegriff nicht auf ökonomische Prozesse begrenzt werden kann,³ führt er den Tausch als strukturbildende Praxisform ein.

Blau verengt den Tauschbegriff nicht auf die Formen des ökonomischen Äquivalententausches von Waren. Diese von ihm mit dem Begriff „strictly economic exchange“ bezeichneten Formen des Tausches unterscheidet er von den Formen, die er mit dem Begriff des sozialen Tausches fasst und die sich nach ihm dadurch auszeichnen, dass sie nicht auf Kalkulation der getauschten Güter beruhen. Dadurch nimmt er die Emergenz des Tausches mehrdimensional in den theoretischen Blick (vgl. Blau, 1974, S. 208-209; 1992, S. 94-96). Denn die Formen des sozialen Tausches sind es gerade, die häufig auf Dauer gestellt sind und soziale Beziehungsgeflechte hervorbringen, die wiederum neue Formen des Tausches zwischen sozialen und kollektiven Akteuren bedingen. Um im An-

schluss an dieses Argument eine Soziologie des Tausches zu entwickeln, die der Vielfalt der Tauschpraxis gerecht wird, müssen die kulturellen Implikationen von Tauschformen allerdings deutlich genauer gefasst werden, als dies in Blaus formaler Tauschtheorie geschieht. Denn Praxisformen des Tausches lassen sich nur dann in hinreichender Präzision bestimmen, wenn sie in einem Symbolsystem verortet werden, das sich nur kultursoziologisch erschließt. Dieses zentrale Argument einer praxistheoretischen Soziologie des Tausches lässt sich an einer Diskussion des Gabentausches im Anschluss an Marcel Mauss' einflussreichem *Essai sur le don* weiter verdeutlichen und plausibilisieren.

Gabe, Symbol und Tausch

Marcel Mauss' *Essai sur le don* (vgl. Mauss, 1990) ist eines der Bücher des letzten Jahrhunderts, das eine große Wirkung entfaltet. Mauss scheint mit dem Phänomen der Gabe, das er als *fait social total*, also als totale soziale Tatsache bezeichnet (vgl. Mauss, 1990, S. 176), ein Thema berührt zu haben, das sozialwissenschaftliches Denken bis heute hochgradig irritiert. Dabei hatte Mauss durch eine Sekundäranalyse von Berichten über „Stammesökonomien“ (Malinowski 1979, S. 184) zunächst nicht mehr beobachtet, als dass in vielen Stammesgesellschaften Austausch und Verträge in Form von Geschenken stattfinden, die „theoretisch freiwillig sind, in Wirklichkeit jedoch immer gegeben und erwidert werden müssen“ (Mauss, 1990, S. 17). Daraus schließt er, dass die praktische Logik der Gabe aus *Geben, Nehmen und Erwidern* (vgl. ebd.: 91) besteht.

In der vielschichtigen Rezeptionsgeschichte dieser Definition wird die Gabe als „Trägerin von Utopie“ (Godelier, 1999, S. 292), Ausgangspunkt für radikale Kulturkritik (Baudrillard, 2005, S. 220, S. 232, S. 249-250), Ausdruck für das Prinzip der ostentativen Verausgabung und damit der Verneinung der Ökonomie (Bataille, 2001, S. 92-94) gesehen. Sie wird als rätselhaft (vgl. Godelier, 1999) und unbegreiflich (vgl. Caillé, 2005) beschrieben und dennoch zu einem neuen Paradigma der Soziologie erklärt (vgl. Caillé, 2006; Moebius, 2006). Was hatte Mauss herausgefunden, dass es eine so heterogene Wirkmächtigkeit seiner Untersuchung hervorbringt? Was erscheint so irritierend rätselhaft an der Gabe, dieser „fait social total“? Oder anders gefragt: Wovon handelt der Essay eigentlich: von der Gabe oder von Austauschprozessen, wie Claude Lévi-Strauss (vgl. 1981, S. 107; 1989 passim) bereits gut 20 Jahre nach dem Erscheinen des Essays festgestellt hatte? Ein Grund für die Irritation, die von der Gabe ausgeht, ist, dass diese Frage sich nicht eindeutig beantworten lässt.

Jacques Derrida behauptet, dass mit dem Begriff Gabe etwas bezeichnet wird, was nach seiner Dekonstruktion logisch unmöglich ist. Er schreibt: „Damit es Gabe gibt, *ist es nötig*, dass der Gabenempfänger nicht zurück gibt, nicht begleicht, nicht tilgt, nicht abträgt, keinen Ver-

trag schließt und niemals in ein Schuldverhältnis eintritt.“ (Derrida, 1993, 24) Und, so Derrida (Derrida, 1993, S. 25) weiter, bereits die „bloße Identifikation der Gabe scheint sie zu zerstören.“ Mit dem Bezeichnen der Gabe wird sie letztlich bereits destruiert. Damit sie möglich ist, muss eine quasi unmögliche Bedingung erfüllt sein: „*Die Gabe als Gabe dürfte letztlich nicht als Gabe erscheinen: weder dem Gabenempfänger noch dem Geber.*“ (Derrida, 1993, S. 25) Denn nur dann bleibt sie das, was sie vorgibt zu sein: eine Gabe, die eben nichts anderes sein kann als eine Gabe. Dass dies letztlich unmöglich ist, heißt allerdings in soziologischer Perspektive nicht, dass bestimmte Aktivitäten nicht als Gaben und Geschenke symbolisiert werden. Dies geschieht in den unterschiedlichsten kulturellen Formen. Nur diese kulturellen Sinngebungen der Gabe machen sie zu dem, was sie in der gesellschaftlichen Wirklichkeit ist, zu einem Geschenk, mit dem praktisch umgegangen werden muss. So erscheint die Gabe als Gabe, was für Derrida letztlich den Anfang der praktischen Einordnung von Gaben in eine Tausch-Ökonomie bedeutet (vgl. Derrida, 1993, S. 36). Folgerichtig stellt Derrida heraus, dass der Essay von Marcel Mauss eigentlich nicht über die Gabe handelt, weil er sie eben bezeichnet:

„Man könnte so weit gehen zu sagen, dass selbst ein so monumentales Buch wie der *Essai sur le don* von Marcel Mauss von allem möglichen spricht, nur nicht von der Gabe: der *Essai* handelt von der Ökonomie, dem Tausch und dem Vertrag (do, ut des), vom Überbieten, vom Opfer, der Gabe und der Gegengabe, kurz von allem, was aus der Sache heraus zur Gabe drängt und zugleich dazu, die Gabe zu annullieren.“ (Derrida, 1993, S. 37)

Das Annullieren der Gabe durch ihre symbolische Verdoppelung macht sie jedoch, was Derrida nicht hinreichend genau sieht, erst zu einer Praktik, die weitere Praktiken affiziert und dadurch die Praxisform des *Gabentausches* erzeugt, die marktlogisch betrachtet nicht möglich sein kann, weil Gaben eben gerade dadurch ausgezeichnet sind, dass sie nicht getauscht werden können. Sie werden als Geschenke praktisch, für die keine Gegenleistung verlangt werden kann. Die Paradoxie des Gabentausches besteht nun darin, dass er letztlich nur als das Geben von Geschenken denkbar ist. Denn die Geschenke können sich nicht explizit auf vorherige Geschenke beziehen, was aus dem Gabentausch wiederum einen durch Berechnung gekennzeichneten Warentausch machen würde. Diese Argumentation ist aber nur möglich, wenn man von der reinen Gabe und der reinen Ware ausgeht und diese beiden Prinzipien als theoretische Logiken gegenüberstellt. Dann erscheint der Tausch von Waren als interessegeleitetes Erwerbsmittel während der Tausch von Gaben eben genau das nicht ist und deshalb als interesseloser Altruismus verklärt wird.

Gegen eine derartig dichotomisierende Vorgehensweise wendet sich eine Praxistheorie des Tausches, die nicht von theoretischen Prinzipien ausgeht, sondern von den Symbolisierungen, die mit den Praktiken des Tausches entstehen und neue Praktiken des Tausches her-

vorbringen. Dies lässt die von Mauss formulierte Grundfrage in einem anderen Licht als dem der Dekonstruktion erscheinen:

„Welches ist der Grundsatz des Rechts und Interesses, der bewirkt, dass in den rückständigen und archaischen Gesellschaften das empfangene Geschenk zwangsläufig erwidert wird? Was liegt in der gegebenen Sache für eine Kraft, die bewirkt, dass der Empfänger sie erwidert?“ (Mauss, 1990, S. 18)

In Mauss' Antwort erscheinen Geister und Magien, die den Sachen, die gegeben und genommen werden, inne wohnen. Die Lösung seiner Grundfrage liegt für ihn genau hier. Dadurch, dass die gegebenen Gegenstände beseelt sind, einen Geist besitzen und eine Kraft ausüben (vgl. ebd.: S. 103), verpflichten sie zur Erwidrung der Gabe. Das Gegebene ist, wenn es erwidert wird, mehr als nur die Sache, es hat einen symbolischen Wert, der sich nicht im Gebrauchswert messen lässt und von den beteiligten Akteuren beispielsweise in Polynesien mit dem Begriff *hau* bezeichnet wird (vgl. Mauss, 1990, S. 31-33).

Eine an Marktmechanismen des Warentausches orientierte Theorie ist letztlich ungeeignet, die hier wirksamen Antriebe und Verhaltensweisen der Akteure beim Austausch von Gütern und Dienstleistungen angemessen zu analysieren (vgl. Davis, 2002, S. 187-188). Und sie eignet sich deshalb nicht, ein Bild zu entwerfen, wie sich die Sozialität in Stammesökonomien, und nicht nur dort, durch den Tausch selbst reguliert. Die von mir vorgeschlagene Unterscheidung der einzelnen Tauschpraktiken macht es dagegen möglich, die Praxisform des Gabentausches umfassend als „Logik in actu“ (vgl. Bourdieu, 1998, S. 182-184) zu rekonstruieren. Als erstes kann gefragt werden, unter welchen Bedingungen eine Gabe praktisch wird. Hier wird bereits deutlich, dass die Praktik der Gabe nur in Verbindung mit Praktiken der Symbolisierung des Gegebenen als Gabe möglich wird. Erst diese symbolischen Akte machen das Gegebene als Geschenk kenntlich, so dass die Praktik des Bewertens der Gabe, die als Anerkennung des Gegebenen als Geschenk verstanden werden muss, möglich wird (vgl. hierzu auch Berking, 1996 passim, v. a. S. 63-65). Die Praktik der Annahme der Gabe ist nur innerhalb der inzwischen vollzogenen „symbolischen Alchimie“ (Bourdieu, 1998, S. 169) in Bezug auf das gegebene Gut möglich. Erst wenn die objektiven Schemata des Tausches durch Symbole generierende bzw. -reproduzierende Praktiken, etwa durch die Verkennung der Gabe als gutmütige Tat, die zur Dankbarkeit verpflichtet, in anerkannte Schemata verwandelt worden sind, wird eine Gegengabe wahrscheinlich und der Prozess beginnt erneut. Das Ablehnen einer Gabe, die als Geschenk symbolisiert worden ist, bedeutet jetzt eine symbolische Ablehnung der persönlichen Reputation des Schenkenden, was Folgen hat für die soziale Beziehung zwischen Gebendem und potenziell Nehmendem.

Betrachtet man außerdem die zeitliche Streckung, die zwischen Gabe und Gegengabe entstehen kann, wird

die Praxisform des Tausches als strukturbildender sozialer Mechanismus rekonstruierbar. Denn die durch den Gabentausch ermöglichten Strukturierungen der Praxis hängen, wie Bourdieu sagt, eng mit der Zeitspanne zwischen Gabe und Gegengabe zusammen:

„Die Gabe spricht die Sprache der Bindung: eine Verbindlichkeit, die bindet ..., schafft Verbindungen und Bündnisse; sie stiftet legitime Herrschaft. Dies unter anderem, weil sie aus der Zeitspanne, die Gabe und Gegengabe voneinander trennt ..., eine Zeit kollektiver Erwartungen der Gegengabe oder der Dankbarkeit macht oder, deutlicher gesagt, eine Zeit anerkannter, legitimer Beherrschung, hinge-nommener und geliebter Unterordnung.“ (Bourdieu, 2001, S.254)

Unter bestimmten Bedingungen kann der Gabentausch nicht nur als Herrschafts-, sondern auch als Solidaritätsmechanismus gesehen werden: „Der Gabentausch kann zwischen Gleichen stattfinden und durch die Kommunikation dazu beitragen, die ‚Kommunion‘ zu stärken, die Solidarität, die den sozialen Zusammenhalt schafft.“ (Bourdieu, 1998, S. 170). Die Definition der Voraussetzungen für den Gabentausch erlaubt es, ihn als Ausgangspunkt für soziale Strukturbildungen zu verstehen. Um dies zu analysieren, müssen die Praxiseffekte des Gabentausches von der praktischen Logik des Gabentauschmechanismus unterschieden werden. Der Gabentausch und das Annehmen von Gaben erzeugen symbolische Macht- und/oder Solidaritätsbeziehungen. Die Praxis, die dies ermöglicht, zeichnet sich jedoch durch ein symbolisches Verkennen oder Verschleiern dieses Effekts von Gabentausch aus, weil er sich nicht in Kalkulation auf symbolischen und sozialen Gewinn vollzieht. Diese Praxis ist ein Effekt des Zusammenspiels von dinglicher und inkorporierter Sozialität, das die symbolische Dimension des Tausches erzeugt. Signifikante Logiken der Praxis des Tausches entspringen folglich nicht dem rationalen Nutzenkalkül, sondern einer anderen Symbolik, die sich der soziologischen Beobachtung nur dann erschließt, wenn sie im hier behandelten Fall die Verkennung der Gabe als Einsatz in der ökonomischen Ökonomie oder als gutmütige Tat hinter sich lässt.

Um nun die Bedeutung des Gabentausches für die gegenwärtige Tauschpraxis herauszuarbeiten, muss gesehen werden, dass die praktische Logik des Gabentausches kein Rudiment der modernen Gesellschaft ist. Die im Anschluss an Mauss' ethnologisch gefärbter Studie zur Gabe formulierte Steigerungsformel Marshall Sahlins (vgl. 1981, S. 199) und Alvin Gouldners (vgl. 1984, S. 108-109), nach der sich die modernen Formen des Tausches aus den tribalistischen Formen des Gabentausches entwickelt haben, ist nicht haltbar. Der Gabentausch, der nach dieser Ansicht auf Reziprozität beruht, kann nicht als Tauschform beschrieben werden, die durch die moderne, unpersönliche und auf Kalkulation basierende Ökonomie in private Räume zurückgedrängt wird und mit zuneh-

mender „Modernisierung“ der Ökonomie immer mehr an Bedeutung verliert. Denn die Gabe und der Gabentausch sind keine Restkategorien moderner Märkte in der gegenwärtigen Ökonomie, *sie entstehen vielmehr mit ihnen*. Auf Kalkulation basierende Geldwirtschaft und reziproke Formen des Gebens von Gaben entwickeln sich parallel (vgl. Callon, 1998, S. 13). Mit dem Anwachsen der Geldwirtschaft intensiviert sich der Austausch von Gaben, da jetzt Gaben überhaupt von Waren unterschieden werden können. Die ethischen Implikationen, die Mauss dem Wort Gabe in seinen „moralischen Schlussfolgerungen“ (vgl. Mauss, 1990, S. 157-158) aus dem Gabenessay gegeben hat, sind schließlich nur möglich, wenn die Gabe im Kontrast zu etwas anderem, der Gabe entgegen gesetztem gesehen wird, in dem Kalkulation die sozialen Beziehungen steuert (vgl. hierzu Derrida, 1993, S. 88-89).

Mauss betrachtet die Praxis in tribalistischen Gesellschaften mit Begriffen, die in der kapitalistischen Gesellschaft entstanden sind. Und der Begriff Gabe, der von Mauss explizit moralisch aufgeladen wird und in den untersuchten geldlosen Stammesgesellschaften nicht bekannt ist, kann als ein besonders eindringliches Beispiel dafür angesehen werden, weil er nur möglich ist, wenn es Dinge gibt, die eben nicht als Gabe begriffen werden können und dennoch getauscht werden. Dies sind durch Geld und Preise als Waren symbolisierte Gegenstände und Leistungen, die nicht als Geschenke zu haben sind, sondern gekauft bzw. verkauft werden müssen, was in den von Mauss untersuchten Stammesgesellschaften definitiv nicht vorgekommen sein wird. Mauss beschreibt die dortigen Praxisformen mit Hilfe von Kategorien, die nur für seine Herkunftsgesellschaft schlüssig sind. Die Praxisformen in tribalistischen Gesellschaften sind jedenfalls nicht hinreichend mit dem Begriff der Gabe verständlich zu machen, weil sie sich nicht im Kontrast zu einer warenförmigen Tauschkultur gebildet haben. Deshalb kann der Gabentausch, wie er von Mauss beschrieben wird, nicht als Urform des Tausches, als der „Felsen“ (Mauss, 1990, 163) der modernen Gesellschaft gefasst werden, dessen „Spaltungsprodukte“, wie Axel Paul (vgl. 2004, S. 60) annimmt, das moderne Schenken und der Warentausch sind. Explizit preislose Formen des Tausches sind genuine und endemische Hervorbringungen der kapitalistischen Gesellschaft, weil sie nur im Kontrast zu den warenförmigen Tauschformen entstehen können und in ihrer Entstehung nicht auf die Praxisformen in tribalistischen Gesellschaften bezogen sind. Vergangene Stammesgesellschaften dienen nicht als Vorbild für Schenkpraktiken der Gegenwart. Marcel Mauss nimmt das gegenwärtige Schenken in der kapitalistischen Gesellschaft vielmehr als Vorbild für die Beschreibung der Praxis in Stammesgesellschaften.

Ganz im Sinne dieses Arguments weist Nathalie Davis (vgl. 2002) in ihrer kulturanthropologisch-historischen Studie nach, dass sich etwa in den kulturellen Erzeugnissen (Texten) im Frankreich des 16. Jahrhunderts, also zur Zeit der sich dort intensivierenden Geldwirtschaft,

die neue Sorge ausfindig machen lässt, wie zwischen Gabe und (Ver-) Kauf unterschieden werden kann, so dass Begriffe wie *geben* oder *schenken* überhaupt an Bedeutung gewinnen können (vgl. hierzu auch Groebner, 2003). Und Helmuth Berking (vgl. 1996) zeichnet in seiner kultursoziologischen Studie zum Phänomen des Schenkens in der Gegenwartsgesellschaft den Einfluss dieser Praxisform zur Anbahnung und Pflege insbesondere von intimen Beziehungen zwischen Verwandten und Freunden nach. Den hier getauschten Geschenken wohnt ein Unruhe- und Innovationspotenzial inne (vgl. Davis, 2002, S. 189), weil mit ihnen symbolische Anerkennung und Zurückweisung verbunden sein können, was die beteiligten Akteure durchaus antizipieren.

Damit ist die Bedeutung der Praxisformen des Schenkens und des Gabentausches aber noch nicht hinreichend erfasst. Es geht nämlich nicht nur darum, Geschenke eindeutig von Waren zu unterscheiden, verbürgt durch die übliche Praxis, Preisschilder von Geschenken zu entfernen, sondern auch um die Überwindung der theoretischen Gegenüberstellung von gesellschaftlichen Bereichen, in denen Gaben als Geschenke getauscht werden, und der Ökonomie, in der der Tausch von Waren über die Praxisformen Kauf und Verkauf geschieht. Dies erlaubt es nicht nur, die Praxisform der Korruption und Vorteilsnahme durch Bestechung oder die verbreitete Praxisform der in der philanthropischen Tradition stehenden Stiftung von Geldern durch vermögende Privatpersonen und Konzerne (vgl. Sigmund, 2000) genauer in den Blick zu nehmen. Sehr viel grundlegender erlaubt die Überwindung der weit verbreiteten Vorstellung, der Tausch sei in der kapitalistischen Ökonomie berechenbar, weil er als Kauf und Verkauf allein durch den Preismechanismus und das Verhältnis von Angebot und Nachfrage gesteuert ist, die Praxisform der gegenseitigen Gewährung von Vorteilen, die sich in der modernen Ökonomie durch Formen des Gabentausches ereignet, angemessen als Strukturierungen der Praxis zu analysieren. Dazu müssen nicht nur die alltäglichen Rituale der „symbolökonomischen“ Auskleidung warenökonomischer Beziehungen, also etwa die gegenseitige Bewirtung bei der Besiegelung von Kaufverträgen oder Geschäftskooperationen, in den kultursoziologischen Blick genommen werden. Eine Praxistheorie des Tausches kann hier sehr viel grundlegender ansetzen, indem sie vielfältige symbolische Formen der Reziprozität identifiziert und als Katalysatoren der Tauschpraxis analysiert. Denn wird der Tausch als spezifische, von anderen Praxisformen unterscheidbare *Vollzugswirklichkeit* verstanden, wird sichtbar, dass jeder Tausch mit *kulturellen Bewertungen* verbunden ist, die auf der Sach-, Sozial- und Zeitdimension als *symbolische Formen der Reziprozität* materialisiert sind. Der Tausch ereignet sich als Verketzung von Tauschpraktiken in der Relation von inkorporierter und dinglicher Sozialität. In dieser Relation werden die symbolischen Formen der Reziprozität durch Praktiken der Inzeption und Rezeption praktisch aktualisiert und

neu geformt, sodass sich Praxisformen des Tausches als Verkettung von Tauschpraktiken ereignen können.

Symbolische Formen der Reziprozität und die Simultanität von Tauschlogiken

Die hier verfolgte praxistheoretische Soziologie des Tausches impliziert eine Neufassung des Begriffs der Reziprozität, der traditionell für eine Typologie von Tauschformen eine wichtige Rolle spielt (vgl. Sahlins, 1999 und aktueller Stegbauer, 2002; Hollstein, 2005). Ausgehend von Richard Thurnwalds Ethnologie (vgl. 1921, S. 131-132), in welcher der Begriff erstmals verwendet wird, bezieht er sich auf soziale Beziehungen, in denen wechselseitige Verpflichtungen und Anrechte zwischen den an der Beziehung beteiligten Akteuren bestehen (vgl. Elwert, 1991, S. 169; Streck, 1995, S. 1). Thurnwald hatte den Begriff noch für die sozialen Strukturen in Stammesgesellschaften reserviert, für deren Bezeichnung er auch heute noch breite Verwendung findet, obwohl er, wie Georg Elwert (vgl. 1991, S. 169) feststellt, in keiner der beschriebenen Gesellschaften einschließlich der unseren als endemischer Begriff vorkommt. Lévi-Strauss (vgl. 198, S. 100-102) generalisiert ihn schließlich zu einem allgemeinen Symbol jeder Sozialität, das mental verankert ist. In den Tauschtheorien, die daran anschließen, wird der Begriff Reziprozität häufig als Ausgangspunkt insbesondere für Prozesse des Gabentausches gefasst, die ohne das Symbol der Reziprozität als unmöglich erscheinen. Der Begriff steht hier für die Gegenseitigkeit in der *Tauschbeziehung* und erscheint etwa in der Begriffsfassung durch Alvin Gouldner (vgl. 1984, S. 97-99), auf die sich viele Tauschtheorien beziehen, als generelle Norm der Sozialität, durch die Tauschprozesse möglich werden, die sich nicht durch eine Äquivalenz der von den Tauschbeteiligten in den Tausch eingebrachten Leistungen auszeichnen, sondern durch wechselseitige Verpflichtungen und Anrechte, die normativ erzeugt werden müssen.⁷

Dagegen muss im Kontext der Paradigmen der soziologischen Praxistheorie hervorgehoben werden, dass Praxisformen des Tausches mehr sind als nur Erscheinungsformen des theoretischen Prinzips der Reziprozität. Der Tausch ist deshalb kein dem normativen Prinzip der reziproken Beziehungsform untergeordnetes Phänomen, weil sich die elementaren Tauschpraktiken des Gebens, Nehmens und Erwiderns im Vollzug der Tauschpraxis in reziproker Form verketteten. Demnach *entsteht* mit jedem Tausch zumindest zeitweise eine reziproke Beziehung zwischen gebendem, nehmendem und die Gabe erwidern dem Akteur. Denn jeder Tausch *erzeugt*, wenn er zum Abschluss kommt, eine Gegenseitigkeitsbeziehung zwischen den beteiligten Akteuren. So geschehen Formen des Tausches ohne Preis wie beispielsweise der Geschenk- oder Gabentausch reziprok. Sie

zeichnen sich, wie bereits Blau gesehen hat, dadurch aus, dass sich die Austauschprozesse in zeitlicher Streckung ereignen und deshalb mit gegenseitigen (reziproken) Erwartungen und Erwartungserwartungen verbunden sind, *die sich jedoch nur mit Hilfe kultureller Deutungen und Sinnzuschreibungen erzeugen und reproduzieren lassen*. Reziprozität versteht sich im Kontext einer Kulturosoziologie des Tausches folglich nicht als das unabänderbare theoretische Prinzip des Tausches. Der Begriff der Reziprozität ist für eine Soziologie des Tausches, die unterschiedliche Formen des Tausches voneinander unterscheiden will, folglich nur dann nützlich, wenn mit ihm die im Tausch symbolisch erzeugten Erwartungen und Erwartungserwartungen sichtbar gemacht werden, die eine Verkettung von Tauschpraktiken zu reziproken Praxisformen des Tausches wahrscheinlich werden lassen. Denn Praxisformen des Tausches kommen erst dann zum Abschluss, wenn die Praktiken des Gebens, Nehmens und des Wiedergebens durch Symbol gebende Praktiken, also vor allem durch die Bewertung der Tauschgegenstände und der am Tausch beteiligten Akteure, aufeinander abgestimmt sind, sich deshalb zu Praxisformen des Tausches verketteten und dadurch Formen reziproker Beziehungen zwischen Akteuren hervorbringen oder reproduzieren.

Der Begriff der Reziprozität wird hier also nicht, wie es in großen Teilen der sozialwissenschaftlichen Tradition im Anschluss an die dafür richtungweisenden Überlegungen von Marshall Sahlins (vgl. 1999) und Alvin Gouldner (vgl. 1984, S. 97-99) regelmäßig geschieht, für die preislosen Formen des Tausches zwischen zwei klar benennbaren Akteuren reserviert. Denn auch die Formen des über Preise gesteuerten Warentausches können wie auch die abstrakten, über die Dyade von Tauschakteuren hinausweisenden Tauschformen nur reziprok geschehen. Christian Stegbauer (vgl. 2002, S. 31) unterscheidet hier zwischen direkten und generalisierten Formen der Reziprozität. Damit verdeutlicht er, was auch ich hervorheben möchte: *Vollzieht sich ein Tausch, ist er in der theoretischen Außenbetrachtung immer reziprok*. Das heißt nicht, dass eine Norm der Reziprozität in den mentalen Strukturen der beteiligten Akteure verankert sein muss. Die entscheidende Frage ist vielmehr, wie Formen der Reziprozität regelmäßig in der Relation von inkorporierter und dinglicher Sozialität wahrscheinlich werden, wie also Formen der Verkettung von Tauschpraktiken praktisch entstehen und dadurch verschiedene Formen sozialer Beziehungen entstehen lassen. Ein strukturalistischer bzw. funktionalistischer Begriff der Reziprozität wird dadurch überwunden. Denn Tauschformen werden nicht aus dem theoretischen Prinzip der Reziprozität deduktiv abgeleitet, indem Reziprozität als umfassende Norm jeder Praxis übergeneralisiert wird. Stattdessen fragt die Praxistheorie des Tausches danach, *wie die Verkettung von Tauschpraktiken zu reziproken Praxisformen des Tausches möglich wird*.

Ganz im Sinne dieses Arguments differenziert Paul Ricœur (vgl. 2006, S. 290-292) den Begriff der Rezipro-

zität in Wechselseitigkeit und Gegenseitigkeit. Gegenseitigkeit ist als Form sozialer Beziehungen in jeder Tauschform *formal* gegeben, in der sich Tauschpraktiken zur Praxisform des Tausches verkettet haben, weil der Tausch, wenn er praktisch gelingen soll, sich reziprok zwischen mindestens zwei Akteuren vollziehen muss. Wechselseitigkeit ist dagegen eine spezielle symbolische Form der Reziprozität, die sich auf die wechselseitige Anerkennung der Tauschpartner bezieht. Wird mit dem Gegebenen symbolisch eine Anerkennung der Person des Beschenkten verbunden, indem eine Gabe in entsprechender Weise inszeniert wird, entsteht eine Form von Reziprozität, die sich von den Formen der Reziprozität deutlich unterscheidet, in denen es vor allem um den reziproken Tausch von Sachen des Gebrauchs geht, der sich in der Gegenwartsgesellschaft sehr häufig als Kauf und Verkauf im symbolisch generalisierten Tauschmedium Geld ereignet. Hier wirkt nicht primär eine auf Personen bezogene Wechselseitigkeit, sondern eine sachbezogene Gegenseitigkeit, die sich durch die Bezahlung eines Tauschgegenstandes vollzieht. Auch in der sachbezogenen Reziprozität spielen die Personen der gebenden und nehmenden Akteure zwar eine gewisse Rolle, weil insbesondere beim Erwerb von Wertgegenständen auf dem Verhandlungsweg geklärt werden muss, ob der einen Tauschgegenstand empfangene Akteur tatsächlich etwas adäquates, also in der Regel entsprechende Geldmittel, zurückgeben kann, oder ob der gebende Akteur tatsächlich etwas zum Tausch anbietet, was den Preis wert ist, den er dem Gut gegeben hat. Dennoch ist der gegenseitige Tausch primär durch Sachbezogenheit geprägt, weil es um die sachliche Aushandlung einer Tauschform geht, in der der sachliche Wert des Tauschgegenstandes im Mittelpunkt der Praxis steht, was nicht selten durch einen Kaufvertrag rechtlich verbürgt ist. Die gegenseitige Beziehung zwischen den am Tausch beteiligten Akteuren ist deshalb in auf die Sachdimension bezogenen Tauschformen typischer Weise okkasionell und flüchtig (vgl. Stegbauer, 2002, S. 36-38). Ist der Kaufvertrag abgeschlossen, kann die Beziehung zwischen den am Kaufvertrag beteiligten Akteuren zumindest prinzipiell enden. Und genau deshalb kommt der primär sachbezogene Tausch von Waren gegen Geld „erst als Äquivalententausch auf seinen Begriff“ (Paul, 2004, S. 59). Denn wenn von den am Tausch beteiligten Akteuren die sachliche Äquivalenz zwischen den beiden Objekten, die Gegenstand des Tausches sind, gegenseitig festgestellt wird, ist die Tauschbeziehung praktisch abgeschlossen und gibt prinzipiell keinen Anlass zur Verstetigung der reziproken Beziehung. „Die Äquivalenz taugt, ja sie *ist* die ‚Entschuld(ig)ung‘, sich der ehemals endlosen Verpflichtung zu entziehen, zu geben, zu nehmen und zu erwidern.“ (Paul, 2004, S. 59). Dagegen wird im Geschenktausch, der sich in zeitlicher Streckung ereignet, typischerweise eine durch Symbole verstärkte *Wechselseitigkeit* praktisch relevant, die sich als *besondere Form der Reziprozität* beschreiben lässt, weil sie sich nicht

primär auf die sachliche Äquivalenz der getauschten Güter, sondern auf die mit dem Tauschgut verbundene Ebene der Anerkennung einer Person bezieht. Diese wird mit Symbol gebenden Praktiken erzeugt und bezieht sich nicht primär auf die Sachdimension, sondern primär auf die Sozialdimension der Praxis des Tausches. Reziprozität, die sich im Tausch per se formal einstellt, nimmt also im Vollzug der Tauschpraxis sehr unterschiedliche symbolische Formen an, die es gilt, in einer differenzierten Typologie des Tausches angemessen zu formulieren.

Meine These ist in diesem Zusammenhang, dass in den symbolischen Formen der Reziprozität eine Simultanität der Gaben- und Warentauschlogik praktisch wirksam wird. Dies lässt sich im Anschluss an Überlegungen von Georg Elwert (vgl. 1991, S. 162-164) exemplarisch am Arbeitsvertrag illustrieren. Lohnarbeit ist zunächst augenscheinlich eine Praxisform, die sich im Kontext der Warentauschlogik vollzieht. Die Arbeitskraft wird, wie wir seit Karl Marx wissen, auf dem Arbeitsmarkt zu einer Ware, die für Geld gekauft wird. Die Höhe des Lohnes, also der Preis, der für die Arbeitskraft gezahlt wird, ist eine Verhandlungssache, in der von keiner Seite Geschenke gemacht werden. Ist der Arbeitskontrakt abgeschlossen, vollzieht sich jedoch simultan zur Warentauschlogik so gut wie immer eine andere, am Prinzip der Gabe und Gegengabe orientierte Tauschlogik. Denn für die Aufrechterhaltung von Arbeitsabläufen ist es nahezu in allen Arbeitszusammenhängen notwendig, dass Mitarbeiter sich gegenseitig mit Informationen versorgen, sich in bestimmten Situationen gegenseitig helfen und auch gelegentlich Arbeiten eines überforderten oder momentan überlasteten Kollegen übernehmen, obwohl sie dazu nicht verpflichtet sind. Hierbei handelt es sich streng genommen um unbezahlte Arbeitsleistungen, die sich regelmäßig vollziehen und die deshalb vom Arbeitgeber relativ sicher erwartet werden können. Und auch der Arbeitgeber wird einen Mitarbeiter zumindest auf Zeit auch dann entlohnen, wenn seine Arbeitsleistungen unzureichend oder fehlerhaft sind.

Insbesondere Formen der projektorientierten Arbeitsorganisation, die sich in Unternehmen und Behörden immer mehr durchsetzen (vgl. nur Boltanski und Chiapello 2003, S. 176-178), sind auf diese Simultanität von unterschiedlichen Tauschlogiken angewiesen, weil hier die Praxis der gegenseitigen Gewährung von Vorteilen programmatisch eng mit der Praxis des gewinnorientierten Geschäfts gekoppelt ist. Die Arbeitsteams können nur dann gemeinsam an einem Projekt arbeiten, also ein gutes Geschäft machen, wenn sie sich im Arbeitsverlauf gegenseitig unterstützen und sich nicht ausschließlich als Konkurrenten um höhere Positionen beobachten. Unternehmen nutzen die kulturelle Tradition der gegenseitigen Unterstützungsbereitschaft folglich dazu, die Arbeitsabläufe auch auf der Basis einer Gabentauschlogik neu zu organisieren, ohne dabei die berechnende Logik des Geschäfts zu negieren. Denn die am Prinzip der gegenseitigen Unterstützung orientierte Arbeitsorganisation steigert häufig die Effizienz der Arbeitsleistungen und er-

möglicht deshalb höhere Gewinne. Die Simultanität unterschiedlicher Tauschlogiken vollzieht sich, wie dieses Beispiel weiter zeigt, durch die Produktion und Reproduktion symbolischer Formen. Erst durch diese Symbolisierungen der Tauschpraktiken und durch die damit verbundene Habitualisierung von Dispositionen ist die Bereitschaft der arbeitenden Akteure eines Unternehmens möglich, Praktiken innerhalb der praktischen Logik des Gabentausches auch am Arbeitsplatz zu initiieren, sich also, einfacher ausgedrückt, gegenseitig zu helfen. Dies geschieht nicht als reiner Altruismus, sondern wird nur dadurch zur üblichen Praxis, die relativ sicher erwartet werden kann, weil sich in der Relation von inkorporierter und dinglicher Sozialität Symbole des preislosen Gebens verdichtet haben, auf die die Akteure auch im vermeintlich rational organisierten Bereich der Erwerbsarbeit zurückgreifen, obwohl die praktische Logik des Arbeitsvertrages auf die symbolischen Formen der Kalkulation und Berechnung beruht.

Zur weiteren Verdeutlichung der hier wirksam werdenden Simultanität von Tauschlogiken ist eine den Marx'schen Begriff der Arbeit präzisierende Unterscheidung von Sabine Pfeiffer (vgl. 2004, S. 166-168) hilfreich, laut der die Arbeit in kapitalistischen Produktionsverhältnissen als *Arbeitskraft* einen symbolisch objektivierten *Tauschwert*, der sich quantitativ bestimmen lässt, und als *Arbeitsvermögen* einen dynamisch-prozessualen, letztlich nicht objektivierbaren *Gebrauchswert* hat, der sich als qualitativer Aspekt der Arbeit durch Praxis immer wieder neu formt. Innerhalb dieser analytischen Unterscheidung ist zunächst zu betonen, dass sich der quantitativ messbare *Tauschwert* der *Arbeitskraft* für ihre Anbieter bzw. Anbieterinnen symbolisch im Arbeitslohn ausdrückt, der auf der Sachdimension der Tauschpraxis geformt wird. Hier geht es darum, dass bestimmte, als messbar symbolisierte Eigenschaften des Anbieters von *Arbeitskraft*, also etwa formale Qualifikationen, in Zeiträumen bestimmbare Berufserfahrung, Zeugnisse, Auszeichnungen, Alter des Anbieters der *Arbeitskraft* etc., in Geldgrößen ausgedrückt und dadurch im Arbeitslohn, der sich in Tarifgruppen gliedert, objektiviert werden. Als *Arbeitskraft* ist Arbeit folglich eine Ware, die auf dem Arbeitsmarkt gegen einen Arbeitslohn zum „Kauf“ angeboten wird.

Oskar Negt und Alexander Kluge (vgl. 1993), auf die sich Pfeiffer (vgl. 2004, S. 168) zur Entwicklung ihres Begriffs des *Arbeitsvermögens* bezieht, machen nun berechtigterweise darauf aufmerksam, dass sich die „Besitzer der Ware *Arbeitskraft*“ (Negt und Kluge, 1993, S. 86) diese ihre *Arbeitskraft* „permanent neu erarbeiten“ (ebd.) müssen, weil Arbeit genau genommen nicht als Besitz, sondern nur als prozessuale Praxis vorgestellt werden kann. Dieser Umstand formt die qualitative Seite der Arbeit, die mit dem Begriff des *Arbeitsvermögens* bezeichnet ist. In der Tauschform, die *Arbeitskraft* gegen Geld erwirbt, macht das *Arbeitsvermögen*, das sich nur prozessual einstellen kann, den *Gebrauchswert* der Arbeit aus. Und in genau dieser Sachlage lässt sich eine hoch interessante Vermischung unterschiedlicher Tauschlogiken

innerhalb der Entäußerung von Arbeit auf einem Arbeitsmarkt erkennen. Denn das *Arbeitsvermögen* muss sich der arbeitende Akteur im Prozess der Arbeit selbst aneignen, indem er es habitualisiert. Dies führt zur Inkorporierung von Dispositionen, welche die Erwerbsarbeit affektiv besetzen, so dass die arbeitenden Akteure „in der Arbeit einen inneren, auf den bloßen Geldgewinn nicht reduzierbaren Gewinn finden“ (Bourdieu, 2001, S. 259). Arbeit wird mit anderen Worten nicht mehr nur als Leistung empfunden, die gegen Geld getauscht wird, sondern sie ist mit einer ihr „immanenten Befriedigung“ (Bourdieu, 2001, S. 260) verbunden, die sich nicht gegen den Arbeitslohn eintauschen lässt. Dass dabei die *Arbeitskraft* vom Arbeitgeber „ausgebeutet“ (Bourdieu, 2001, S. 259) wird, indem er das *Arbeitsvermögen* des arbeitenden Akteurs in Gewinn verwandelt, wird von den arbeitenden Akteuren deshalb verkannt, weil sie ein eigenes, „subjektives Interesse“ an „ihre“ Arbeit entwickeln. Bourdieu verdeutlicht dieses Argument, indem er sagt, dass „Arbeit zwischen zwei Extremsituationen erlebt [wird]: der Zwangsarbeit, die nur durch äußeren Druck bestimmt ist, und der scholastischen Arbeit, deren Grenzfall die quasi spielerische Tätigkeit des Künstlers oder Schriftstellers ist“ (Bourdieu, 2001, S. 259). Je weiter sich nun die Form der Arbeit von der Zwangsarbeit entfernt, desto mehr wird sie von den arbeitenden Akteuren mit Dispositionen verbunden, die das auf einen dauerhaften Tausch der *Arbeitskraft* gegen einen Arbeitslohn beruhende Arbeitsverhältnis verkennen, das im Arbeitsvertrag objektiviert ist. Die vom arbeitenden Akteur in relativer Selbstbestimmung vorgenommene Aneignung des *Arbeitsvermögens* ist eng mit den vom Arbeitgeber gewährten Freiheiten in der Gestaltung der Arbeit sowie mit den symbolischen Gewinnen, die durch die Arbeit innerhalb der belegschaftsinternen Konkurrenz zwischen den Kollegen gemacht werden können, verbunden. In solchen objektivierten Merkmalen der Arbeit findet sie als prozessuale Praxis die Bedingungen für ihre Aktualisierung, weil sich mit ihnen ein System von Dispositionen entwickelt, das die Mitarbeiter inkorporieren und sie dazu befähigt und zwingt, sich am Arbeitsplatz Freiheitszonen einzurichten und in ihre Arbeit „ebenenen im Arbeitsvertrag nicht vorgesehenen Überschuss einzubringen, den der ‚Dienst nach Vorschrift‘ verweigern oder entziehen will“ (Bourdieu, 2001, S. 259).

Diese praxistheoretische Beschreibung der symbolischen Ausformungen des Tausches von Arbeit gegen Arbeitslohn zeigt, dass in der kapitalistischen Produktionsweise nicht alle Bestandteile der Arbeit zu einer marktfähigen Ware geformt werden können. Die Konstruktion und Reproduktion vielfältiger symbolischer Formen, durch die Arbeit auf der Sachdimension der Tauschpraxis zu einer Leistung geformt wird, mit der arbeitende Akteure nicht nur materiellen, sondern auch emotionalen, sozialen und symbolischen Gewinn erzielen können, führt dazu, dass sich im Arbeitsprozess die praktische Logik eines primär sachbezogenen Tausches der *Arbeitskraft* gegen einen Arbeitslohn mit anderen Praxisformen ver-

mischt, die sich beispielsweise im besonderen Engagement, in der Teamfähigkeit oder in der Mehrarbeit von Mitarbeitern ausdrücken. Arbeitsleistungen zum Erwerb der Lebenssicherung werden in ihrem praktischen Vollzug folglich nicht ausschließlich mit Geld verrechnet. Sie formen sich zu einer Praxis, in der die praktische Logik des Gabentausches deshalb wirksam wird, weil Leistungen, die über die mit dem Arbeitsvertrag eingegangenen Verpflichtungen hinausgehen, wie selbstverständlich erbracht werden. Denn diese Mehrleistungen erzeugen den hier verdeutlichten symbolischen, emotionalen und sozialen Gewinn, der außerhalb der praktischen Logik des Verkaufs von Arbeit gegen Geld erzielt wird. Es entsteht eine praktische Simultaneität von Tauschlogiken, die sich in den symbolischen Formen der Reziprozität Ausdruck verschafft und dadurch die Praxis der Lohnarbeit erst ermöglicht.

Schluss

Die symbolischen Formen der Reziprozität zeichnen sich, wie das Beispiel der Arbeitsverhältnisse deutlich machen sollte, durch eine praktisch relevante Simultaneität der Markt- und Gabentauschlogik aus. Diese Vermischung verschiedener Tauschlogiken in den symbolischen Repräsentationen der Reziprozität ermöglicht die Entstehung einer vielfältigen Tauschpraxis. Eine praxistheoretische Soziologie des Tausches kann diese Vielfalt sichtbar machen, wenn mit ihr die unterschiedlichen Ausformungen der Symbole der Tauschpraxis jenseits einer strikten Dichotomisierung der theoretischen Prinzipien des Gabentausches und des Warentausches herausgearbeitet werden. Um die Tauschpraxis als Vollzugswirklichkeit zu verstehen, reicht es folglich nicht, theoretisch konsistente Modelle des reinen Warentausches und des reinen Gabentausches zu konstruieren und diese beiden Tauschformen in einem Ausschließungsverhältnis gegenüber zu stellen. Wird der Tausch als Verkettung von Tauschpraktiken verstanden, können vielfältige Tauschformen identifiziert und untersucht werden, indem symbolische Formen der Reziprozität kultursoziologisch als Katalysatoren der Verkettung von Tauschpraktiken zu Tauschformen bestimmt werden. Dies ermöglicht eine Typologie von Tauschformen (vgl. hierzu Hillebrandt, 2009, S. 214-216), die der Vielfalt der Tauschpraxis dadurch gerecht zu werden vermag, indem mit ihr Tauschprozesse als variable Ausformungen von symbolischen Formen der Reziprozität verstanden werden. Auf diese Weise wird der praktische Sinn, der verschiedene Tauschformen erst möglich macht, in den Mittelpunkt der Tauschtheorie gestellt. Eine Sensibilität für diesen praktischen Sinn lässt sich methodisch letztlich nur durch qualitative empirische Forschung trainieren, die sich in ihrem Forschungsdesign an den grundlagentheoretischen Vorgaben der hier vorgeschlagenen praxistheoretischen Soziologie symbolischer Formen der Reziprozität orientieren kann.

Anmerkungen

- 1 Wichtig ist zu sehen, dass es sich bei diesen Praktiken des Tauschens (Hillebrandt, 2009) um Ereignisse handelt (vgl. Hillebrandt, 2012), die mit ihrem Entstehen auch sofort wieder verschwinden. Dies verbietet eine strukturalistische Theorie des Tausches, die Dirk Quadflieg (2012) in einer Kritik meiner Tauschtheorie offensichtlich präferiert. Werden die Praktiken des Tauschens gegen eine strukturalistische, die Reziprozität als Praxisprinzip voraussetzende Sozialtheorie als Ereignisse gefasst, können auch Formen der Praxis identifiziert werden, die eben nicht als Tausch verstanden werden können, wie etwa die Gabe, die, wie bereits Marcel Mauss (1990) in seinem Essay über die Gabe zu ahnen scheint, nicht per se als Tausch missverstanden werden kann. Die Diskussion der Frage, ob jede Gabe, also jede Praktik des Gebens, bereits einen Tausch impliziert, löst bekanntlich im Anschluss an die von Claude Lévi-Strauss (1989) bereits in den 1950er Jahren formulierte Kritik am Gabenessay von Marcel Mauss eine der wichtigsten Kontroversen der Sozialwissenschaften aus (vgl. für aktuelle Beiträge zu dieser Debatte nur Miklautz, 2010 und Hénaff, 2009), die nicht selten als Geburtsstunde des Strukturalismus sowie des Poststrukturalismus gesehen wird (vgl. Wetzel, 2008) und auf die ich unten zurückkommen werde.
- 2 Im Anschluss an Karl Marx (1983, S. 100) kann gesagt werden, dass der Austausch von Gaben im Gabentausch diese Gaben als symbolische und dadurch unbestimmte Werte aufeinander bezieht. Die Ware hat dagegen im Warentausch für den Gebenden keinen Gebrauchswert, sondern nur einen Tauschwert, während sie für den Nehmenden keinen Tauschwert, sondern einen Gebrauchswert hat. Die Bewertung der Praktik des Gebens und der Praktik des Zurückgebens wird im Warentausch standardisiert, indem die Tauschgegenstände als Waren definiert werden. Dennoch ist auch der Warentausch mit kulturellen Bewertungen verbunden, die im Geldmedium symbolisiert sind.
- 3 Diese Einsicht gewinnt er im Anschluss an die formale Beziehungs-Soziologie Simmels, die nicht nur eine Typologisierung des Tausches impliziert, sondern auch seine Bedeutung für die Genese und Reproduktion sozialer Beziehungen hervorhebt (vgl. Simmel, 1992, S. 660-662).
- 4 Werden die Symbolisierungen des Gebens, Nehmens und Erwiderns vernachlässigt, wie etwa in der Theorie der rationalen Handlungswahl, lässt sich vereinfachend behaupten, im Gabentausch werde letztlich nicht anders getauscht als im Warentausch, weil es hier wie dort ausschließlich darum ginge, über die Entäußerung von Wertgegenständen in den Besitz von Wertgegenständen zu kommen. Siehe zu dieser Fehlinterpretation der Gabe Esser (2000, S. 363), Coleman (1991, S. 400-402) und Elster (1989, S. 113). Dass Gaben aus rationalem Kalkül, also aus strategischen Gründen gemacht werden können, wird dabei von mir nicht bestritten.
- 5 Auch Bourdieu teilt diese Auffassung mehr oder weniger, indem er eine durch Kapitalismuskritik getarnte Modernisierungstheorie der Wirtschaft vertritt, deren zentrale These es ist, dass sich die Logik der Berechnung und Kalkulation im Feld der Wirtschaft mehr und mehr durchsetzt und dadurch die Ökonomie der symbolischen Güter verdrängt (vgl. Hillebrandt, 2006b, S. 161-163).
- 6 Dieses Argument lässt sich auch damit belegen, dass die Ethnologen des frühen 20ten Jahrhunderts, auf die sich Mauss, der keine eigene Feldforschung durchgeführt hat, bezieht, in die Welt ziehen, um in den Stammesgesellschaften, die in Europa nicht mehr beobachtet werden können, den Ursprung und die Entstehungsgeschichte der Institutionen und Strukturen ihrer Herkunftsgesellschaft ausfindig zu machen. Siehe hierzu etwa Thunwald (1932) und für eine aktuelle Variante dieser Sichtweise Streck (1995). Dass dies die Beobachtungsmittel sowie die Ergebnisse der ethnologischen Forschung prädisponiert, können wir nach mehr als einhundert Jahren ethnologischer Forschung heute sehr genau erkennen, während es die Zeitgenossen der frühen Ethnologen, also etwa Mauss, nicht hinreichend als Manko der Untersuchungen reflektiert haben. Dass diese Einsicht gravierende Konsequenzen für die Wirtschaftsanthropologie hat, kann hier nur am Rande bemerkt werden. Siehe dazu Elwert (1991).

- 7 So formuliert etwa Alvin Gouldner (1984, S. 97) beispielhaft: „Entgegen der Ansicht kultureller Relativisten kann unterstellt werden, dass die Reziprozitätsnorm allgemeingültig ist.“

Literatur

- Adloff, F. und Mau, S., 2005. Zur Theorie der Gabe und Reziprozität. In: F. Adloff, S. Mau, Hrsg. 2005. *Vom Geben und Nehmen. Zur Soziologie der Reziprozität*. Frankfurt/M. und New York: Campus, S. 9-57.
- Bataille, G., 2001. *Die Aufhebung der Ökonomie*. 3. erw. Aufl. München: Matthes und Seitz, (franz. Erstausgabe 1967).
- Baudrillard, J., 2005. *Der symbolische Tausch und der Tod*. Neuausg. München: Matthes und Seitz (franz. Erstausgabe 1976).
- Berking, H., 1996. *Schenken. Zur Anthropologie des Gebens*. Frankfurt/M. und New York: Campus.
- Blau, P.M., 1974. *On the Nature of Organizations*, New York et al.: John Wiley.
- Blau, P.M., 1992. *Social Exchange and Power in Social Life*. With a New Introduction by the Author. 3rd printing. New Brunswick and London: Transaction Publishers (first published 1964).
- Boltanski, L. und Chiapello È., 2003. *Der neue Geist des Kapitalismus*. Konstanz: UVK (französische Erstausgabe 1999).
- Bourdieu, P., 1976. *Entwurf einer Theorie der Praxis auf der ethnologischen Grundlage der kabyllischen Gesellschaft*. Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Bourdieu, P., 1987. *Sozialer Sinn. Kritik der theoretischen Vernunft*. Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Bourdieu, P., 1997. *Der Tote packt den Lebenden*. Schriften zu Politik und Kultur, 2. Hamburg: VSA.
- Bourdieu, P., 1998. *Praktische Vernunft. Zur Theorie des Handelns*. Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Bourdieu, P., 2001. *Meditationen. Zur Kritik der scholastischen Vernunft*. Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Bourdieu, P., 2005. *Die männliche Herrschaft*. Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Bourdieu, P. und Wacquant, L.J.D., 1996. Die Ziele der reflexiven Soziologie. In: P. Bourdieu, L.J.D. Wacquant, 1996. *Reflexive Anthropologie*. Frankfurt/M.: Suhrkamp, S. 95-249.
- Caillé, A., 2005. Die doppelte Unbegreiflichkeit der reinen Gabe. In: Adloff, Frank und Steffen Mau, Hrsg. *Vom Geben und Nehmen. Zur Soziologie der Reziprozität*, Frankfurt/M. und New York: Campus, S. 157-184 (franz. Original 1994).
- Caillé, A., 2006. Weder methodologischer Holismus noch methodologischer Individualismus – Marcel Mauss und das Paradigma der Gabe. In: S. Moebius, Ch. Papilloud, Hrsg. 2006. *Gift – Marcel Mauss' Kulturtheorie der Gabe*. Wiesbaden: VS, S. 161-214 (franz. Original 1996).
- Callon, M., 1998. Introduction: the embeddedness of economic markets in economics. In: M. Callon, ed. 1998. *The Laws of the Markets*. Oxford (Engl.): Blackwell, pp. 1-57.
- Cassirer, E., 1973. *Philosophie der symbolischen Formen. Erster Teil, Die Sprache*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft (Erstausgabe 1923).
- Cassirer, E., 1994. *Zur Logik der Kulturwissenschaften. Fünf Studien*. 6. Aufl. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft (schwedische Erstausgabe 1942).
- Castoriadis, C., 1984. *Gesellschaft als imaginäre Institution. Entwurf einer politischen Philosophie*. Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Coleman, J., 1991. *Grundlagen der Sozialtheorie, Bd. 1, Handlungen und Handlungssysteme*, München: Oldenbourg.
- Davis, N.Z., 2002. *Die schenkende Gesellschaft. Zur Kultur der französischen Renaissance*, München: C. H. Beck.
- Derrida, J., 1993. *Falschgeld. Zeit geben I*. München: Fink.
- Ebrecht, J. und Hillebrandt, F., 2004. Einleitung: Konturen einer soziologischen Theorie der Praxis. In: J. Ebrecht, F. Hillebrandt, Hrsg. 2004. *Bourdieu's Theorie der Praxis. Erklärungskraft – Anwendung – Perspektiven*. 2. Aufl. Wiesbaden: VS, S. 7-16.
- Elster, J., 1989. *The cement of society. A study of social order*. Cambridge, MA: University Press.
- Elwert, G., 1991. Gabe, Reziprozität und Warentausch. Überlegungen zu einigen Ausdrücken und Begriffen. In: E. Berg, et al., Hrsg. 1991. *Ethnologie im Widerstreit. Kontroversen über Macht, Geschäft, Geschlecht in fremden Kulturen*. München: Trickster, S. 159-177.
- Esser, H. 2000. *Soziologie. Spezielle Grundlagen*. Bd. 3: Soziales Handeln. Frankfurt/M. und New York: Campus.
- Godelier, M., 1999. *Das Rätsel der Gabe. Geld, Geschenke, heilige Objekte*. München: Beck.
- Goffman, E., 1991. *Interaktionsrituale. Über Verhalten in direkter Kommunikation*. Frankfurt/M.: Suhrkamp (amerikanische Erstausgabe 1967).
- Gouldner, A.W., 1984. *Reziprozität und Autonomie*. Ausgewählte Aufsätze, Frankfurt/M.: Suhrkamp (amerikanische Erstausgabe 1973).
- Groebner, V., 2003. The City Guard's Salute: Legal and Illegal, Public and Private Gifts in the Swiss Confederation around 1500. In: G. Algazi, V. Groebner, B. Jussen, eds. 2003. *Negotiating the Gift. Pre-Modern Figurations of Exchange*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht, pp. 247-267.
- Hénaff, M., 2009. *Der Preis der Wahrheit. Gabe, Geld und Philosophie*. Frankfurt/Main: Suhrkamp.
- Hillebrandt, F., 2006a. Funktionssysteme ohne Praxis oder Praxisfelder ohne System? System- und Praxistheorie im Vergleich. *Berliner Journal für Soziologie*, 16, S. 337-354.
- Hillebrandt, F., 2006b. Der Tausch als strukturbildende Praxisform. Zur symbolischen Dimension eines sozialen Mechanismus' moderner Ökonomie. In: M. Florian, F. Hillebrandt, Hrsg. 2006. *Pierre Bourdieu: Neue Perspektiven für die Soziologie der Wirtschaft*. Wiesbaden: VS, S. 147-168.
- Hillebrandt, F., 2007. Kaufen, Verkaufen, Schenken: Die Simultaneität von Tauschpraktiken. In: J. Beckert, R. Diaz-Bone, H. Ganßmann, Hrsg. 2007. *Märkte als soziale Strukturen*, Frankfurt/M. und New York: Campus, S. 281-295.
- Hillebrandt, F., 2009. *Praktiken des Tauschens. Zur Soziologie symbolischer Formen der Reziprozität*. Wiesbaden: VS.
- Hillebrandt, F., 2012. Tauschpraktiken sind Ereignisse. Replik auf Dirk Quadflieg. In: H.-G. Soeffner, Hrsg. 2012. *Transnationale Vergesellschaftung*, 35. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Soziologie. Wiesbaden: VS, S. 1015-1020.
- Hillebrandt, F., 2014. *Soziologische Praxistheorien. Eine Einführung*. Wiesbaden: Springer VS.
- Hillebrandt, F., 2016. Die Soziologie der Praxis als poststrukturalistischer Materialismus. In: H. Schäfer, Hilmar, Hrsg. 2014. *Praxistheorie. Ein Forschungsprogramm*. Bielefeld: Transcript, S. 71-94.
- Hollstein, B., 2005. Reziprozität in familialen Generationenbeziehungen. In: F. Adloff, S. Mau, Hrsg. *Vom Geben und Nehmen. Zur Soziologie der Reziprozität*. Frankfurt/M. und New York: Campus, S. 187-209.
- Hörning, K.H., 2004. Soziale Praxis zwischen Beharrung und Neuschaffung. Ein Erkenntnis- und Theorieproblem. In: K.H. Hörning, J. Reuter, Hrsg. 2004. *Doing Culture. Neue Positionen zum Verhältnis von Kultur und soziale Praxis*, Bielefeld: Transcript, S. 19-39.

- Kappelhoff, P., 1993. *Soziale Tauschsysteme: strukturelle und dynamische Erweiterungen des Marktmodells*. München: Oldenbourg.
- Latour, B., 2007. *Eine neue Soziologie für eine neue Gesellschaft. Einführung in die Akteur-Netzwerk-Theorie*. Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Lévi-Strauss, C., 1981. *Die elementaren Strukturen der Verwandtschaft*. Frankfurt/M.: Suhrkamp (franz. Erstausgabe 1949).
- Lévi-Strauss, C., 1989. Einleitung in das Werk von Marcel Mauss. In: M. Mauss, *Soziologie und Anthropologie 1*. Frankfurt/M.: Fischer, S. 7-41 (franz. Erstveröffentlichung 1950).
- Magerski, C., 2005. Die Wirkungsmacht des Symbolischen. Von Cassirers Philosophie der symbolischen Formen zu Bourdieus Soziologie der symbolischen Formen. *Zeitschrift für Soziologie*, 34, S. 112-127.
- Malinowski, B., 1979. *Argonauten des westlichen Pazifik*. Frankfurt/M.: Syndikat (englische Erstausgabe 1924).
- Marx, K., 1983. *Das Kapital. Kritik der politischen Ökonomie*, Bd.1, MEW 23. Berlin (DDR): Dietz.
- Mauss, M., 1990. *Die Gabe. Form und Funktion des Austausches in archaischen Gesellschaften*. Frankfurt/M.: Suhrkamp (franz. Erstausgabe 1924).
- Miklautz, E., 2010. *Geschenkt. Tausch gegen Gabe – eine Kritik der symbolischen Ökonomie*. München: Fink.
- Moebius, S., 2006. Die Gabe – ein neues Paradigma der Soziologie? Eine kritische Betrachtung der M.A.U.S.S.-Gruppe. *Berliner Journal für Soziologie*, 16, S. 355-370.
- Negt, O. und Kluge, A., 1993. *Geschichte und Eigensinn 1: Entstehung der industriellen Disziplin aus Trennung und Entzweiung*. Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Paul, A.T., 2004. *Die Gesellschaft des Geldes. Entwurf einer monetären Theorie der Moderne*. Wiesbaden: VS.
- Pfeiffer, S., 2004. *Arbeitsvermögen. Ein Schlüssel zur Analyse (reflexiver) Informatisierung*. Wiesbaden: VS.
- Quadflieg, D., 2012. Über den strukturellen Zusammenhang von Gabe und Ökonomie. Kritische Anmerkungen zu Frank Hillebrandts „Praktiken des Tauschens“. In: H.-G. Soeffner, Hrsg. *Transnationale Vergesellschaftungen*. Verhandlungen des 35. Kongresses der Deutschen Gesellschaft für Soziologie. Wiesbaden: VS, S. 1021-1032.
- Reckwitz, A., 2003. Grundelemente einer Theorie sozialer Praktiken. Eine sozialtheoretische Perspektive. *Zeitschrift für Soziologie*, 32, S. 282-301.
- Reckwitz, A., 2006. *Das hybride Subjekt. Eine Theorie der Subjektkulturen von der bürgerlichen Moderne zur Postmoderne*. Weilerswist: Velbrück.
- Reuter, J., 2004. Postkoloniales Doing Culture. Oder: Kultur als translokale Praxis. In: K.H. Hörning, J. Reuter, Hrsg. 2004. *Doing Culture. Neue Positionen zum Verhältnis von Kultur und sozialer Praxis*. Bielefeld: Transcript, S. 239-255.
- Ricoeur, P., 2006. *Wege der Anerkennung*. Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Sahlins, M., 1981. *Stone Age Economics*. London: Tavistock (Erstausgabe 1972).
- Sahlins, M., 1999. Zur Soziologie des primitiven Tausches. *Berliner Journal für Soziologie*, 7, S. 149-178 (amerikanische Erstveröffentlichung 1965).
- Schäfer, H., 2013. *Die Instabilität der Praxis. Reproduktion und Transformation des Sozialen in der Praxistheorie*. Weilerswist: Velbrück.
- Schatzki, Th.R., 1996. *Social Practices. A Wittgensteinian Approach to Human Activity and the Social*. Cambridge, MA: University Press.
- Schatzki, Th.R., 2001. Introduction. Practice theory. In: Th. Schatzki, K. Knorr Cetina, E. von Savigny, eds. 2001. *The Practice Turn in Contemporary Theory*. London and New York: Routledge, pp. 1-14.
- Sigmund, S., 2000. Grenzgänge: Stiften zwischen zivilgesellschaftlichem Engagement und symbolischer Anerkennung. *Berliner Journal für Soziologie*, 10, S. 333-348.
- Simmel, G., 1992. *Soziologie. Untersuchungen über die Formen der Vergesellschaftung*. Gesamtausgabe Bd. 11. Frankfurt/M.: Suhrkamp (Erstausgabe 1908).
- Soeffner, H.-G., 1989. *Auslegung des Alltags – Der Alltag der Auslegung. Zur wissenssoziologischen Konzeption einer sozialwissenschaftlichen Hermeneutik*. Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Stegbauer, C., 2002. *Reziprozität. Einführung in soziale Formen der Gegenseitigkeit*. Wiesbaden: Westdeutscher.
- Streck, B., 1995. Geben und Nehmen. Oder die Korruption in den Tiefen der Menschheit. *Kursbuch*, 120, S. 1-8.
- Thurnwald, R., 1921. *Die Gemeinde der Bânaro. Ehe, Verwandtschaft und Gesellschaftsbau eines Stammes im Innern von Neu-Guinea. Aus den Ergebnissen einer Forschungsreise 1913-15*. Stuttgart: Enke.
- Thurnwald, R., 1932. *Die menschliche Gesellschaft in ihren ethno-soziologischen Grundlagen*, Bd. 3: Werden, Wandel und Gestaltung der Wirtschaft im Lichte der Völkerforschung. Berlin und Leipzig: De Gruyter.
- Walzer, M., 1998. *Sphären der Gerechtigkeit. Ein Plädoyer für Pluralität und Gleichheit*. Frankfurt/M.: Fischer (amerikanische Erstausgabe 1983).
- Weber, M., 1980. *Wirtschaft und Gesellschaft. Grundriß der verstehenden Soziologie*. 5. Aufl., Studienausgabe. Tübingen: Mohr (Erstausgabe 1921).
- Wetzell, D.J., 2008. Claude Lévi-Strauss und Jacques Derrida: dekonstruktive Re-Lektüre. In: K.-S. Rehberg, Hrsg. 2008. *Die Natur der Gesellschaft*. Verhandlungen des 33. Kongresses der Deutschen Gesellschaft für Soziologie in Kassel 2006, Teil 3 (CD). Frankfurt/M. und New York: Campus, S. 4108-4116.
- Zelizer, V., 2005. Culture and Consumption. In: N.J. Smelser, R. Swedberg, eds. 2005. *Handbook of Economic Sociology*. 2nd ed. Princeton: University Press, pp. 331-354.

Frank Hillebrandt

The resources in practice. A new notion of materiality in sociology¹

ABSTRACT: *Sociologies of praxis focus on the materiality of artefacts and human bodies. This turn to the materiality of social life is related to a new concept of physical objects and human bodies. Both are conceptualized as dynamic basics of social life. Thus, material is not faced statically; it is understood as moldable through practice. According to Bourdieu and Latour, this new approach on materiality implicates consequences for social theory in general. It rejects both main approaches in sociology: structuralism and action theory. Society is not a collective reality of structures in which the individual agents only act like cultural dopes (Garfinkel) in the matter of the structural conditions (for instance in role taking). On the other hand, the individual agent cannot be treated as the central unit of analysis. As all skills of the individual, including his ability to make rational choices, are socially formed skills, they are incorporated sociality. As an alternative to these traditional approaches – structuralism and agency – praxis theory centers the material occasions from which practice emerges. Beyond structuralism and action theory (agency), the sociological theory of praxis is intended as poststructuralist materialism. This new approach to sociality is widely discussed in the sociological scientific community. What we can consider for the last years is, in some way, a new turn to the material in sociology, a turn that archeology already made years ago. In this paper, I outline the main implications of this new notion of materiality in sociology. This could elicit new ideas for theoretical use of the terms ‘material’ and ‘resource’.*

KEYWORDS: PRACTICES, PRAXIS, MATERIALISM, POSTSTRUCTURALISM, SOCIOLOGY, SOCIAL THEORY

In order to investigate materiality within the sociology of praxis, we must define ‘praxis’ as everything that materially happens to us and around us. Whether it is the kiss between two lovers, the scientific discussion, the game of chess, or even distant practices such as the Monterey Pop Festival in 1967, events represent praxis; they are defined by sociological praxis theory as the essential subject matter. Beyond this mundane ascertainment, it must be examined how the sociology of praxis can be contextualized. In other words, what is the reason for approaching sociality as a practice, and not to determine something like action, communication or interaction? This question has considerable consequences for the methods employed by the sociology of praxis. Sociologies of praxis move with their definition of sociality, maintaining the concept of practice as their central question. In as much as the physical performance of the praxis can be captured, the execution of the praxis has a quality of its own. In this way, praxis theories have an essential and unavoidable insight, whereas previous sociological theories do not have the means to capture in adequate manner. That means: In the performance of the praxis, praxis is constituted as an emergent reality. In other words, the interaction between different parts of the praxis produces something peculiar, which is visible and can be experienced only in the execution of the

praxis. Therefore, sociological research has to be collected in order to adequately describe the praxis.

Thus, the sociological praxis research has to be conceptualized in contrast to structuralism and the action theory, from which structural properties and intended actions of sociality emerge. Praxis research doesn’t posit those theoretical assumptions as prerequisites, rather as the effects of the praxis. It is likewise shortsighted to reduce all praxis to certain structural principles appearing as the unmoving mover of the praxis. Those principles involved in the performance of the praxis for its continuity are, in turn, effects of past or current praxis, and therefore cannot be accepted as timeless, but must rather be investigated as poststructuralist in their historic conditionality and genesis.

To avoid the previously identified reductions of methodological holism and methodological individualism, sociological praxis research raises physical performance of practices, that is, the poststructuralist *Materiality of the Practice*, to its central subject. Sociological approaches to a theory of practice, therefore, propose a modified understanding of the human body and the material things of the practice. According to their claim, they want the dynamics and requirements of the social world to be simultaneously justified. They oppose holistic and individualistic theoretic-

cal systems and avoid using essentialist concepts to analyze the praxis by following a dynamic, evolving theoretical structure. They posit concepts like performance and articulation into the centre of the study of practices and forms of praxis, rendering the uprising of the praxis objectively understandable. They are focused on the exploration of the cultural manifestations of the practice, therefore on symbolic and cultural forms, which can to this extent be understood inasmuch as specific variants of the sociology of culture. At the heart of their theoretical versions of the concept of praxis, they place the materiality of cultural practices and forms of praxis together, therefore going beyond classical approaches to sociology of culture.

These briefly outlined principles, conceptualizing the praxis itself as an evolving reality, fundamentally compel social theory to recast the concept of practice. In *post-structuralist* materialism of the sociological praxis theory, practices can be not only speech acts (sayings), but rather must be a combination of speech acts; physical movements (doings) are understood through the handle of things made possible by associating socialized bodies and material artefacts (cf. Schatzki, 1996, p.89; Reckwitz, 2003; Hillebrandt, 2014, pp.58ff.). Practices are always material, meaning that they are connected in their implementation with bodies and things. Besides, they are only imaginable as follow-up practices. They are always conditional and do not emerge out of nowhere. They occur following practices that have already happened and through this, produce praxis as a full reality, which is formed from the concatenation of individual practices as events.

This initially very formal definition of praxis, and thereby of the object of sociological research, has far reaching consequences for the formation of sociological theory. This is closely connected to the new methods of sociology of praxis in focus. With the standing, sociological research is forced to identify the variable conditions within the praxis's implementation, and thus to investigate the coming together and interaction of socialized bodies with material artefacts and things as well as discursive and symbolic formations. In this way, methods of sociology of practice can be drawn through the definition of the object, so that the central claim of praxis research – combining theory and method in the research to capture the physical realization of the practice – can actually be implemented. To further clarify this central point of sociology of practice, I will carve out the most important consequences of the proposed definition of the object of praxis as a nexus of physically conceived practices concerning body and thing. This allows me to relate the principles derived from a sociology of practice to the question of the methods within this emerging and, presently, intensely discussed research direction of sociology.

Objective-body and subjective-body²

The concept of the body lends itself to illustrate what it means to define praxis as the event-based concatena-

tion of physical practices. The concept of the body is the defining argument for praxis theories, particularly because the enforcement of practice has a special quality the body applies. With this, there are the reasons to capture the central meaning through sociological research. As we all know from everyday life, we are involved with our bodies in many situations in practical life. We are physically touched when we cheer our team in a soccer stadium. We are involved in practices such as singing, clapping, cheering (at a gate of our own team), mourning (in case of a goal by the opponent), ranting, etc., which, in this sense, wouldn't have occurred outside the stadium. Our bodies noticeably become a part of praxis that is underway. This physical presence we also feel more or less intensively in other situations is an important part of the situational practices and those currently taking place. The performance of the praxis is not possible without this physical presence. This applies not only to praxis that is especially strongly aligned with the body, such as physical violence of the State, sexuality, medical interventions, or sports, but also to any observable praxis. Even reading books, the Internet, writing and reading of SMS messaging, video conferencing and others, often referred to as examples of disembodied sociality praxis, are senseless without the involvement of the human body. Human bodies are therefore part of the materiality of all praxis.

Therefore, in the words of Pierre Bourdieu (2000, p.136), it is, "to construct a materialist theory which (in accordance with the wish Marx expressed in the *Theses on Feuerbach*) is capable of taking back from idealism the active side of practical knowledge that the materialist tradition has abandoned to it". Human bodies in movement are this active side of praxis, making them a central precondition for practices to ever occur. Moreover, the physical participation in practices is one important reason that something happens in the substantive performance of praxis. In the sense of Wittgenstein's regress arguments and through the implementation, physical participation is exhibited to have a special quality, because following the rule is just an exercise that can't be enforced by the rules as they are currently written. The physical, bodily participation in practices generates the special dynamics of the praxis, which would make the sociology of the praxis visibly different, compared to methodological structuralism and methodological individualism as well.

It is now important that the sociological theory of praxis and the human body are not considered outside of the social, almost as natural conditions of practice. They are, rather, products and sources of praxis at the same time. Who would seriously want to argue that the human body is not socially conditioned? To see this, look at the subtle differences in the physical presence of actors from privileged and less privileged strata of the population (cf. Bourdieu, 1979). Forced via sociality, disciplinary order of the body in space, which, as you know, is a central theme of Michel Foucault's (1975) work, can be visualized in day-to-day activities like searching for and fulfilling jobs. And on the other hand, who would deny that we all influ-

ence the course of social practices through our physical presence? Imagine that you suddenly enter a room where a manageable number of people are discussing a particular topic. To show that these two, theoretically rich aspects of sociology of the praxis oriented to the concept of the body are not mutually exclusive, but rather two sides of the same coin, is the great merit of sociological praxis theories. Human bodies are both material conditions and materialization of praxis. The human body is involved in every practice, conditioning it as substantive. At the same time, the human body is formed again and again by every practice because practices are inscribed (*habitus*). It is important to see that the first aspect is not possible without the second aspect, and vice-versa.

Thus, it is no less said, that there is no original, semi-natural subjective-bodily experience. The concept of the subjective-body must not be dropped yet. In a post-structuralist theory of praxis, existential physical experiences such as crying or laughing are not represented as original or natural, but as socio-culturally mediated. If the subjective body I cannot objectify (in contrast to the physical body) but only perceive in very special, indeed existential way as my being-in-the-world (as opposed to the body and experience), has caught somebody, captures him in connection to the sociality incorporated, hence the *habitus* as Bourdieu faces it. With the perceptual experience of the subjective body, I know myself as a person who stands in the world. The subjective body is, as Maurice Merleau-Ponty (1966, p.273) wonderfully says, “the congealed form of existence itself”.

With the subjective-body I sensuously experience the world and, through this perception, I am a real part of it. We are enabled to perceive not only by awareness, but also by the subjective-body. This bodily experience of perception is frequent – if we disgust or shame ourselves – surprising and rarely transparent for the one who does it, so that it appears as a natural event. And yet, such experiences are only possible because previous dispositions for these experiences were incorporated. Even disgust, which completely grips us, is commanded by bodily properties and therefore commonly appears as a primal, inherent bodily experience, not natural, as Mary Douglas (see 1988) and already before her Marcel Mauss (1978) showed us. Such bodily experiences are only possible if certain dispositions in the body have inscribed themselves. Such inscriptions are suddenly relinquished under the conditions of disgust, shame, laughter, and crying, somewhat like an eruption of our incorporated sociality.

Therefore, in the sociology of the praxis the human body is not only summated as an object of communication or of discourse. The physical body of the human is an accumulation of sociality, and the subjective-body allows that. With this, the human body positions himself in the world, and furthermore, he is a substantive expression of the performance, through which the praxis is possible. Performance and *habitus*, the physical expressions in praxis and the incorporation of the praxis, are closely but not mutually intertwined. They are rather closely inter-

twined because they are mutually dependent. The physical presence in the world is inconceivable without the subjective physical positioning in the world. This is done through the incorporation of dispositions in the course of praxis, which is essential to the performative implementation of the practice. The objective-body as a means of expression is relevant not only for the stage appearance or interview, but in any situation involving the socialized body. Even if not consciously used as a means of expressing something, it always expresses something in the performance of praxis, which can be connected with new praxis. So, a particular body posture can affect practices that would have been impossible without this posture. This also shows that the influence of each individual on the expansion of the praxis, so on the practical reality of performance, depends on which bodily experiences are crucial to the individual in certain situations. We feel physically uncomfortable when a situation is not familiar to us, otherwise, when we are a part of it, we feel good in it like a fish in the water, feeling especially natural.

In sociology of practices, the body is more matter as formed by sociality. It is not only the object of the discourse and result of social construction. It is not only a product of sociality, but also produces it. The body is, in its real bodilyness, an expression of practice, enabling the activities, and practices as events to occur. It is indeed exposed – especially in the present society – as discipline, but cannot be reduced to its mechanical functioning. This is because the human body is an important source of performance and articulation, without which practices are not possible. The expression forms of the body are contingent, although or precisely because they arise as practices from a relevant bodily experience. Yet, exactly for this reason the body is not a free means, which consciously allows itself to be brought to expression. Nonetheless it is a form of expression of praxis, because it generates material articulations of praxis, which cannot simply be conceived mechanically. The Cartesian dualism between body and mind is overcome in the post-structural materialism of sociology of praxis, in the sense that everything human is conceived physically as the body, without negating the activities that actually emerge from this human physique and are not less than a point of departure for the emergence of practices. This activity is now understood, but not without understanding other formations of the physique, which occur in the objects and artefacts of the praxis. Human physique is never the sole and exclusive point of departure in the emergence of practices in sociology of praxis. It also requires objects and artefacts.

Material objects and artefacts

The sociology of praxis is not to be understood as solely based upon the praxis of the human body as a post-structural materiality. Indeed, such research fundamentally proceeds from the fact that all practices or experiences occur unto themselves. This basic assumption,

with respect to objects and artefacts, compels one to take up a completely new and essentially different position than previous forms of classical sociology. This position can, by example, be enumerated by the actor-network-theory propounded by Bruno Latour. He states that “we are in a relatively similar position to the things with which we deal with on a daily basis” (Latour, 2000). And it is exactly this that compels sociology to comprehend the elements that are self-evident in praxis in a new way. Instead of defining certain objective fields as a closed-off system – as sociological theories are wont to do – and thereby isolating them from each other, the sociological research of praxis should identify and highlight the manifold aspects of praxis as materialistic entities in order to connect them with each other. Classical theory portrays itself through opposition – the separation of worlds: nature and culture, or society and materiality. In contrast to classical theory, the implementation of a sociological theory of practice will not be defined by *difference*, but rather through a collection of otherwise disparate fields. The development of this hybrid collection will be implemented in the middle part of the theory. Insofar as it concerns the sociology of praxis – in particular, the formation Bruno Latour puts forth – there needs to be a hybridity of thought in a hybrid world.

The sociality is by no means a special substance that can be defined by a separation from other substances. Rather, sociality consists of several different material components that synergistically work together in a specific way. For Bruno Latour, the earlier sociological aims are a hindrance to the possibility of an appropriate research level; namely, to define the objects of study as wholly disparate characteristics does not allow for an appropriate level of research. The type of social science stating that sociality is a field of truth entirely apart from reality, means for Latour that the social can only be explained by the social. Worlds which are entwined in the daily occurrences of life are, as a result, separated. Consequently, the material objects and aspects that constitute Latour theory of praxis cannot be appropriately comprehended; for sociological structuralism gives material objects the power to rule us. In contrast, sociological actor-theory reduces them to mere tools. More specifically, they are reduced to instruments and are simply observed as an extension of the social agent’s individual will. Through these socially engineered articulations of material objects, the blending of materiality and sociality is avoided. Accordingly, the blending of essences appears either as omnipotent monsters that take away our will and freedom. Or they are only conceptualized as instruments reduced to mere “stuff” that is still assigned to the concept of intention. By comprehending the material artefacts and objects as equivalent to actants of sociality, despite their humanly actant nature, Latour abolished the separation of the collective assumption and provoked the classical tradition of sociology. Indeed, he did nothing short of suggesting a fundamentally new theory of sociology. Not without self-consciousness did Latour contest to

free sociology from its current dilemma, which for Latour was constituted by Durkheim. With the help of objects, the theory could explain the objects itself.

Latour’s new conception of the social – which wants to avoid an aporia – is accomplished via the concept of a network. According to his “new sociology” the praxis of various actants arose from the interconnectedness. The actor-networks, as coined by Latour, are the hybrid sources of every action, which can in turn be methodologically represented. Whether humanly-isolated or otherwise, such actants are incapable of creating such methods. In such an applied theoretical construct – which places the network-concept in the centre – the question of the type of interconnectedness of actants arises as the central problem of a sociological research. Thus, the main question is: What interconnects itself in such a way? Accordingly, only the answer to this question reveals some information about the praxis of a generative collective and its reality and is to be understood as a practical efficacy.

The social world is, according to Latour, to be conceived of as a process of material interconnections of entities. Latour pleaded that the collection of hybrids shall be viewed as the starting point of sociology; thus, the post-structural materialism is to be considered as a genesis of material. “Beyond nature and culture” (Descola, 2005), in connection with Latour, must be reconsidered as societal, in order – due to various distinctive forms of appearances – to be able to be appropriately viewed. Likewise, the social must be gathered anew in light of the already overcome conflicts with the classical problems, as well as the traditional controversies of sociology. Behind this mode of thought is an insight Georg Vielmetter developed: “There is only one material world. As such, there is only one field for objects, namely materialistic or physical. The human being is a part of this world.” (Vielmetter, 1998, p.20)

With regards to Bruno Latour’s formulations, concepts such as culture and discourse are artefacts we, by bracketing out nature and materiality, have produced in the social and cultural sciences (Latour, 1991). The classical difference between subjects, who of course formed the world, nature, or materiality itself, and objects that were in turn formed by these constituents must accordingly be overcome.

With this argument, the actor-network theory rejects a demarcation between subject and object, and instead requires one to think symmetrically, which is to say each component part – things, artefacts, and other imaginable components of society (even animals) – is equally important for the formation of the praxis. “Objects and subjects can never be associated with each other; human and inhuman beings however can.” (Latour, 2001, p.109) While the concept of the subject likewise implied that an object is controlled, “human and non-human beings can sum up each other, without the opposite having to disappear.” (ibid.) Precisely that is what is important to overcome the dichotomy of subject and object – to fully leave it behind. Only then, and with the help of a fundamental thesis of

symmetry, which principally equates the human and non-human actants and their meaning for the actor-network, can the collection and association of disparate entities of society be thought of as such. An “actor-network” is, as Latour previously formulated, “what is made to act by a large star-shaped web of mediators flowing in and out of it. It is made to exist by its many ties: attachments are first, actors are second.” (Latour, 2005, p.217)

With the examples from his small “sociology of daily objects” (Latour, 1996, pp.15ff.) – which is somewhat of an attack on the technological door-closers, which of course leads to the unavoidable changes that occur when walking through a door, or even the consequences that occur in one’s dealings with keys – Latour renders a formerly unacceptable argument for sociology plausible. More specifically, he makes a theory of action plausible and more easily understood. What becomes apparent through these examples is that the material objects and artefacts are important components for the emergence of praxis. An example would be the act of walking through a door without the technological apparatus of a door-closer. And who would seriously assert that an implementation without computer technology is similar to a praxis with associated technologies en masse. Therefore as a generality, the non-human actants are active components of all praxis. They are not formed and used by subjects as objects, nor are they to be understood as such because they have an active influence on the formation of praxis. However, it is equally false to conceive of the technological artefacts as monsters that determine sociality. Instead of this asymmetry in observing technological artefacts, sociology of praxis conceives material objects and technological components as the components of a formation of praxis. Through such a collaboration of human bodies those practices can be created and reproduced. Only, if this decisive step towards an understanding of materiality is made and only if the classical dichotomy between subject and object, nature and culture, man and society, body and spirit has been left behind, those new questions on the materiality of praxis can be asked. Similar to how the human body can be re-imagined through a research into praxis, material objects (provided they overcome the classical dichotomy of sociology) can become visible in an entirely new sense.

Firstly, the material objects themselves will become recognizable as components of practice, since they form and affect them. In that case they are artefacts. Furthermore, they will be wielded in all forms of practice. In the sociological theory of praxis they are – similar to the human body – no longer simply themes of communication, social constructs of discourse or meaningful projections of acting agents. Rather, they are material components of practices that actively take effect on the execution of praxis. For instance, the practice of reading a text does not pre-require only a human body that is able to visually represent texts, but also a materialistic text that can be read itself. The manifestation of material texts is rare, and thus, there is hardly an abundance of wide spread texts through prints. The practice of reading texts is completely

different; as if books in all areas of life would be extensively accessible due to the accessibility and affordability of pocket books for virtually every type of citizen (in large part due to public libraries). The practices of reading such material require once more a large incorporation of reading abilities. For example, this was established in Germany only approximately 200 years ago. Yet today it can essentially be expected by everyone and for everyone. Bodily and materialistic grounded practices are, like the example of reading demonstrates, completely influenced by the formation of material objects. Not only human bodies that are incorporated with society (for example represented through a regularly available ability to read) are necessary for the development of specific formations of practices. Additionally, the specific formations of material objects (for example represented through inexhaustible dissemination of books and other products of writings by way of publications and libraries) are *constitutive* components of meanings for that emergence, as well as the specific types of linkages of practices.

One sees this as anything but a banal question; certain material objects are required by everything, so that a particular completion of practices can arise as such. An important question is how definite objects can be guessed in a completion of praxis, as well as how components of executed praxis can become anything at all. How important the identification of a practically relevant thing and artefact is, is shown when we for example prepare a breakfast coffee: normally, the coffee comes from a far off region of the world to our coffee table. Accordingly, it is a global component to an observable practice. The question that confronts our research of praxis is like the necessary components of cooking coffee in the morning, and how human agents are enabled to wield these coffeemakers in a specific way, that we find – as if all of a sudden – an enjoyable drink on our table before ever realizing that we wanted to consume it in the first place.

As a result, the global becomes localized (Latour, 2005, pp.173ff.). It is not practice-oriented, whenever it is in general defined as a principle of the modern sociality what happens to several theories of globalization. If the global does not let it be situationally localized as a fact of practice, it is not available for a research of praxis. Furthermore, the coffee example excellently demonstrates that all becomes visible once the global is situationally localized. In addition to the working conditions of the coffee-plantation in Guatemala, more actants appear to bring us the coffee: ways and means of transportation, the corresponding personnel, a coffee/distribution system as well as a world market for coffee with prices and professional distributors, sellers, places of sale, whereby the list of active components of the realization of coffee-cookers in a German kitchen can finally be distributed.

With the two concepts association and actor-network, the movement of a collection lets itself be portrayed by various actants so that the emergence and linkage of material practices become visible as a dynamic process which can bring forth the actor-network as a formation of

practices. These practices moreover reveal themselves a definite time of effects in the form of effected practices. To this point, the material components of the actor-network create through and in their collection of activities. In order to describe this collection of actants, they must first be identified in the controversies of the facts. That is to say that they must be identified at the places of praxis, where they (the collection) appear as new, and create a high expenditure of associative praxis in the form of communication and articulation. Actants becoming controversial facts penetrate into the formation of praxis and demand association. Nonetheless, for many things such a reconstruction is difficult because they have become uncontroversial facts of our praxis. Now, it is of course interesting, but only the paths to its arrival investigated the self-evident nature of the formation of praxis because the effects of practice let itself be understood only proximally.

The important question then is how these actants, which appear to us today as self-evident – came into the actor-network, and how they as facts – and, as material objects that do something – are associated. An example from the formation of the practice of rock and pop would be the electric guitar: first and foremost it must be understood as a lead instrument, so that it can exercise its immense effect on the formation of rock and pop. If one simply follows the path of this actant, one will quickly create a descriptive explanation like this association through the arrival of the electric guitar. Moreover, it is important to base these descriptions on actual situations of practice. For only then the implementations of praxis, which are connected to the actants, can be appropriately investigated. With regard to the strategy of recognition, we come to the methods of situational analysis put forth by Adele Clarke (2005). The claim of such a fixed socio-cultural research into the formation of praxis is nothing more than that of “Grounded Theory”: to push through onto an actual ground of phenomenon, and to describe satisfactory forms through categories. The post-structural materialism of a socio-cultural research of practices strives instead towards a meaningful description of the formations of praxis, which can be carried out with the help of tracing the paths of associations from material objects in the actor-networks. It, moreover, deals with “tracing the task and connections” (Latour, 2005, p.426). That means nothing less than that we, as Latour formulates, “study anew in order to understand what we are made out of” (ibid.). The sociology of praxis holds – as it should become clear here – that isn’t necessarily self-evident what society is consisted of. It is not defined as substantial as communication, action, interaction, or a similar, yet mysterious, substance. This has worldwide consequences for the definition of sociological objects, which Latour formulated two times in his fundamental works on actor-network theory. “To be social is no longer a secure and unproblematic characteristic, but rather a movement.” (ibid., p.21). “Social is not a place, a thing, a domain, or a kind of stuff but a provisional movement of new associations.” (ibid., p.238).

For the sociology of praxis, the social world is a constant movement of a collection of actants, who create in their interactions practices, and change themselves again and again during such a process; they complete themselves or are substituted by new forms or actants. The praxis consists of variability. This is moreover plausible when we see which actants have determined the formation of praxis just 50 years before. Who could have guessed 50 years ago how immense the practices of association would be shaped by computer technology? Already this illuminating example makes clear that this sociological research into praxis must once more ask the most important questions anew: What the components of praxis are and how these components collaborate. The central task is identify as many actants as possible, and investigate their associated connections and effects on praxis. It thus deals with the answer to the question of how one can make such an association Latour placed at the beginning of his sociology of an actor-network once more traceable. The points of the approach to this type of sociological research are the various controversies surrounding facts that do something to the world. Indeed, this is precisely the argument that material things can be identified as actant, which of course create new uncertainties in the formation of praxis and defeat themselves in silent articulations.

Body-object-associations and the principles of sociology of practice

What have been previously stated points to something very important: first the interplay of the material body and material objects produces the observable praxis as a reality. If the praxis is researched, in this way, as a materialistic and bodily constituting process, then one avoids the scholastic regulation of operative intentions as well as of structural properties. Instead of this, it becomes possible to determine the conditions for the origin of complex and variable practices, without thereby placing theoretical logics over the logic of practice. Only in this way does praxis become visible as a reality. A sociological theory of praxis attaches, as a result, a definition of the body involved in praxis, in order then to relate this to a second, closely connected step for the definition of materialistic components of praxis. In this manifold nexus of conditions for practices, all components must be set variably in principle, in order to avoid reduction in the definition of practices that can chain themselves to praxis forms. Thus, not only the forms of praxis, but also the conditions for the emergence of forms of praxis can be conceived dynamically to a large extent. For this reason, praxis cannot be understood as an apparatus that is always reproduced in the same way, in other words deterministically. With this argument, praxis theory does not avoid the classic problem of sociology, which one could designate as the actor-structure problem, in which it is resolved structurally or

actor-theoretically (see only Giddens, 1979, pp.193ff.). The sociology of praxis proves exactly in this, placing this problem in the centre point of research of practices and praxis forms, in which it is reformulated as an association between socialized bodies and material artefacts and objects. Thus, they are taken strictly as only relevant and existent if they are perceived bodily. To this extent, all objects are material artefacts, in fact unimaginable without human activity, answering the question of where microbes were ascribed before they were associated in the experimentation of Pasteur with large reactions in the praxis formations (cf. Latour, 2000, p.175). On the other hand, in the sense of Latour's thesis of symmetry, to which I expressively connect myself, the human bodies are not conceivable without artefacts either. They are only existent through the association with material objects. Here, one can apply the Pasteur's example: what would Pasteur be as a researcher without microbes? The material artefacts are accordingly no less involved with the product of praxis formations as with human bodies. In order to research praxis, the diverse aspects without which practice would not have emerged must be brought together. These include not only the human body, but also material artefacts and objects, without which practices could not be implemented. The way that this combination of physical bodies and material artefacts becomes a product with its own quality allows itself to be determined paradigmatically as follows: the sociology of praxis assesses practices in its research, which are determined as *material events*. They are the final elements from which praxis is formed, in which practices interlink themselves. They are not thinkable without presuppositions, thus they emerge from nothing, because the product of praxis only allows itself to be conceived if practices chain themselves together, if they thus connect themselves to the practices already produced. With this *principle of events* thus composed, sociological praxis theory is simultaneously debarred – that practices can be conceived as epiphenomena of a totality of the same nature as always (cf. also Brandom, 1998), because they are not exclusively the expression, but rather primarily the point of departure for the formation of praxis. Since the praxis formations can only be established through practices, they are as well not a timeless entity, but instead “zones of intensity” of praxis generated through practices (Deleuze and Guattari, 1992, p.37). If practices indeed stand for something, and thus can be seen as the expression of praxis formations, they are always at the same time the events that form praxis. For this reason, they cannot be conceived as a component of previously defined structure alone, because this would not be just in their character as events (cf. Laclau and Mouffe, 2000, p.151).

In connection with Wittgenstein's argument of rule regression (1984, p.345; pp.286-290), content is given to this very formally defined concept of praxis, in which the material composition of practices is theoretically defined. This is because practices are always *bodily* and *materialistically* anchored, because every practice only emerges

in this way and can be linked to other practices, so that the *peculiar execution of reality of praxis* emerges, which has not an abstract but rather a *material quality*. This paradigmatic theoretical decision, which can be defined as the *principle of materiality* of sociological praxis theory, has considerable consequences for the development of theory of sociology of praxis. It compels, as retraced here, a new concept of the human body as well as a new concept of material objects.

Acts of speech such as articulations, screams, talking and contributions to conversation, are just as much practices as acts of movement – defined gestures, walking, driving a car or employing other means of transportation, movements in dance or the use of technical devices etc. – always bodily, thus proceed from the physical body as a source of praxis, and simultaneously act upon the body, where they are incorporated and thus a part of the objective bodily experience. Physical bodies, which are not only conceived as objects of communication or discourse, are always doubly relevant in sociological praxis theory: on the one hand, as a source of praxis, because practices emerge from human bodies, which link and consolidate themselves to praxis forms and formations. On the other hand, as a reservoir of sociality, because praxis inscribes itself in them, which then, as a result, becomes visible as an objective bodily experience – thus as *habitus* – expressive in a somewhat new way. Sociality and its symbols embodies itself through the objective bodily experience, which is always connected to the expression and thus the performance, also and exactly whenever the expression and performance are actually not intended, if the body thus is deployed as a form of expression, like in dance or with other stage appearances, but also in the daily stylization of the body through clothing, tattoos or behaviors. The objective body experience which engages us regularly – incidentally also with stage appearances in stage fright – and thereby defining our role in praxis, is always a product of sociality in the sociology of praxis. In other words, the manifold aspects of the human body, thus incorporation, habitual expression, embodiment, and objective body experience, are conditioned reciprocally in a sociology of praxis, so that the concepts of “Körper” (objective-body) and “Leib” (subjective-body) are not, as often happened in the history of thought, opposed to one another. Even less tenable is a differentiation between body and sense in such a bodily principle. The poesies of actors always proceed from their totality; it is always a product of the socialized body. Cognitive and emotional aspects of the body are not separated, because then the false impression is given that cognition could control emotion. The extent to which such a conception of the human body is unrealistic is regularly shown in the performance of praxis, even if only in situations in which emotions should be restrained – thus somewhat in a scientific discussion of field –, they regularly provide subtle manner. This example illustrates the grounding paradigm of every sociological praxis theory, that practices are always *bodily* anchored. The

poesies coming from actors are always connected to the socialized body (cf. Bourdieu, 1992, p.66), it is only to be understood cognitively, so that it in no sense defines human intentions in an a-historical manner. It would be just as nonsensical to conceive of human bodies as an ahistorical nature. They are always socialized, because without this socialization they are simply not capable of life. Also if, as anthropologists might object, this does not hold true for the vital scream of the newborn child, it is nonetheless necessary and sufficient for sociological praxis research to paradigmatically determine that the bodily components of practices are conceived as habitual skills of socialized bodies, which first are established in the confrontation with practice, as manifold forms of expression and activity. Bodies are, in the *post-structural materialism* (cf. Hillebrandt, 2015b) of sociological praxis theory, transforming products of praxis, impossible without practices because they emerge from them. Creative activities are not negated with this *body principle*, but rather conceived as the result of objective body experience, whose conditions are manifold and must be investigated by sociological praxis research in order to be able to investigate the creative aspect of praxis, thus the emergence of the new, proportionally as a product of the implementation of practices. This dynamic process does not adequately capture praxis if it is not observed that all practices are anchored constitutively as *materialistic*. The reason is that carrying out praxis cannot be conceived in which only human bodies are only associated with one another. Practices are always, even in the consummation of love between two naked bodies on a lonely beach, connected to material objects and artefacts; without them they could not emerge. Just as these are respective to the human body, sociological praxis theory is *post-structurally* respective to the axiomatic grounding presumption: Material objects and artefacts are not timeless – they are products of praxis, which again returns to the emergence of practices. Also considered respectively to this *material object principle* of social praxis theory is the notion that this sociological direction of research does not satisfy the immaterial defining of these things; in that, they are merely conceived as constructions of discourse or themes of communication. Instead, sociological praxis theories see the material constitution of all praxis as an important point of departure, conceived as a proper reality of performance. And this pertains self-evidently and also respectively to material objects and artefacts. These are products of the conditions for the emergence of practices, which only become a reality if socialized body and material artefacts are associated in specific ways. If these *body-object associations* are adjusted, the question of how the associations are possible is an important question of praxis research. In order to answer this question, it must be clarified, how artefacts come into association with socialized bodies, thus, how they have been made into important products of praxis. The *material object principle* of sociological praxis theory thus compels research *to follow the material objects of praxis, thus seeing them no longer*

as a given, but rather to inquire into their path in the new formation of praxis. In this way, manifold impetus of the emergence and performance of practices become visible. And only this identification of this *manifoldness of sources of praxis* allows shedding light on the *particular quality of the implementation of praxis.*

In order to expand the theoretical means of sociology of performance of practices, it is necessary to have a concept which is set at the level of practices and thus in connection to Bourdieu (1979) can only be understood as a *practical sense that can only be implemented in praxis.* The *principle of sense* of sociological praxis theory thus does not stand in opposition to material theory construction, but instead strengthens it. The reason is that sense can only be practically experienced, which also holds for the sociological observer of praxis. Sense is therefore not to be abstractly located in abstract in nontransparent consciousness of actors. Sense is also just as little something ahistorical, which is already at hand before praxis. Sense emerges in praxis and enables the association between bodies and artefacts. Only once material objects are ascribed to the socialized body does the handle of things emerge, which generates *body-thing associations.* Sense thus manifests itself in the relationship between socialized bodies and material things. It is documented as incorporation and reification. Both of these *modi* of sense are made compatible in praxis, through the accomplishment of practices. In this process, cultural forms and symbols are the material concretions of sense, which make the association between bodies and objects things more perceivable. Thus, the red flag is seldom no demand to place defined, socialized bodies in movement. The promotional emblem also leads people to practice a certain mode of consumption. And the specific symbolization of leading positions in an organization has consequences for the practices, if these symbols are also inscribed as corresponding dispositions in the body. Cultural forms and symbols are thus important agents in the production of body-thing associations. This is the central meaning of the sense principle of sociological theory of praxis. This is shown moreover, for example, in Pierre Bourdieu's sociology of social inequality (1979).

In the last step of development of the most important principles of a sociological praxis theory, the following factor must be emphasized: practices also create *formations of practices*, which are conceived as zones of intensity of praxis in perpetuity and as always occurring anew. This *formation principle* does not oppose the *event principle* of social praxis theory, because a formation of practices is not conceivable without practices as events, through which it must always form itself anew. With this *formation principle*, sociological praxis theory emphasizes the notion *that rules of praxis are only understood on a continuing basis, if they are investigated in their formations.* Here, sociological praxis theory leaves behind the theory of functional differentiation, because praxis formations, which can arise from and around materialistic themes, are not conceived as pure spheres in which only

a clearly definable – and discernible from other praxis forms – form of practices is constituted. In complete opposition to this, specific praxis forms and formations of praxis are only conceivable if the collection of different body-object associations is identified and investigated. Only then it can be seen that praxis formations, which are in their practical discharge of involved socialized bodies regularly indicated through articulations such as medicine, rock music, education or scientific research. These consist of diverse bodily, materialistic, symbolic and discursive components, which cooperate in their rhizomatic ways, thus in deep and manifold rooted formations. This is just as plausible in medicine as in the praxis formations of rock and pop. Conceived in the long term, these dynamically forming zones of intensity of praxis are investigated without functionalistic or structuralistic connotations *in their emergence*, without prematurely ascribing non-historical or generalizing consequences that would establish a general function or structure of praxis formations. The sociology of praxis is thus completely different from a situationalism (cf. Schmidt, 2012, p.204), which restricts itself to only the actual realization of practices in specific situations. Certainly, practices are, with good reason, not understood as forms of expression of overly situational structures. They can, however, actualize quite well as praxis formations. Entirely in this sense, then, the assignment of sociology of praxis is to find a reason why the actualization of defined formations of praxis as well as the practical manifestation of more actual, very renitent unequal structures happens. Yet, then it is just as obvious that the apparatus of social praxis theory, here presented as conceptually bundled, seeks and succeeds in capturing the *dynamic of formation of praxis*. Sociological praxis theory is, in its form systematized by me, a sociological theory of change and dynamics.

Thus, the post-structural materialism of a sociology of praxis forms itself around the *event, materiality, body, object, sense, and formation principles* as a sociological theory, which simultaneously justifies the *dynamics and regularities* of praxis, in which praxis is conceived of as a material reality of implementation, which always occurs anew as a real exception in hospitals, concert halls, universities, at kiosks and beaches, in forests or on the street. That praxis occurs can be presupposed, as it takes place, is however a question of sociology of praxis that remains to be clarified. The systematically defined concepts here are to be understood just as the emerging theory containing its paradigms – as instruments whose implementation is to be conceived as a specific nexus of practices which are sociologically substantial. And these instruments must be constantly reflected and extended, so that sociology of praxis can also investigate current performances of praxis. Here, the sociological praxis theory, in my opinion, must not fall back upon the principles I have derived, because then they would not just claim the particular quality of uprising of praxis, and therefore could no longer be understood as sociological praxis theory.

And precisely this paradigmatic approach of sociological praxis theory for researching sociality is hence an important reason for the development of new empirical methods or, better yet, an entire ensemble of methods, with which the sensual-physical of the praxis can appropriately conceive of the principles of sociological praxis theory. For if the particular quality of performance of praxis is to be captured, it is necessary not only to have a precise determination of objects, as attempted here, but also a methodical instrument proper for the determination of objects. This cannot remain confined to the classical methods of qualitative social research; it requires at least an expansion to the inquiry of bodily and other materialistic elements of praxis which are constitutive for practical realization. Here, the question of how dated practices of bodily and materialistic inquiry can be properly, empirically ascended, is first to be discussed, because a sociology of praxis self-evidently cannot be sufficient for researching practices only completed in the present, which can be comprehended in participating observers (cf. Hillebrandt, 2015b). This problematic compels a methodical discourse of the relationship between discourse and praxis, because discourse can relate to past practices, without depicting them as self-evidently congruent. Discourses are consequently always good sources for research of past practices. An analysis of discourse must, however, in the sense of praxis research, at least be expanded to the analysis of artefacts and socialized bodies. In order to exclusively analyze discursive formations, the object of sociology of praxis is not suitable. The formations must be placed in relation to the material aspects that praxis is concerned with, so that manifold and variable pictures of formation of praxis can appear. The point of departure of this empirical work are, ideally in praxis research, historical events, which can be investigated in their emergence as performance of praxis in which the diverse products of the event are identified and their cooperation traced. The ascertainment of necessary data is not confined by any border. It is only important to obtain the material formation of praxis with the help of respective methods in view. Situational analyses, multi-sited ethnography, actor-network research and *habitus* analysis are only four of the methods of approach which should be evaluated and expanded, in order to supply sociological praxis theory with empirical material, thereby bringing further development of this direction of theory. A separation of theory and empirical methods will, as already made clear in the beginning of this paper, be strictly avoided in sociology of praxis. In praxis research, a sociological theory is never possible without empirical work, and on the other hand, the empirical work is only possible with the help of a theoretical instrument to determine what should be investigated. Research simply cannot be begun without having theoretically determined what should be investigated.

Notes

- 1 This paper is based on a German paper I wrote in 2015 (Hillebrandt, 2015c) and gives an essential overview on my way of doing sociology of practices as I outlined in a German book in 2014 (Hillebrandt, 2014). I would like to thank Erin Altman very much for translation and other help with the English language.
- 2 There is no useful translation between the German words 'Körper' and 'Leib'; 'Körper' means the objective body, which we can use in situations, while 'Leib' means the subjective body that surprises us in everyday life when we have to cry without willing it or when we have to laugh without willing it (see for the distinction between "Körper" and "Leib" in this sense Plessner 1982). Further on I will use the English words objective-body (Körper) and subjective-body (Leib) to mark the distinction between 'Körper' and 'Leib', which both have to be overcome in sociology of practices.

Bibliography

- Blok, A. and Jensen, T. E., 2011. *Bruno Latour: Hybrid Thoughts in a Hybrid World*. London and New York: Routledge.
- Bourdieu, P., 1979. *La Distinction: Critique Sociale du jugement*. Paris: Les Editions de Minuit.
- Bourdieu, P., 1992. *The Logic of Practice*. Stanford: University Press.
- Bourdieu, P., 2000. *Méditations pascaliennes*. Oxford: University Press.
- Brandom, R.B., 1998. *Making it Explicit: Reasoning, Representing and Discursive Commitment*. Harvard: University Press.
- Clarke, A.E. 2005. *Situational Analysis. Grounded Theory After the Postmodern Turn*. Thousand Oaks: Sage.
- Deleuze, G. and Guattari, F., 1992. *Tausend Plateaus*. Berlin: Merve.
- Descola, P., 2005. *Par-delà nature et culture*. Paris: Editions Gallimard.
- Douglas, M., 1988. *Reinheit und Gefährdung*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Foucault, M., 1975. *Surveiller et punir. Naissance de la prison*. Paris: Edition Gallimard.
- Giddens, A., 1979. *Central Problems in Social Theory: Action, Structure, and Contradiction in Social Analysis*. Berkeley: University of California Press.
- Hillebrandt, F., 2004. Die verborgenen Mechanismen der Materialität. Überlegungen zu einer Praxistheorie der Technik. In: J. Ebrecht, F. Hillebrandt, eds. *Bourdieu's Theorie der Praxis. Erklärungskraft – Anwendung – Perspektiven*. 2. Aufl. Opladen/Wiesbaden: VS Verlag, pp.19-45.
- Hillebrandt, F., 2014. *Soziologische Praxistheorien. Eine Einführung*, Wiesbaden: Springer.
- Hillebrandt, F., 2015. Die hybride Praxis. In: Th. Kron, ed. *Soziale Hybridität – Hybride Sozialität*. Weilerswist: Velbrück.
- Hillebrandt, F., 2015a. Die Soziologie der Praxis als poststrukturalistischer Materialismus. In: H. Schäfer, ed. *Praxistheorie. Ein soziologisches Forschungsprogramm*. Bielefeld: Transcript.
- Hillebrandt, F., 2015b. Vergangene Praktiken. Wege zu ihrer Identifikation. In: A. Brendecke, ed. *Praktiken der Frühen Neuzeit*. Köln, Weimar, Wien: Böhlau.
- Hillebrandt, F., 2015c. Was ist der Gegenstand einer Soziologie der Praxis?. In: F. Schäfer, A. Daniel, F. Hillebrandt, eds. *Methoden einer Soziologie der Praxis*, Bielefeld: Transcript, pp.15-36.

- Laclau, E. and Mouffe, C., 2000. *Hegemonie und radikale Demokratie. Zur Dekonstruktion des Marxismus*. Wien: Passagen Verlag.
- Latour, B., 1991. *Nous n'avons jamais été modernes: Essai d'anthropologie symétrique*. Paris: Editions la Découverte.
- Latour, B., 1996. *Der Berliner Schlüssel. Erkundungen eines Liebhabers der Wissenschaft*. Berlin: Akademie Verlag.
- Latour, B., 2000. *Die Hoffnung der Pandora. Untersuchungen zur Wirklichkeit der Wissenschaft*. Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Latour, B., 2001. *Das Parlament der Dinge. Für eine politische Ökologie*. Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Latour, B., 2005. *Reassembling the Social. An Introduction to Actor-Network-Theory*. Oxford: University Press.
- Mauss, M., 1978. Techniken des Körpers. In: ders: *Soziologie und Anthropologie*, Band II, Gabentausch, Todesvorstellung, Körpertechniken, Frankfurt/M. et al.: Ullstein, pp.199-220.
- Merleau-Ponty, M., 1966. *Phänomenologie der Wahrnehmung*. Berlin: De Gruyter.
- Plessner, H., 1982. Vom Lachen und Weinen. In: Helmut Plessner. *Gesammelte Schriften VII*. Frankfurt/M.: Suhrkamp, pp.201-387.
- Reckwitz, A., 2003. Grundelemente einer Theorie sozialer Praktiken. Eine sozialtheoretische Perspektive. In: *Zeitschrift für Soziologie*, 32, pp.282-301.
- Schatzki, T.R., 1996. *Social Practices. A Wittgensteinian Approach to Human Activity and the Social*. Cambridge (Ma.) University Press.
- Schmidt, R., 2012. *Soziologie der Praktiken. Konzeptionelle Studien und empirische Analysen*. Berlin: Suhrkamp.
- Vielmetter, G., 1998. *Die Unbestimmtheit des Sozialen. Zur Philosophie der Sozialwissenschaften*. Frankfurt/M. and New York: Campus.
- Wittgenstein, L., 1984. *Tractatus logico-philosophicus, Tagebücher 1914–1916, Philosophische Untersuchungen*, Werkausgabe Bd. 1. Frankfurt/M.: Suhrkamp.

Constance von Rügen

From mechanics to embodiment. Some theoretical considerations on techniques¹

ABSTRACT: Archaeological research often tends to consider ancient techniques as a mechanical process, which simply materializes mental representations. This Cartesian perspective draws the attention away from the human sensual involvement and reduces techniques and in general crafts to externalized knowledge or bare information of mechanical functioning and hence clearly distorts our ideas of ancient crafts. In this regard the paper surveys as a first step the different theoretical currents which have guided our approaches to techniques until very recently and finally proposes how we could further explore and integrate aspects of embodiment and “tacit knowledge” within our reflections about making to finally enrich our often distorted mechanical view on ancient techniques.

KEYWORDS: CRAFT, TECHNIQUE, TECHNOLOGY, EMBODIED KNOWLEDGE, THEORY

In my own collaboration with painters, sculptors and craftsmen extending over four decades, I have learnt to admire their capacity to grasp essences of things through their hands and bodies, and through their non-conceptualised existential understanding rather than through intellectual and verbal analyses. They rely on the silent wisdom of the body and hand.
(Pallasmaa 2009, 117)

Introduction

Cultural approaches to crafts and the involved techniques have been a major issue in archaeological and anthropological research for a rather long time. This specific interest holds particularly true for the French tradition of anthropology, where different theoretical approaches have been discussed and developed to achieve a better understanding of the action leading to finished artefacts (Leroi-Gourhan, 1943; 1945; Creswell, 1972; Digard, 1979; Lemonnier, 1976; 1991; Gosselain, 1992). In contrast to this vibrant intellectual discussion circling around the topic of making, archaeological studies have long been restricted to finished artefacts and their typology and did rarely expand to the making itself. With single exceptions as for example the earlier studies of Tixier (1967), this particular perspective has been picked up to a larger scope only later, in the 1970s/80s, together with the concept of a *chaîne opératoire* (for a discussion see below) or behavioural approaches (Schiffer, 1976, p.46); the latter as an outgrowth of “new archaeology” (Schiffer, 2010, p.3), hand in hand with the rising popularity of ex-

perimental and ethno-archaeology (for the discussion see Gosselain, 1992, p.559). With the following years the examination of techniques as material renderings of representations gained more popularity, especially thanks to the works of Pierre Lemonnier (1992).

Only recently, embodiment, and hence its specific perspective on skill, became a focal point in archaeology and anthropology (Ingold, 2011a; 2013; Marchand, 2007; 2010; Marchand and Kresse, 2009). Indeed, some of its notions have been key issues since Mauss’ discussion of body techniques in the first half of the 20th century (Mauss, 1973) or also played a major role in Bourdieu’s habitus and hexis concept (Bourdieu, 1982). But it is argued here that the recently renewed and more intensive discussion about these aspects of embodiment and the centrality of the craftsperson’s sensual involvement allows us to gain a new and more in-depth insight on how we can understand crafts beyond simple categorizations, mechanical processes, or as materialization of mental representation. But before trying to grasp this perspective it is of importance to retrace the development of these different approaches to technique and their underlying theoretical concepts and zeitgeist.

The chaîne opératoire – from mechanical to cognitive approaches²

EventodaywemostlyreferenceAndréLeroi-Gourhan, a student of Marcel Mauss (Soressi and Geneste, 2011, p.336), when we use the *chaîne opératoire* in archaeology and anthropology of techniques as a method of recon-

structuring the work flow of manufacture through the remains of raw materials, working traces, tools, and archaeometric data. His approach always emphasized the process of techniques as comprising motion and tool (Leroi-Gourhan, 1964, p.323), and that the tool only exists as part of the gesture of its technical efficacy within the “operation cycle” (Leroi-Gourhan, 1988, p.196).

Beyond this more general methodological approach, his aim was to understand the development of the human mental abilities in accordance with rhythm, movement and technique. The human subject was therefore always at the center of Leroi-Gourhan’s considerations, but maybe surprisingly one can nonetheless trace a certain neglect of the human’s sensual involvement in his description of technical processes. In his book “Le geste et la parole” of 1964 he described the “progress” of techniques from an evolutionist perspective: techniques conducted by the human body, techniques with tools moved by a human “motor”, and the externalization of technologies to machines. Certainly driven by a fascination for technologies and machines, he draws parallels between machines and humans, culminating in a description of habitualized human operations as “automatic” or “machine-like” (Leroi-Gourhan, 1988, pp.289-293). Such a labelling of these often highly complex technical practices puts them closer to mechanics and technological functioning, and draws them away from the human sensual involvement in techniques. Whether intentionally or not, his choice of words reduces the motion within these techniques to a mechanical one, marginalizes the specific human character of the sensually guided body movement, and therefore dehumanizes techniques (von Rūden, 2015, pp.36-37).

During the same period, a similar attitude can be observed in other anthropological fields. In an essay on distinguishing forms of human behavior in 1966 for example, Edmund Leach tried to grasp human practices with “observable results in a strictly mechanical way” as “rational technical” (Leach, 1966, p.403, also cited and discussed by Ingold, 2011c, p.317 f.). For us today it is rather obvious that a description of human practices as strictly mechanical or “rational technical” cannot be supported any longer. But these verbal choices are the result of the zeitgeist of large periods of the 20th century, which have driven the authors to use metaphors taken from the world of machines and industrialization. But deliberately or not, these metaphors also resulted in a specific perspective, and hence theoretical approach, to techniques not as sensually guided practices, but as externalized technologies (von Rūden, 2015, pp.38-41), and this still has an immense impact on many archaeological studies of techniques and craft until today.³

In the following period, the concept of the *chaîne opératoire* has been mainly pursued by the French tradition in the anthropology of technique, especially by Leroi-Gourhan’s student Robert Cresswell. In 1972, he even released the revue „Techniques et Culture”, in which this specific approach has been extensively discussed (Djindjan, 2013, pp.94-95). It seems that some of Leroi-Gourhan’s ideas have been detached from the general method of the *chaîne*

opératoire, which then has been used in a much broader sense. The common denominator of its use can possibly be described best by the later definition given by Bensa and Cresswell:

“*Une chaîne opératoire est une séquence de gestes techniques qui transforment une matière première en produit utilisable. Naturellement peu de processus techniques sont faits d’une seule chaîne. La manière dont sont imbriquées les chaînes est culturellement définie, ou plus exactement définit une culture particulière*”

(Bensa and Cresswell, 1996, quote also by Djindjan, 2013, p.95)

Only since the 1980s, the expression *chaîne opératoire* has been picked up more and more by archaeologists, even though similar processual concepts were already in use before in the study of lithic tools (cf. Djindjan, 2013, pp.95-96). But of course we have to keep in mind that at about the same time, comparable analytical methods were also adopted in Europe, the Near East, and the United States, of which the works by Schiffer might be the best-known (Schiffer, 1975; 2010, for a more detailed enumeration see Bar-Yosef and Van Peer, 2009, p.105). This more reluctant adaption of the *chaîne opératoire* in archaeological studies might be also due to the fact that Leroi-Gourhan himself hesitated to use the term in regard to archaeological remains. In the volume *La Préhistoire*, published in 1968, he remarked that the uncertainty in identifying the function of objects does not permit a study of a cultural technology, (Leroi-Gourhan, 1968, p.241) and also in his prehistoric study with Brézillon in 1972 he used the term “procédé fabrication” instead of *chaîne opératoire* (Leroi-Gourhan and Brézillon, 1972, p.36, for a more detailed discussion see Djindjan, 2013, p.94).

Later, the term’s use was very much promoted by Pierre Lemonnier (e.g. Lemonnier, 1983), a student of Robert Cresswell, and successively gained more and more popularity in archaeological studies, in particular in the field of palaeolithic research (e.g., Boëda, 1988, 1995; Boëda, Geneste and Meignen, 1990; Pelegrin, 1990; Pigeot, 1990, 1991; Schlanger, 1996; Inizan, et al., 1999). This boom was also related to a wide-spread dissatisfaction with the systematic typological classification of stone tools and the simple construction of cultural taxonomies, often resulting in descriptive culture histories in this field (Tixier, 1978, 1979, Tixier, et al., 1980; Bar-Yosef and Van Peer, 2009, p.103). In the course of this development, concepts as for example technical system, production processes, and technical intention, previously formulated by the French ethnographers, have been introduced in archaeological research, too (Soressi and Geneste, 2011, p.336). Apart from this, the idea that a technique is evidence of the society and has a “social intelligence” has now been shared by prehistoric archaeology, cultural anthropology and history of science (e. g. Latour and Lemonnier, 1994).

With the adoption of the *chaîne opératoire* in lithic studies, two different main approaches have been developed: an economic perspective on the work flow and a technopsychological or cognitive approach. The latter was especially concerned with the reconstruction of the past concept of artefact manufacture (Bar-Yosef and Van Peer, 2009, p.105). In many regards, these classical cognitive approaches have focused on the revealing of mental aspects, of concepts and planning, and hence have a certain relationship to the above mentioned ideas of Leroi-Gourhan in detecting the evolution of human mental abilities (for a more detailed discussion see for example Schlanger, 1996; Mahaney, 2014). It was obviously very suitable for the evolutionist or biological approach inherent to many of the research questions in the field of palaeolithic stone tools, while it played a minor role in other fields of archaeology.

These classical cognitive approaches of the 1990s considered technical procedures mainly as a sequence first managed by a cognitive project, which was then translated into a conceptual scheme and finally concretized in the operational scheme (Inizan, et al., 1995, p.15). This three layered heuristic has been introduced by Thomas Wynn. It describes a problem-solving/cognitive control layer that guides and selects sequentially-structured actions and deploys them flexibly and intelligently into problems, while a biomechanical layer guides “simply” behaviours like reaching and grasping (Wynn, 1993, p.390; Mahany, 2014, p.176, fig. 3). By this, Wynn hypothesizes that tool behaviour and language have similar structures and therefore that the lower layers and their elements are “subordinated to and organized by the higher layers” (Wynn, 1993, p.390). Even though his description of the “biomechanical” layer includes the affordance of the anatomy of the stoneknapper and emphasizes the importance of the “sensori-motor intelligence”, he also considers this as a very simple cognitive task controlled by the hierarchical higher problem-solving layer (Wynn 1993, pp.390-395) which blurs the impact of the biomechanical on more abstract aspects and their mutual relation in general. Therefore, despite his careful analysis a certain Cartesian separation of his layers is still maintained as well as the idea of a primacy of higher mental processes. This can also be observed in other contemporaneous studies which for example separate the “technique” as the physical means of transfer of energy in the removal of the flakes (Pelegrin, 1995, p.24) from the “method” which refers to the intellectual steps followed throughout the knapping process (Pelegrin, 2000; 2005, referenced already by Soressi and Geneste, 2011, p.347, fn. 10).

The concept of technical representations and its limits

In the course of this development within French anthropology and archaeology, Pierre Lemonnier can surely be considered as a major actor in bringing the relationship

between technologies and social systems into the foreground. In an article in 1976 already, he focused on this interrelation by extensively discussing two interrelated hypotheses: firstly, that technical practices are objects of a complex social control, but that in return, certain technical practices also have a direct impact on the social system; secondly, which is indeed a consequence of the first one, he assumes a possible structural analogy between the technical and the social systems (Lemonnier, 1976, p.102). This rather early article was an initial point to discuss in more detailed manner that techniques are not only “functional technical”, but also depend largely on representations of a wider symbolic system. His perspective is particularly evident in his definition of technique in 1992 as “*physical renderings of mental schemas learned through tradition and concerned with how things work, are to be made, and to be used*” (1992, pp.3-4).

The works of Lemonnier and their specific representational perspective has permitted us to better understand how so-called “social logics”, which seem to be at first unrelated to our understanding of pure technological functioning, often have a strong impact on the development.⁴ This insight became particularly evident thanks to many anthropological studies in which techniques often were even contradictory to our modern understanding of efficiency or technological progress (see the examples given by Lemonnier, 1992, pp.1-2, p.4; Spicer, 1952).⁵ They help us to critically reflect on our own, somehow teleological view on techniques and technologies as “naturally” seeking towards so-called “objective functional”, more efficient and hence “progressive” solutions.

But nonetheless, his structuralist way of describing these two sides, or maybe better two levels, of techniques did not allow him to go beyond this, and indeed integrate the social and symbolic into the human practice of technique. On the one hand, Lemonnier describes the dimension of how all the following aspects, the “*human actor, a source of energy, tools, raw materials, gestures and mental procedures are involved in an action that aims at obtaining some material result which generally fits together physically*”, and on the other hand he emphasizes that “*some of these elements [...] also cohere and play a role in some symbolic aspect of social life*” (Lemonnier, 1992, p.4). Bruno Latour calls this, after Whitehead, a bifurcated way of dealing with technology: on the one side the action with the material world, the “efficient technical”, on the other side the symbolic action and everything that is non-technical “above”, the excessive, superfluous, non-functional (Latour, 2014, p.507).⁶

Lemonnier’s term ‘representation’ can be understood in the tradition of Durkheim (1912) as collective representations of ideas, beliefs and values and their possible role in a symbolic system. And it is exactly this idea of representations which restrains him and obscures how material functioning and its “representation” might have been interwoven. His understanding becomes very clear in the way he has described techniques above, as “physical renderings of mental schemas” (Lemonnier,

1992, pp.3-4). As it is the case with the cognitive control layer of techniques of Wynn discussed above the concept which seems to be behind Lemonnier's statement is a somehow Aristotelian perspective which conceives the mental schema as the primacy which is then physically rendered or executed in a bodily or material practice. Hence, despite his wish to integrate the material and the mental world, he carries forward a Cartesian division and marginalizes the integrative aspect of the bodily gesture and embodiment. This problem is certainly approached in his book "Mundane objects: Materiality and non-verbal communication", in which he refers to Ingold (2011a (2000) and Warnier (2000; 2007) in this specific regard, but also makes clear that still much has to be done in this field (Lemonnier, 2012, p.19).

The cartesian trap of the term technology⁷

Above, Leroi-Gourhan's rather mechanical approach to techniques has been critically discussed and embedded in the zeitgeist of the 20th century. In this regard, Tim Ingold's analyses of the terms technology and technique, and how they are used in archaeological and anthropological research, are of interest. He hints at the fact that while in historical and sociological research the term *technology* is only used for scientific principles and discoveries since the beginning of 'Western' science and mechanical industry, archaeologists and anthropologists tend to use the term through all periods (Ingold, 2011b, referring to Burns, 1964, p.714). He considers the emergence of the term 'technology' in a Western context of the last centuries "hand in hand with what could be called a 'machine-theoretical' cosmology" as a conflation of the technical with the mechanical of the machines (Ingold, 2011b, pp.314-315), as in a Cartesian way separate from the human bodily experience. This zeitgeist and its 'machine-theoretical cosmology' can be considered as a reflection of the disappearance of the dexterity of the individual machine-worker that had been so clearly described by Karl Marx in the 19th century:

„Das Detailgeschick des individuellen, entleerten Maschinenarbeiters verschwindet als winziges Nebending vor der Wissenschaft, den ungeheuren Naturkräften und der gesellschaftlichen Massarbeit, die im Maschinensystem verkörpert sind und mit ihm die Macht des ›Meisters‹ (master) bilden.“
(Marx, 2013, reprint of 1890, p.446).

If we follow this argument, we can state that the term 'technology' is strongly connected to the externalized mechanics of machines, and it seems as if this implication and its accompanied zeitgeist had a certain power over how crafts have often been reduced to rules of mechanical functioning in anthropological and archaeological research (von Rüden, 2015). And it is not only in Leroi-

Gourhan's very early approach in which such a mechanical perspective is traceable. It had not been dissolved yet in Lemonnier's structuralist description of techniques in 1992. Deliberately or not, by his description of the two different sides of techniques he divides them into a symbolic, non-functional dimension of crafts and a rather efficient, functionalist, mechanical way of action that simply aims at obtaining some material result (Lemonnier, 1992, p.4). Also here, the term 'technology', the mechanical ways of executing, has left clear traces on how he characterizes at least one of the dimensions. The same holds true for the cognitive discourse of the 1990s discussed above which was still coined by expression like "biomechanics" or "sensori-motor intelligence".

This raises the question which perspective would permit the term 'technique' instead? In a first step, Mitcham and Ingold contrast it with the modern concept of technology. Both authors have a very similar definition of technology as either something which is "more tightly associated with the conscious articulation of rules and principles" (Mitcham, 1979, p.252) or as knowledge of the objective principles of mechanical functioning (Ingold, 2011b, p.315). Therefore, both authors closely follow what we consider today the subject of technological sciences, as the discursive rules and principles of technologies, of mechanical functioning. These rules and principles can greatly be separated from the human actor and largely distributed without direct human contact, as for example written down as rules in modern manuals, in plans, or in pattern books, as they are proposed for the transmission of motifs in Roman mosaics (Donderer, 2005, pp.59-68). Technology hence addresses completely externalized knowledge which is indifferent to the human subject, and is therefore surely not appropriate to approach traditional crafts, in which the dexterity of the craftsperson is one of the very central aspects.

In contrast, technique is for Ingold inseparable from the experience of the particular human subject (Ingold, 2011b, p.314-315), while for Mitcham it "relies a lot on intuition" (Mitcham, 1979, p.252). By their descriptions it becomes obvious that the term is less clearly confined and therefore far more difficult to grasp than technology. The term is not restricted to a mechanical function, but includes the bodily experiences, and hence intuition, of the craftsperson. Both aspects are an integral part of what Michael Polanyi calls "tacit knowledge" in the 1960s (Polanyi, 2009, p.4), an idea which might help us to bridge the Cartesian way of analyzing technique in anthropological and archaeological research.

The Tacit Dimension of Techniques

In fact, Michael Polanyi acts from the assumption that "tacit thought forms an indispensable part of knowledge" and therefore "eliminating all personal elements of knowledge would, in effect, aim at the destruction of all knowledge" (Polanyi, 2009, p.20). This would in fact re-

duce knowledge to bare information. Therefore, it is this personal knowledge which deserves special attention in anthropological and archaeological research, and an integration of its specific character, possibilities, and restrictions may permit a better understanding of how technical knowledge evolves, is maintained, or can be spatially and temporally spread.

The term 'tacit knowledge' refers to the knowledge suggested by Polanyi's dictum, "we can know more than we can tell" (Polanyi, 2009, p.4). In contrast to technological, discursive knowledge, tacit knowledge cannot be verbally specified by the human subject and therefore cannot be captured in rules and formulas.⁸ Lampros Malafouris gathered several hypothetical questions to illustrate the tacit dimension of wheel throwing in pottery production. He assumed that even to the very general question of how do you do it, a potter would usually prefer to reply by showing and not by articulating and similar reactions can be expected for the questions how one decides the force of the grip, the appropriate speed of the wheel, or how much water to add on the clay. All aspects are very well-known to a potter, he or she can execute them in perfect manner, but they are difficult to be expressed by words (Malafouris, 2008, pp.19-20). And this even goes beyond the performance one can visually attend. Willeke Wendrich points out that if a master says "let me show you how to do this," he in fact says "let me make you feel how to do this" (Wendrich, 2012a, p.13).

All these aspects of a skill that cannot be captured in rules or formulas or be explicitly defined by the potter can be described as "tacit knowledge". As an initial point, this criterion of exclusion is indeed very helpful, but bears the danger of becoming a simple label or black box for not-articulable aspects of techniques, while displacing its inner complexity (von Rüden, 2015, p.41). What we need to better understand is its role and characteristics in technical practices.

From a more intimate look it becomes evident that for our engagement with technical skills, a central facet of what Polanyi considers a tacit knowledge surely is embodied knowledge. But how can we characterize and understand embodied knowledge within the context of a skill? We have already seen that because of its specific nature we cannot define it verbally, but we might encircle it descriptively, as a first step to approach its role within technical practices.

In his book "The Tacit Dimension", Polanyi tries to familiarize us with the term's implications by describing the setting that allows us to learn the skill of riding a bike (Polanyi, 1958, p.50). Evidently one cannot learn this task only by verbal communication or any kind of manual, plan, or drawing. For learning this skill, a demonstration by a skilled practitioner is needed, which must be observed and then be imitated by the apprentice. Its crucial point is that by repeatedly attempts to imitate the movement, the learner makes his or her own sensual experiences with the bicycle and the surrounding environment, which successively allows his or her knowledge to grow (von Rüden,

2015, p.42). No matter if the novice is observing the movement or practicing it him or herself mirror neurons are active and create a "motor resonance" circuit providing scaffolding for imitation (Mahaney, 2014, p.184).

Polanyi's description emphasizes the general setting, the necessary circumstances, and structure for bodily learning. But one of its crucial points, namely the apprentice's very individual sensual experience with the movement and the bicycle, still remains rather abstract. This is described much better in Stölzle's elaborate account of bodily learning at Johannes Itten's class, where she excellently depicts the complexity of her internal perception and her very individual reality of the rhythm and movements while learning the craft of drawing: "*First, one has to train one's hand, make the fingers flexible; we do finger exercises just as pianists do. We begin to feel what makes rhythm come into being, endless circular motions, starting with the tips of the fingers, the movement flows into the wrist, the elbows, the shoulders, up to the heart*" (Ince, 2012, p.51).

Despite the different perspectives, Polanyi and Stölzle approach the same important aspect of a craft from only slightly different angles. Stölzle depicts the complexity of her internal perception and her very individual reality of the rhythm and movements, while Polanyi emphasizes the external settings. But both descriptions have in common that they can hardly be used as a guide to learn the art of drawing or biking. Without observing and exploring the movements of a master and trying to imitate them in person, without personal sensual experience, an apprentice would hardly accomplish the task. Pallasmaa also emphasizes that learning a skill is not primarily founded on verbal teaching, and beautifully expresses the act of sensory perception and bodily mimesis as the core of "artistic learning" that is necessary for the transmission of skill as "*from the muscles of the teacher directly to the muscles of the apprentice*" (Pallasmaa, 2009, p.15).

Embodiment – the sensual involvement of the craftsperson

To approach the importance of embodiment for crafts it is very helpful to understand the way a specialized skill is learned, to trace the efforts and necessary endurance of completing such a task in the context of an apprenticeship. These insights help us understand the frequent problems of the often immense simplification underlying the functional mechanical approaches, and might point to how we can try to overcome our often very Cartesian descriptions in technical studies.

Apart from the fact that in many traditional settings the apprentice is trained towards learning the properties of the raw material, the use of tools, and the type of products that are supposed to be the end result, Willeke Wendrich also hinted to the fact that there often is a strong relationship between the different stages of learning and the *chaîne opératoire*: At the beginning, one often has to

clean up and prepare, then the learner is involved in the often time consuming preparation of the raw material, and is indeed allowed only afterwards to learn the production itself. Within this multiyear process of learning, the apprentice first assists or handles the raw material and, with rising dexterity, he or she is permitted to conduct more difficult tasks. Only at the very end the apprentice is finally allowed to execute the full *chaîne opératoire* (Wendrich, 2012a, pp.9-10). Within all these stages, but especially during the actual manufacture of the product, the apprentices are usually requested to watch and imitate their masters the best they can. Students are then completely occupied with adjusting their own position and movements to what they visually perceive as their teacher's performance. From time to time, the body positions of the novices might be corrected by the teacher's tactile adjustment or by short verbal remarks that draw the student's attention to the specific mistake (von Rden, 2015, pp.41-45).

And as Polanyi described, they gain their own bodily experiences during this process. But in fact, this seemingly little detail is a very challenging task. The perception of the apprentice is only eclectic, the muscles not specifically trained, or the own awareness of the body is not yet cultivated, in the way needed for the movement (von Rden, 2015, pp.43-45). Only by the help of uncountable repetitions these movements are finally incorporated and become part of a person's repertory. Learning any specialized skill calls for repetition ad absurdum (Pallasmaa, 2009, p.82), and indeed, this is the most important aspect of this process, as it enhances kinesthetic skills and ingrains the movement, actions, and work order in the body which can be described as body knowledge (Wendrich, 2006, 2012, p.13). In the course of these uncountable repetitions the complex sequence of movements and spatial and temporal relationships of the task are internalized and embodied, rather than intellectually understood and remembered (Pallasmaa, 2009, p.22).

Of course, bodily learning in a self-contained "community of practice" (Wenger, 1998) might tend to result in a certain degree of homogeneity, but even in these settings there are many moments of creative potential inherent to the learning process itself that can result in the emergence of diversity. Creativity might be evoked by the individual's body configuration, as, for example, different size or muscular characteristics, and the consequent adjustment of the techniques by the practitioner (von Rden, 2015, pp.44-45). Maybe even more crucial are those body techniques persons have already incorporated in the course of their lives. It is difficult to "overwrite" these body techniques (Loney, 2007), and almost inevitably it leads to a certain amalgamation of the newly learned movement with the previously incorporated one (von Rden, 2015, p.45). But of course the degree of deviation from the so-called prototype depends very much on the social setting and what this setting permits. It is the group culture which in the end considers a change either positive or negative, if new forms can become a standard or not (Warnier, 2007; Wendrich, 2012a, p.16).

Another possible trigger for technical change is, of course, the intentional and conscious modification of a technique on a more abstract level. This can be stimulated for example while one is teaching a technique to an apprentice and is thus forced to reflect, and hence to articulate, certain movements (von Rden, 2015, pp.44-45). Richard Sennett describes this interplay as being in general an important aspect of craft. Even if he emphasizes that all skill begins as bodily practice, through knowledge which is gained through touch and movement, the technical understanding develops through the power of imagination, by exploring language that attempts to direct and guide bodily skills. He argues that it is this specific relationship a craftsman needs to develop, between thought and making, idea and execution, action and matter, learning and performance, self-identity and work, pride and humility, (Sennett, 2008, p.35). If we followed the argument of theory of embodiment, we might argue that the craftsman needs not to develop this relationship, but to allow it, as it is always inherent in our existence (Clark and Chalmers, 1998; Clark, 2008).

Moreover, a craftsman is also engaged in other people, tools, and raw materials, and needs to adjust to these aspects. The kind and quality of material has an immense impact on the creation process and Tim Ingold has tirelessly emphasized that making cannot be understood as the craftsman simply subduing the raw material by mechanical forces (Ingold, 2011d, p.347, p.353). Moreover, the person has to sensually respond to the qualities of the material. The flexibility of the clay, the density of the wood, or the hardness of the stone to be worked has an immense impact on the making of the artefact, and presents an affordance for specific shapes in the sense of Gibson (Gibson, 1977; 1979). This is radically different to the representational approaches as Lemonnier discussed above, who considers techniques as "physical renderings of mental schemas" (Lemonnier, 1992, pp.3-4) what certainly marginalizes the affordance of the material. Consequently, the craftsman needs to gain certain experience with the specific material so that his or her techniques can become precise, and during this process, material and human actor develop a kind of sensual entity we can describe as extended mind, too (Clark and Chalmers, 1998; Clark, 2008). This sensual entity of making dramatically changes when the craftsman needs to rely on new material with different characteristics, for instance if the potter is confronted with a different temper.

This tactile interplay might be even more intensive in tool use. A tool can be considered as an extension of the body. Polanyi describes how a blind man learns to extend his tactile senses to the tip of the stick (Polanyi, 2009, p.12, p.16). The same holds true for the craftsman: he or she incorporates the tool until it becomes a tactile extension with which the human subject can feel the raw material, and the artefact coming into existence (von Rden, 2015, p.46). But tools are also expanding our actions in specific ways, and in this regard, Pallasmaa

points out that it is not exchangeable to choose either charcoal, a pencil, an ink pen, or a computer mouse for the purposes of drawing an architectural project (Pallasmaa, 2009, p.50).

All the aspects mentioned are involved in the way Tim Ingold defines skill: the human subject, the tools, and the different raw materials within their social and environmental setting (Ingold, 2011d, p.347). So, for him, skill is not restricted to a human and his or her abilities in a very narrow sense of Cartesian separation. All these elements are tightly interwoven within the process of making, and if one of these elements changes it has an impact on the skill as a whole. So, approaching the skill of a craft and the way it might change when being transmitted to another person, into a new social or environmental context, suddenly becomes a much more complex undertaking.

Conclusion

Even though scholars have always been aware of the importance of body techniques, the sensual involvement within crafts has gained more attention only recently. This might be related to the fact that these aspects of craft are difficult to approach with the help of so-called rational and objective methods of archaeological research, the way we are categorizing our archaeological evidences, and our still very Cartesian way of thinking, no matter if we contrast mental processes or representations with bodily experiences and the material world. Furthermore, to articulate all these largely nonverbal, embodied experiences in a theoretical, and therefore necessarily a verbal, discursive paper seems to be a paradox in itself (von Rüden, 2015). One can even postulate that a theoretical, and therefore necessarily a verbal, discursive paper about embodied knowledge and skill is not an appropriate way of approaching these aspects. In this regard Lise Bender Jørgensen, emphasizes that when academics write about crafts, the language falls short (Jørgensen, 2012), and Willeke Wendrich observes that when we as academics are trying to describe aural, visual, or tactile aspects of craft production, we often revert to quite clumsy, often numerical ways to describe the rhythm of working or specific properties of the material (Wendrich, 2006, 2012, p.14). This might be the reason why Sennet, Pallasmaa, and Ingold often make use of rather poetic language, and this might indeed meet the specific needs for an immersion into the sensual world of crafts, but unluckily this is often condemned in research.

But nonetheless, the significance of embodiment and the senses for our understanding of the process in techniques and crafts is tremendous. Therefore, it is really necessary to foreground at least some aspects of embodied learning to approach the techniques and the skill of ancient craftspeople. Consequently, our greatest challenge as archaeologists is to allow a change of perspective in our interpretation of work flows: to switch from the objectifying, Cartesian perspective to the sensual

lifeworld of the craftsman, from technology to technique, from objects to things, from a traditional natural science perspective of clear categorization to a phenomenological one of sensual involvement. Of course, we cannot and should not avoid trying to reconstruct the *chaîne opératoire* with the help of objectifying research of our archaeological evidence, but we should keep in mind that this will always remain a highly reductive and distorted construction if we neglect the sensual involvement of the craftsman. I would therefore encourage an attempt to identify and emphasize those moments of the work flow which obviously needed to be guided by a sensual intelligence, or something we might call an extended mind, and to tightly integrate them with our narrative of crafts.

Notes

- 1 Parts of this article are based on some extracts out of my article "Approaching Ancient Techniques. From Technology to Bodily Learning and Skill", published in 2015 in: W. Gauss, G. Klebinder-Gauss, C. von Rueden, eds. 2015. *The Distribution of Technical Knowledge in the Production of Ancient Mediterranean Pottery*. Vienna: Akademie Verlag.
- 2 This paragraph is partially based on an article published in 2016.
- 3 See therefore also the discussion of the term technology vs. techniques by Ingold (2011b).
- 4 Lemonnier uses the expression "in part only, these social representations of technologies concern material phenomena *stricto sensu*" (1992, p.3).
- 5 See therefore also the volume "Human Problems in Technological Change", edited by Spicer in 1952, referred to also by Pierre Lemonnier, 1992, p.4, fn. 5.
- 6 This problem has also been discussed in a volume edited by Latour and Lemonnier together in 1994.
- 7 The following two paragraphs are greatly based on von Rüden, 2015, pp.38-41.
- 8 Here it should be emphasized that both tacit and discursive knowledge are usually tightly interwoven and only separated in form of analytical categories.

Bibliography

- Bar-Yosef, O. and Van Peer, P., 2009. The *Chaîne Opératoire* Approach in Middle Paleolithic Archaeology. *Current Anthropology*, 50 (1), pp.103-131.
- Bensa, A. and Cresswell, R., 1996. À propos de la technologie culturelle. Entretien avec Robert Cresswell. *Genèses*, 24(1), pp.120-136.
- Burns, T., 1964. Technology. In: J. Gould, W. L. Kolb, eds. 1964. *A Dictionary of Social Science*. New York: Free Press of Glencoe, pp.716-717.
- Boëda, E., 1988. Le concept laminaire: Rupture et filiation avec le concept Levallois. In: J. K. Kozłowski, ed. 1988. *L'homme de Néandertal*. Actes du Colloque International de Liège, vol. 8, La mutation. Liège: Université de Liège, pp.41-59.
- Boëda, E., 1995. Levallois: A volumetric construction, methods, a technique. In: H. L. Dibble, O. Bar-Yosef, eds. 1995. *The definition and interpretation of Levallois technology*. Monographs in World Archaeology, 23. Madison, WI: Prehistory Press, pp.41-68.
- Boëda, E., Geneste, J. M. and Meignen, L., 1990. Identification de chaînes opératoires lithiques du Paléolithique ancien et moyen. *Paléo: Revue d'Archéologie Préhistorique*, 2, pp.43-80.

- Bourdieu, P., 1982. Der Sozialraum und seine Transformationen. In: *Die feinen Unterschiede – Kritik der gesellschaftlichen Urteilskraft*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, pp.171-210.
- Clark, A., 2008. *Supersizing the mind: Embodiment, action, and cognitive extension*. Oxford and New York: Oxford University Press.
- Clark, A. and Chalmers, D.J., 1998. The extended mind. *Analysis*, 58, pp.7-19.
- Cresswell, R., 1972. Les trois sources d'une technologie nouvelle. In: J. M. C. Thomas, L. Bernot, eds. *Langues et techniques, nature et société. 2. Approche ethnologique*. Paris: Edition Klincksieck, pp.21-27.
- Djindjan, F., 2013. Us et abus du concept de "chaîne opératoire" en archologie. In: S. Krausz, A. Colin, K. Gruel, I. Ralston, T. Dechezleprtre, eds. 2013. *L'âge du fer en Europe. Mélanges offerts à Olivier Buchsensschutz*. Bordeaux: Ausonius Editions, pp.93-107.
- Donderer, M., 2005. Und es gab sie doch! Ein neuer Papyrus und das Zeugnis der Mosaiken belegen die Verwendung antiker „Musterbücher“. *Antike Welt*, 21, pp.59-68.
- Downy, G., 2010. Practice without Theory: A Neuroanthropological Perspective on Embodied Learning. *Journal of the Royal Anthropological Institute*, 16, pp.22-40.
- Durkheim, ., 1912. *Les formes élémentaires de la vie religieuse: le système totmique en Australie*. Paris: Alcan.
- Gibson, J.J., 1977. The Theory of Affordances. In: R. Shaw, J. Bransford, eds. *Perceiving, Acting and Knowing*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, pp.67-82.
- Gibson, J.J., 1979. *The Ecological Approach to Visual Perception*. Boston: Houghton Mifflin Comp.
- Gosselain, O.G., 1992. Technology and Style: Potters and Pottery Among Bafia of Cameroon. *Man, New Series*, Vol. 27(3) (Sep., 1992). Royal Anthropological Institute of Great Britain and Ireland, pp.559-586.
- Hodder, I., 2012. *Entangled: An Archaeology of the Relationships between Humans and Things*. Chichester: Wiley-Blackwell.
- Ince, C. ed., 2012. *Bauhaus. Art as Life. Barbican Art Gallery*. Cologne: König.
- Ingold, T., 2011a. *The Perception of the Environment. Essays on Livelyhood, Dwelling and Skill* (Reissued). London: Routledge.
- Ingold, T., 2011b. Tools, Minds and Machines. An Excursion to the Philosophy of Technology. In: *Ingold 2011a*, pp.295-311.
- Ingold, T., 2011c. Society, Nature and the Concept of Technology. In: *Ingold 2011a*, pp.312-322.
- Ingold, T., 2011d. Of String Bags and Birds' Nests: Skill and the Construction of Artefacts. In: *Ingold 2011a*, pp.349-361.
- Ingold, T., 2013. *Making. Anthropology, Archaeology, Art and Architecture*. Abingdon: Routledge.
- Inizan, M.-L., Reduron-Ballinger, M., Roche, H. and Tixier, J., 1995. *Préhistoire de la Pierre Taille - t. 4: Technologie de la pierre taille*. Meudon: CREP.
- Inizan, M.-L., Reduron-Ballinger, M., Roche, H. and Tixier, J., 1999. *Préhistoire de la Pierre Taille*. Vol. 4. Technologie de la Pierre Taille. Meudon: CREP.
- Jrgensen, L. B., 2012. Writing Craftmanship? Vocabularies and Notation Systems in the Transmission of Craft Knowledge. In: W. Wendrich, ed. *Archaeology and Apprenticeship: Body Knowledge, Identity, and Communities of Practice*. Tucson, Ariz.: University of Arizona Press, pp.240-254.
- Knappett, C. and Malafouris, L., 2008. *Material Agency: Towards a Non-Anthropocentric Approach*. New York: Springer.
- Latour, B., 2005. *Reassembling the Social: An Introduction to Actor-Network-Theory*. Oxford: Oxford University Press.
- Latour, B., 2014. Technical does not mean material. Comment on Lemonnier, Pierre, 2012. Mundane objects: Materiality and non-verbal communication. Walnut Creek, CA: Left Coast Press, *Hau: Journal of Ethnographic Theory*, 4(1), pp.507-510.
- Latour, B. and Lemonnier, P. eds., 1994. *De la prhistoire aux missiles balistiques: L'intelligence sociale des techniques*. Paris: La Découverte.
- Lave, J. and Wenger, E., 1991. *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Leach, E.R., 1966. Ritualization in Man. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B*, 251, pp.403-408.
- Lemonnier, P., 1976. La description des chaînes opératoires: contribution à l'analyse des systèmes techniques. *Techniques et culture*, 1, pp.100-151.
- Lemonnier, P., 1983. L'tude des systèmes techniques, une urgence en technologie culturelle, *Techniques et culture*, 1, pp.11-34.
- Lemonnier, P., 2012. *Mundane objects: Materiality and non-verbal communication*. Walnut Creek, CA: Left Coast Press.
- Lemonnier, P. ed., 1992a. *Technological Choices. Transformation in Material Cultures since the Neolithic*. London, New York: Routledge.
- Lemonnier, P., 1992b. Introduction. In: P. Lemonnier, ed. 1992. *Technological Choices. Transformation in Material Cultures since the Neolithic*. London, New York: Routledge, pp.1-35.
- Leroi-Gourhan, A., 1943. *L'homme et la matière: evolution et techniques*. Paris: Albin Michel.
- Leroi-Gourhan, A., 1945. *L'homme et la matière: milieu et techniques*. Paris: Albin Michel.
- Leroi-Gourhan, A., 1964. *Le geste et la parole I. Technique et langage*. Paris: Michel.
- Leroi-Gourhan, A., 1988. *Hand und Wort. Die Evolution von Technik, Sprache und Kunst*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Loney, H.L., 2007. Prehistoric Italian Pottery Production: Motor Memory, Motor Development and Technological Transfer. *Journal for Mediterranean Archaeology*, 20(2), pp.183-207.
- Mahaney, R.A., 2014. Lithic Analysis as a Cognitive Science: a Framework. *Lithic Technology*, 39(3), pp.173-189.
- Malafouris, L., 2008. At the Potter's Wheel. In: C. Knappett, L. Malafouris, eds. 2008. *Material Agency: Towards a Non-Anthropocentric Approach*. New York: Springer, pp.19-36.
- Marchand, T.H.J., 2007. Crafting Knowledge: The Role of "Parsing and Production" in the Communication of Skill-Based Knowledge among Masons. In: M. Harris, ed. 2007. *Ways of Knowing*. Oxford: Berghan Books, pp.173-193.
- Marchand, T.H.J., 2010. Making Knowledge: Explorations of the Indissoluble Relation between Mind, Body and Environment. In: T.H.J. Marchand, ed. 2010. *Making Knowledge. Explorations of the indissoluble relation between mind, body and environment*. Journal of the Royal Anthropological Institute. Special Issue 5. Chichester: Wiley-Blackwell, pp.1-21.
- Marchand, T.H.J. and Kresse, K. eds., 2009. Knowledge in Practice: Expertise and the Transmission of Knowledge, Africa. *The Journal of the International African Institute Special Issue*, 79(1), pp.1-16.
- Marx, K., 2013. *Das Kapital. Kritik der politischen konomie I. Buch I: Der Produktionsprozess des Kapitals*. Reprint of 1890. Berlin: Rosa Luxemburg Stiftung.

- Mauss, M., 1973. Techniques of the Body, *Economy and Society*, 2(1), pp.70-88.
- Mitcham, C., 1979. Philosophy and the History of Technology. In: G. Bugliarello, D.B. Doner, eds. 1979. *The History and Philosophy of Technology*. Urbana: University of Illinois Press, pp.163-201.
- Pallasmaa, J., 2009. *The Thinking Hand. Existential and Embodied Wisdom in Architecture*. West Sussex: John Wiley Sons Ltd.
- Pelegrin, J., 1985. Réflexions sur le comportement technique. In: M. Otte, ed. 1985. *La signification culturelle des industries lithiques. Actes du colloque de Liège du 3 au 7 octobre 1984*. BAR international Series, 239, pp.72-88.
- Pelegrin, J., 1990. Prehistoric lithic technology: Some aspects of research. *Archaeological Review from Cambridge*, 9, pp.116-125.
- Pelegrin, J., 1995. *Technologie lithique: le Châtel perronien de Roc-de-Combe (Lot) et de La Côte (Dordogne)*. Cahiers du Quaternaire 20. Paris: CNRS Editions.
- Pelegrin, J., 2000. Les techniques de débitage laminaire au Tardiglaciaire: critères de diagnose et quelques réflexions. In: B. Valentin, P. Bodu, M. Christensen, eds. 2000. *L'Europe Centrale et Septentrionale au Tardiglaciaire. Confrontation des modèles régionaux*, Vol. 7. Nemours: Mémoires du Musée de Préhistoire d'Île-de-France, pp.73-86.
- Pelegrin, J., 2005. Remarks about Archaeological Techniques and Methods of Knapping: Elements of a Cognitive Approach to Stone Knapping. In: V. Roux, B. Bril, eds. 2005. *Stone Knapping, the Necessary Conditions for a Uniquely Hominin Behavior*. Cambridge, UK: McDonald Institute for Archaeological Research, pp.23-34.
- Pelegrin, J., Karlin, C. and Bodu, P., 1988. Chaînes opératoires: un outil pour le préhistorien. In: J. Tixier, ed. 1988. *Technologie préhistorique, Monographies techniques du C.R.A.* 25, Paris: CNRS, pp.55-62.
- Pigeot, N., 1990. Technical and social actors: Flint knapping specialist at Magdalenian Etiolles. *Archaeological Review from Cambridge*, 9, pp.126-141.
- Pigeot, N., 1991. Réflexions sur l'histoire technique de l'homme: De l'évolution cognitive à l'évolution culturelle. *Paleo: Revue d'Archeologie Préhistorique*, 3, pp.167-200.
- Polanyi, M., 1958. *Personal Knowledge: Towards a Post-Critical Philosophy*. London: Routledge & Kegan Paul.
- 2009 *The Tacit Dimension*. Chicago [reprint of 1966]: University of Chicago Press.
- Von Rüden, C., 2015. Approaching Ancient Techniques. From Technology to Bodily Learning and Skill. In: W. Gauss, G. Klebinder-Gauss, C. von Rüden, eds. *The Distribution of Technical Knowledge in the Production of Ancient Mediterranean Pottery*. Vienna: Akademie Verlag.
- Schiffer, M.B., 1976. *Behavioral Archaeology*. New York: Academic Press.
- Schiffer, M.B., 2010. *Behavioral archaeology: principles and practice*. London, Oakville [Conn.]: Equinox.
- Schlanger, N., 1996. Understanding Levallois: Lithic Technology and Cognitive Archaeology. *Cambridge Archaeological Journal*, 6(02), pp.231-254.
- Soressi, M. and Geneste J.-M., 2011. The History and Efficacy of the Chaîne Opératoire Approach to Lithic Analysis: Studying Techniques to Reveal Past Societies in an Evolutionary Perspective. In: *Reduction Sequence, Chaîne Opératoire, and Other Methods: The Epistemologies of Different Approaches to Lithic Analysis. PaleoAnthropology. Special Issue*, pp.334-350.
- Spicer, E.H. ed., 1952. *Human problems in technological change: a casebook*. New York: Science Editions.
- Texier, P.-J., 1989. Approche expérimentale qualitative des principales chaînes opératoires d'un nouveau site acheuléen d'Afrique orientale. In: *La vie aux temps préhistoriques, pré-actes du 23ième Congrès Préhistorique de France*, Paris, 3-7 novembre 1989. Paris: Société Préhistorique Française, pp.32-33.
- Tixier, J., 1967. Procédés d'analyse et questions de terminologie concernant l'étude des ensembles industriels du Paléolithique récent et de l'Épipaléolithique dans l'Afrique du Nord-Ouest. In: J. D. Clark, W.W. Bishop, eds. 1967. *Background to Evolution in Africa. Proceedings of a Symposium held at Burg Wartenstein, Austria 1965*. Chicago: Chicago University Press, pp.771-820.
- Tixier, J., 1978. *Méthode pour l'étude des outillages lithiques: notice sur les travaux scientifiques de J. Tixier*. Doctorat d'Etat, Université de Paris X - Nanterre.
- Tixier, J., 1979. Préhistoire et technologie lithique. Journées du 11-13 mai 1979. *Centre de Recherche Archéologique du CNRS, publications de l'URA 28, cahiers n°1*, Centre régional de publication de Sophia Antipolis.
- Tixier, J., Inizan, M.-L. and Roche, H., 1980. Préhistoire de la Pierre Taillée 1: Terminologie et Technologie. *Cercle de Recherches et d'Etudes Préhistoriques*, Valbonne.
- Warnier, J.-P., 2000. A Praxeological Approach to Subjectivation in a Material World, *Journal of Material Culture*, 6(1), pp.5-24.
- Warnier, J.-P., 2007. *The Pot King: The Body and Technologies of Power*. Leiden, Boston: Brill.
- Wendrich, W., 2006. Body Knowledge. Ethnoarchaeological Learning and the Interpretation of Ancient Technology. In: B. Mathieu, D. Meeks, M. Wissa, eds. 2006. *L'apport de l'Égypte à l'histoire des techniques*. Cairo: Institut Français d'Archéologie Orientale, pp.267-275.
- Wendrich, W., 2012a. Archaeology and Apprenticeship: Body Knowledge, Identity, and Communities of Practice. In: W. Wendrich, ed. 2012. *Archaeology and Apprenticeship: Body Knowledge, Identity, and Communities of Practice*. Tucson, Ariz.: University of Arizona Press, pp.1-19.
- Wendrich, W. ed., 2012b. *Archaeology and Apprenticeship: Body Knowledge, Identity, and Communities of Practice*. Tucson, Ariz.: University of Arizona Press.
- Wenger, E., 1998. *Communities of Practice: Learning, Meaning, and Identity*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Wynn, Th., 1993. Layers of Thinking in Tool Behaviour. In: K. R. Gibson, T. Ingold, eds. 1993. *Tools, Language and Cognition in Human Evolution*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, pp.389-406.

Michael Roos

Ungleichheit in agrarischen Gemeinschaften – Ein agentenbasiertes Computersimulationsmodell

ABSTRACT: *This paper presents a simple agent-based computer simulation model, which provides a theoretical explanation for the emergence of inequality in a stylized agrarian community. The model hence does not aim at explaining the evolution of a specific community at specific place and time. It rather offers a general theory of how inequality could arise under certain conditions. The agents in the model (households) practice agriculture. The crop yield is subject to random fluctuations which are idiosyncratic to the households. Households that are threatened by hunger due to bad harvests can obtain a corn loan from relatives. The model shows that crop failures and ensuing corn loans do not lead to permanent inequality – measured in terms of corn stocks and corn consumption – if the loans are repaid in corn. However, if the corn transfer is reciprocated by a transfer of farm land, some households will accumulate land which leads to permanent inequality in the stock and consumption of corn.*

KEYWORDS: AGENT-BASED MODEL, SIMULATION, THEORETICAL MODEL, INEQUALITY

ZUSAMMENFASSUNG: *Der vorliegende Beitrag stellt ein einfaches agentenbasiertes Computersimulationsmodell vor, das eine theoretische Erklärung für Entstehung von Ungleichheit in einer stilisierten agrarischen Gemeinschaft vorschlägt. Das Modell zielt also nicht darauf ab, die Entwicklung einer bestimmten Gemeinschaft an einem bestimmten Ort und zu einer bestimmten Zeit zu erklären, sondern es liefert eine allgemeine Theorie, wie Ungleichheit unter bestimmten Bedingungen entstehen kann. Die Agenten des Modells (Haushalte) betreiben Ackerbau. Die Ernte ist zufälligen Schwankungen unterworfen, die haushaltsspezifisch sind. Haushalte, die auf Grund einer schlechten Ernte von Hunger bedroht sind, können von Verwandten einen Getreidekredit erhalten. Das Modell zeigt, dass Missernten in Verbindung mit Kreditaufnahme nicht zu dauerhafter Ungleichheit – gemessen im Getreidebestand und Getreideverbrauch – führt, wenn die Kredite in Form von Getreide zurückgezahlt werden. Wenn als Gegenleistung für einen Getreidetransfer aber ein Transfer von Ackerland stattfindet, kommt es zu einer Konzentration von Ackerland bei einigen Haushalten und damit einhergehend zu permanenter Ungleichheit im Getreidebestand und –konsum.*

SCHLÜSSELBEGRIFFE: AGENTENBASIERTES MODELL, SIMULATION, THEORETISCHES MODELL, UNGLEICHHEIT

Einführung

Materielle Ungleichheit ist ein Phänomen, das in der gesamten Wirtschaftsgeschichte zu finden ist und daher als Grundkonstante ökonomischer Systeme betrachtet werden kann. Grad und Ausprägung der Ungleichheit unterscheiden sich über Epochen und Systeme, aber die Frage, wie ökonomische Güter verteilt werden und verteilt werden sollten, ist sicher eine der Grundfragen der Ökonomik, die zu allen Zeiten wichtig war. Vor dem Hintergrund aktueller Wirtschaftskrisen haben Verteilungsfragen in der Volkswirtschaftslehre neues Interesse geweckt, und seit Jahren schon identifiziert das World Economic Forum die zunehmende

Einkommensungleichheit in Volkswirtschaften als eines der zehn größten globalen Risiken (vgl. WEF 2014).

Moderne Volkswirtschaften sind komplexe Systeme, in denen sich Einkommens- und Vermögensungleichheit als emergentes Phänomen aus der Interaktion von Einzelentscheidungen von Millionen von Akteuren ergeben. Diese Zusammenhänge zu verstehen und aus den Erkenntnissen Empfehlungen für wirtschaftspolitische Maßnahmen abzuleiten, ist eine Aufgabe, die den einzelnen Ökonomen, aber auch die Volkswirtschaftslehre als Ganzes vor große Herausforderungen stellt. In der Volkswirtschaftslehre beginnt gerade ein Umdenken, bei dem diese Komplexität anerkannt und nach neuen Forschungsmethoden ge-

sucht wird, die ihr angemessen sind (vgl. Colander, et al., 2004).

Wenn man verstehen will, welche ökonomischen Mechanismen zur Ausbildung ökonomischer Ungleichheit beitragen, ist verlockend, ökonomische Systeme zu untersuchen, die nicht denselben Grad an Ausdifferenzierung und Komplexität haben, wie moderne Volkswirtschaften in frühindustrialisierten Ländern. Die Hoffnung dabei ist, dass sich Erkenntnisse aus verhältnismäßig einfach strukturierten Ökonomien auch auf komplexere Systeme übertragen lassen. Für den Ökonomen ist es daher interessant zu erfahren, dass es in der Archäologie Hinweise auf Ungleichheit in Jäger-Sammler-Gemeinschaften des Jungpaläolithikums gibt (vgl. Hayden, 2001). Allerdings haben Jäger-Sammler-Gemeinschaften nur wenig mit modernen Ökonomien gemeinsam, so dass es plausibler erscheint, die Ungleichheit von Ackerbau und Viehzucht betreibenden Gemeinschaften nach der Sesshaftwerdung im Neolithikum zu betrachten.

Aus archäologischer Sicht ist mit Ungleichheit oft nicht nur die rein materielle Ungleichheit von Interesse, sondern auch die soziale Ungleichheit im Hinblick auf den sozialen Rang oder die Funktion von Individuen und die soziale Stratifikation einer Gesellschaft. Diese Art von Ungleichheit hängt sicher mit der materiellen Ungleichheit zusammen, geht aber über sie hinaus. In diesem Beitrag möchte ich eine rein ökonomische Perspektive einnehmen und die Untersuchung auf die Entstehung materieller Ungleichheit beschränken. Materielle Ungleichheit kann sich dabei auf verschiedene Größen beziehen, z. B. die Ausstattung mit Werkzeugen, Waffen oder Prestigeobjekten, Land- oder Viehbesitz oder auch Nahrungsmitteln.

Dennoch kann eine solche ökonomische Betrachtung auch für die Archäologie von Bedeutung sein. Zum einen gibt es ohne Zweifel Wechselwirkungen zwischen sozialer und materieller Ungleichheit, so dass eine Untersuchung der materiellen Ungleichheit eine Grundlage für das Verständnis verschiedener Formen sozialer Ungleichheit liefern kann. Zum anderen kann die Volkswirtschaftslehre als sehr formale Wissenschaft anderen Sozialwissenschaften ein Angebot machen, wie Theorien und Erklärungsmodelle formalisiert werden können. Damit soll kein ökonomischer Imperialismus betrieben und nicht gesagt werden, dass formale Modellbildung¹ eine überlegende Art der Theorieentwicklung ist. Jedoch haben formale Modelle mindestens zwei große Stärken, die andere Arten der Theorieentwicklung nicht bieten können: Formale Modelle zeichnen sich durch hohe Präzision in der Darstellung aus, und sie sind quantifizierbar und damit einer statistischen Überprüfung zugänglich. Die Formalisierung zwingt den Theorieentwickler, seine Annahmen sehr genau und explizit darzulegen und ermöglicht es, die Vollständigkeit und logische Richtigkeit der Schlussfolgerungen zu überprüfen. Nicht-formale Theorien enthalten häufig versteckte Annahmen oder Schlüsse, die logisch nicht zwingend sind.

Eine Art der formalen Modellbildung ist die Computersimulation, die Gilbert und Troitzsch (2005) für eine

exzellente Art der Theorieentwicklung in den Sozialwissenschaften halten. Insbesondere die agentenbasierte Computersimulation ist eine sehr leistungsfähige Forschungsmethode, mit deren Hilfe künstliche Gesellschaften erschaffen werden können, um sozialwissenschaftliche Theorien zu entwickeln und zu überprüfen (vgl. Epstein und Axtell 1996; Epstein 2007; Gilbert und Troitzsch 2005; Tesfatsion 2003). Agentenbasierte Modelle wurden bereits auf verschiedene Fragestellungen in der Archäologie angewandt (z. B. Dean, et al., 2000; Janssen 2009; Kowarik, et al., 2010; Kowarik 2012) und gewinnen zunehmend an Bedeutung (vgl. SIMULPAST Projekt, www.simulpast.net).

In diesem Beitrag wird ein einfaches agentenbasiertes Modell vorgestellt, das zeigt, wie materielle Ungleichheit in einer stilisierten Agrargemeinschaft entstehen könnte. Es ist wichtig zu betonen, dass der Zweck des Modells nicht darin besteht, ein konkretes empirisches Phänomen abzubilden und zu erklären. Das Modell soll ein theoretischer Beitrag sein, mit dem ein Mechanismus beschrieben wird, der zu verschiedenen Zeiten und Orten in Gemeinschaften wirksam sein könnte, die Eigenschaften wie die hier angenommenen haben. Natürlich kann dieses Modell auf konkrete Beispiele angewandt und empirisch anhand von Daten überprüft werden. Die dazu erforderlichen Daten könnten aus archäologischen Befunden stammen, wenn das Modell auf ein prähistorisches Beispiel angewandt werden soll. Dies soll aber nicht im vorliegenden Beitrag geleistet werden, sondern bleibt weiterer Forschung überlassen.

Materielle Ungleichheit zwischen Mitgliedern einer Gemeinschaft lässt sich leicht durch individuelle Unterschiede oder eingeschränkten Zugang zu bestimmten Ressourcen oder Handlungsmöglichkeiten erklären. Individuen mit besonderen Fähigkeiten oder exklusiven Verfügungsmöglichkeiten über wertvolle Ressourcen können daraus ökonomische Vorteile gegenüber anderen Gemeinschaftsmitgliedern ziehen, die über geringere Befähigungen verfügen. Materielle Ungleichheit zwischen Individuen wird demnach durch individuelle Unterschiede in Befähigungen erklärt. Solche Faktoren sind zweifellos wichtig, jedoch besteht die Gefahr, dass sie die Wahrnehmung anderer Faktoren überlagern, die weniger offensichtlich sind. Daher soll im vorliegenden Modell von individueller Heterogenität abstrahiert werden, um zu zeigen, wie Ungleichheit auch bei anfangs völlig identischen Individuen entstehen kann.

Die zentrale Idee des Modells ist recht simpel. Eine Gemeinschaft aus zunächst völlig identischen Haushalten betreibt Ackerbau. Die Ungleichheit bezieht sich in erster Linie auf den jeweiligen Getreidevorrat der Haushalte. Die Ernteerträge seien individuellen Zufallseinflüssen unterworfen, z. B. durch lokale Unwetter, Schädlingsbefall oder Tierfraß. Dadurch kommen einzelne Haushalte in eine Notsituation, in der die Nahrungsmittelversorgung nicht ausreichend ist, um Hunger zu vermeiden. Der entscheidende Faktor, der in diesem Modell Ungleichheit entstehen lassen kann, soll nun die Art sein,

wie Haushalte sich bei Missernten gegen Hunger versichern können. Dazu sind verschiedene Möglichkeiten denkbar². Eine Möglichkeit ist, dass notleidende Haushalte bei Verwandten einen Kredit bekommen können³. Eine andere besteht darin, dass vom Hunger bedrohte Haushalte einen Teil ihres Ackerlandes im Tausch gegen Getreide an einen anderen Haushalt abtreten. Der entscheidende Unterschied zwischen diesen beiden Institutionen⁴ ist, dass eine Landübertragung einen permanenten Effekt haben dürfte, ein reiner Getreidekredit vermutlich aber nicht. Durch die Übertragung von Ackerland verliert der abgebende Haushalt Kapital, d. h. die Möglichkeit, in Zukunft neues Getreide produzieren zu können, während der aufnehmende Haushalt Kapital gewinnt. Dadurch dürfte eine dauerhafte Ungleichheit in der Getreideversorgung entstehen. Getreidekredite hingegen haben vermutlich nur temporäre Effekte auf die Ungleichheit. Ob dies tatsächlich so ist, soll anhand der Modellsimulation untersucht werden.

Der Aufsatz ist wie folgt aufgebaut. Im Abschnitt 2 werden die Modellannahmen detailliert beschrieben. Abschnitt 3 enthält die numerische Parametrisierung, die für die Simulation verwendet wurde. Der vierte Abschnitt präsentiert die Ergebnisse zu den zuvor erwähnten Hypothesen. Zum einen wird untersucht, wie viel Ungleichheit unter den jeweiligen Institutionen entsteht. Zum anderen wird die Frage beantwortet, ob die entstehende Ungleichheit temporär oder dauerhaft ist. Der Abschnitt 5 schließt mit einem Fazit und gibt einen Ausblick auf mögliche Anwendungen und Erweiterungen des Modells.

Modellbeschreibung

Die Beschreibung des Modells orientiert sich am sogenannten ODD-Schema⁵ von Grimm et al. (2010). Auf eine exakte Anwendung dieses Schemas wird zugunsten einer kompakteren Darstellung und besseren Lesbarkeit verzichtet⁶.

In diesem Abschnitt gebe ich zunächst einen Überblick über den Aufbau des Modells und beschreibe anschließend den Ablauf der Ereignisse bzw. Aktionen der Agenten. Danach diskutiere ich kurz einige Modellierungsideen und Designprinzipien, die verdeutlichen sollen, warum bestimmte Modellannahmen gemacht wurden. Am Ende dieses Abschnitts beschreibe ich die zentralen Modellroutinen, die das Verhalten der Agenten, deren Interaktion und die daraus entstehenden Konsequenzen bestimmen, im Detail.

Überblick

Das Modell beschreibt eine einfache Agrargemeinschaft, die keinen Handel treibt und auch keine Bodenschätze gewinnt. Die Gemeinschaft besteht aus Haushalten, die Getreideanbau für die eigene Versorgung betreiben. Der Ernteertrag hängt von idiosynkratischen Zufallseinflüssen ab. Im Fall einer Missernte können die Haushalte von ihren Verwandten einen Getreidekredit bekommen, der verzinst wird und im Folgejahr zurückgezahlt wird. In einer Variante werden keine Kredite vergeben, sondern es wird Getreide gegen Ackerland getauscht.

Der Zweck des Modells ist zu untersuchen, wieviel Ungleichheit zwischen den Haushalten in Kornbestand und –konsum durch Ernteschwankungen entstehen kann und wie diese Unsicherheit durch Getreidekredite bzw. Getreide-Land-Tausch beeinflusst wird.

Die Agenten in diesem Modell sind a priori identische Haushalte, die durch die Zustandsvariablen Anzahl der Personen, Arbeitskraft, Landbesitz und Getreidebestand beschrieben werden. Die Haushalte sind durch Verwandtschaftsbeziehungen untereinander in einem Netzwerk verbunden. Haushalte interagieren nur mit ihren Verwandten.

Das Modell hat keine räumliche Dimension. Ein Zeitschritt in der Simulation entspricht einem Jahr. Die Simulationen laufen jeweils 500 Zeitschritte (=Jahre).

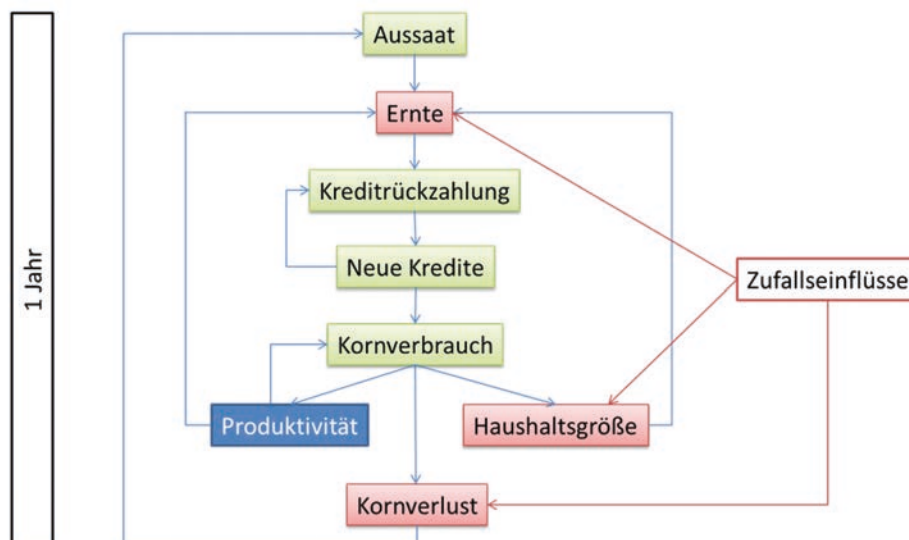


Abb. 1. Ereignisse während einer Simulationsperiode.

Prozesse und Simulationsablauf

In Abbildung 1 ist der Ablauf der Ereignisse schematisch dargestellt. Jeder Zeitschritt, der ein Jahr darstellen soll, hat folgenden Ablauf in der Simulation:

1. Die Haushalte bestimmen die Saatmenge.
2. Der Ernteertrag wird ermittelt. Er hängt ab von den Inputs Ackerland, Saatmenge und Arbeitsmenge und dem individuellen Zufallseinfluss auf die Ernte.
3. Die Haushalte zahlen Kredite zurück.
4. Die Haushalte nehmen, falls nötig, neue Kredite auf.
5. Die Haushalte bestimmen Getreidekonsum und -ersparnis.
6. Die Haushaltsgröße wird bestimmt. Haushaltsmitglieder sterben mit einer Basiswahrscheinlichkeit. Wenn der Haushalt auf Grund zu geringen Konsums hungert, stirbt die Hälfte der Haushaltsmitglieder mit zunehmender Wahrscheinlichkeit. Wenn der Haushalt genug Jahre in Folge nicht gehungert hat, wächst er um eine Person. Ein Haushalt stirbt, wenn er keine Mitglieder mehr hat.
7. Die Haushaltsproduktivität und die Arbeitsmenge werden bestimmt.
8. Die Haushalte verlieren zufällig einen Teil ihres Getreidevorrats, z.B. durch Fäulnis oder Tierfraß.

In der Modellvariante mit Landtransfer entfällt die Kreditrückzahlung, und statt einer Kreditvergabe erfolgt gegebenenfalls ein Tausch von Korn gegen Ackerland.

Designprinzipien

Das Modell ist bewusst sehr stilisiert. Das Verhalten der Agenten und die Institutionen, die das Zusammenleben regeln – hier konkret die Versorgung von Verwandten im Fall drohenden Hungers – erscheinen mir plausibel, sind aber in erster Linie exemplarisch gemeint. Diese Annahmen basieren nicht auf bestimmten Ergebnissen der Forschungsliteratur und erheben daher keinen Anspruch, eine bestimmte Realität abzubilden. Es ist ein theoretisches Modell, das zeigen soll, wie Annahmen über individuelles Verhalten und Institutionen einer Gemeinschaft zu bestimmten Ergebnissen führen. Diese Annahmen könnten auf der Grundlage empirischer Forschungsergebnisse beliebig verändert und realistischer gemacht werden.

Aus den genannten Gründen wurde das Modell nicht kalibriert, d. h. die verwendeten numerischen Werte der Modellparameter haben keine empirische Grundlage. Für eine Anwendung des Modells zur Beschreibung einer konkreten Gemeinschaft wäre eine Kalibrierung natürlich erforderlich.

Dem Modell liegt die Hypothese zugrunde, dass allein durch idiosynkratische Schocks, die unsystematisch alle Haushalte in derselben Weise betreffen, keine persistente Ungleichheit erzeugt wird. Zwar wird es zu jedem

Zeitpunkt allein auf Grund der Zufallseinflüsse Ungleichheit geben. Jedoch gleicht sich diese im Zeitablauf aus. Erst wenn bestimmte Verhaltensweisen oder institutionelle Regelungen die Zufallseinflüsse verstärken, kann es zu dauerhafter Ungleichheit kommen. Ein dauerhafter Landtransfer ist eine solche institutionelle Regelung. Es ist zu erwarten, dass sie zu permanenter Ungleichheit führt, weil sie die Produktionsmöglichkeiten der Haushalte dauerhaft verändert.

Um diese erwarteten Auswirkungen des institutionellen Rahmens deutlich herauszuarbeiten, ist das individuelle Verhalten bewusst einfach modelliert. Die Haushalte sind mit einfachen Verhaltensregeln ausgestattet. Diese können zwar als rational oder vernünftig angesehen werden, resultieren aber nicht direkt aus einem explizit dargestellten Optimierungskalkül, wie es in der ökonomischen Theorie eigentlich üblich ist. Die Agenten ändern ihr Verhaltensmuster nicht im Zeitablauf, es finden also weder Adaptation noch Lernen statt. Schließlich wird auch keine Erwartungsbildung über die Zukunft modelliert.

Agentenbasierte Modelle zeigen emergente Phänomene im Aggregat, die auf eine nicht einfach zu prognostizierende Weise aus dem Verhalten der Individuen entstehen. In diesem Modell ist die Verteilung der Getreidebestände zwischen den Haushalten emergent, ebenso wie deren Entwicklung im Zeitablauf. Die Anzahl der Haushalte und die durchschnittliche Personenzahl pro Haushalt zu bestimmten Zeitpunkten sind ebenfalls emergent.

Details

Produktionstechnologie

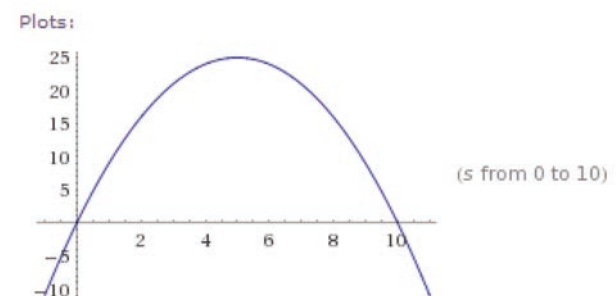


Abb. 2. Ernteertrag in Abhängigkeit der Saatmenge.

Es wird angenommen, dass für einen Haushalt i in einem Jahr t der Ertrag der Getreideernte y_{it} von den Produktionsfaktoren Arbeit l_{it} , Saatmenge s_{it} und dem verfügbaren Ackerland a_{it} abhängt.

Der Zusammenhang zwischen der Ernte und der Saatmenge sei invers-U-förmig, wie in Abbildung 2 dargestellt. Bei einer Saatmenge von 0 kann es keine Ernte geben. Der die Produktionsmenge nimmt dann mit abnehmendem Grenzertrag zu bis sie ein Maximum erreicht,

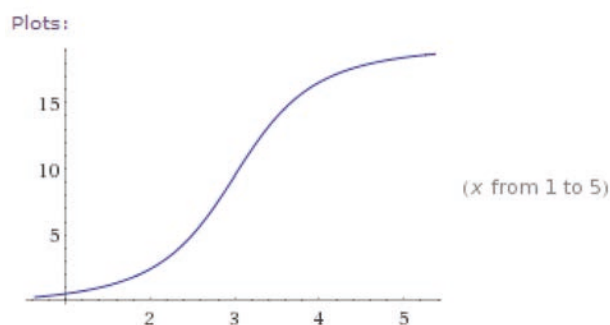


Abb. 3. Ernteertrag in Abhängigkeit des Arbeitseinsatzes.

wodurch eine optimale Saatmenge s^* definiert wird. Wird mehr Saatgut ausgebracht, nimmt der Ertrag wieder ab, weil z. B. die Pflanzen sich gegenseitig im Wachstum behindern und sich Nährstoffe wegnehmen.

Die optimale Saatmenge s^* hängt von der verfügbaren Ackerfläche ab. Es sei angenommen, dass es keine Qualitätsunterschiede beim Ackerland gibt, so dass die optimale Saatmenge und der entsprechende Ertrag je Bodeneinheit überall identisch sind. Die optimale Saatmenge je Bodeneinheit sei durch den Parameter σ beschrieben.

Die Abhängigkeit des Ernteertrags von der eingesetzten Arbeitsmenge folge dem klassischen Ertragsgesetz, wie in Abbildung 3 gezeigt. Ohne Arbeitseinsatz kann keine Produktion erfolgen. Mit jeder zusätzlichen Arbeitseinheit steige der Ertrag zunächst überproportional an. Mit zunehmendem Arbeitseinsatz sinke aber ab einem gewissen Punkt der Grenzertrag.

Eine Produktionsfunktion mit den genannten Eigenschaften ist

$$y_{it} = \left\{ \frac{b \times c}{\sqrt{d + c^2}} + \frac{b(l_{it} - c)}{\sqrt{d + (l_{it} - c)^2}} \right\} \times [s_{it}^{*2} - (s_{it} - s_{it}^*)^2] \times \varepsilon_{it}$$

Die Parameter $b, c, d > 0$ beschreiben den genauen Verlauf der Produktionsfunktion. $\varepsilon_{it} \sim B(q, 2)$ ist ein idiosynkratischer beta-verteilter Produktivitätsschock, der im Intervall $[0, 1]$ liegt. Damit werden alle Faktoren erfasst, die über die Produktionsfaktoren hinaus einen Einfluss auf die Ernte eines Haushaltes in einem Jahr haben, z. B. Wiedereinflüsse, Arbeitsausfälle durch Krankheiten von Arbeitern, Pflanzenschädlinge usw. Der Produktionsfaktor Ackerland kommt in der Produktionsfunktion nur indirekt über die optimale Saatmenge vor.

Arbeitseinsatz und Aussaat

Es wird angenommen, dass die Haushalte keine andere Verwendung für Arbeitskraft haben. Diese Annahme ist restriktiv, vereinfacht aber die Analyse. Die verfügbare Arbeitsmenge wird somit vollständig für die Getreideproduktion verwendet.

Die Saatmenge ergibt sich aus der Produktionsfunktion und dem vorhandenen Kornbestand. Es wird angenommen, dass die Haushalte aus Erfahrung wissen, wie groß die optimale Saatmenge je Einheit Ackerland ist. Weiterhin wird rationales Verhalten unterstellt. Daher säen die Haushalte genau die optimale Saatmenge aus, sofern ihr aktueller Getreidebestand zu Beginn des Jahres ausreichend groß ist. Wenn $w_{it} < s_{it}^*$ ist, wird der gesamte vorhandene Getreidebestand w_{it} für die Aussaat verwendet.

Verbrauch und Sparen

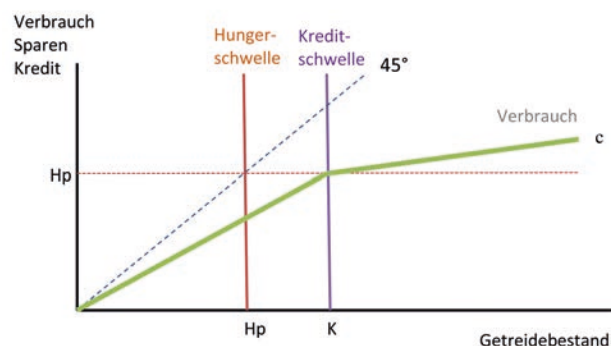


Abb. 4. Verbrauch, Sparen und Kredit.

Die Haushalte können das Getreide in ihrem Bestand nach der Ernte und einer eventuellen Kreditaufnahme bzw. -rückzahlung entweder verbrauchen oder sparen. Das Getreide zu verbrauchen bedeutet hier, es als Nahrung zu verwenden. Was nicht als Nahrung verbraucht wird, gilt automatisch als Ersparnis, die den Getreidebestand des nächsten Jahres bestimmt. Aus diesen erfolgt im nächsten Jahr wieder die Aussaat für die nächste Ernte.

Das angenommene Verhalten der Haushalte mit Bezug auf Verbrauch und Sparen kann anhand von Abbildung 4 erklärt werden. Es sei angenommen, dass es für jeden Haushalt eine Hungerschwelle gibt, d. h. einen Getreidebestand, der für eine ausreichende Ernährung der Haushaltsmitglieder erforderlich ist. Die Hungerschwelle pro Person sei durch den Parameter H gegeben. Wenn der Getreidebestand eines Haushaltes unter $H p_{it}$ fällt, wobei p_{it} die Anzahl der Personen in diesem Haushalt ist, hungert der Haushalt. Hunger beeinträchtigt die Arbeitsproduktivität und die Fortpflanzung und erhöht die Sterbewahrscheinlichkeit.

Die Haushalte können aber nie ihren gesamten Getreidebestand verzehren, da sie sonst kein Saatgut für das nächste Jahr haben. Das bedeutet, dass selbst wenn der Getreidebestand gerade an der Hungerschwelle $w_{it} = H p_{it}$ ist, die Haushaltsmitglieder hungern müssen. In Abbildung 4 ist das dadurch dargestellt, dass die grüne Verbrauchsfunktion unterhalb der 45°-Linie liegt. Die Differenz zwischen 45°-Linie und der Verbrauchsfunktion ist jeweils die Getreideersparnis.

Es sei angenommen, dass jeder Haushalt eine Kreditschwelle K_{it} habe. Unterhalb dieser Kreditschwelle möchte der Haushalt einen Getreidekredit aufnehmen. Die Höhe des gewünschten Kredits ist die Differenz zwischen der Kreditschwelle und dem aktuellen Getreidebestand:

$$c_{it} = K_{it} - w_{it}$$

Die Kreditschwelle ergibt sich aus der Hungerschwelle zuzüglich eines Anteils $\alpha \in [0, 1]$ an der optimalen Saatmenge:

$$K_{it} = H p_{it} + \alpha s_{it}$$

Der Parameter α misst gewissermaßen, wie vorsichtig oder vorausschauend die Haushalte sind. Je größer dieser Parameter ist, desto mehr ziehen sie bei der Kreditaufnahme in Betracht, dass sie nicht nur Hunger vermeiden wollen, sondern auch Vorsorge für die nächste Aussaat betreiben müssen. Wenn der Getreidebestand gerade der Kreditschwelle entspricht, kann der Haushalt also gerade so viel Getreide konsumieren, dass Hunger vermieden wird, und die Menge αs_{it}^* an Getreide sparen. Um das Modell einfach zu halten, wird angenommen, dass der Verbrauch linear vom Getreidebestand abhängt. Die Verbrauchs- oder Konsumfunktion sei:

$$c_{it} = \begin{cases} \beta_{it} w_{it} & \text{falls } w_{it} < K_{it} \\ H p_{it} + \gamma \beta_{it} (w_{it} - K_{it}) & \text{falls } w_{it} \geq K_{it} \end{cases}$$

Dabei ist $\beta_{it} = \frac{H p_{it}}{K_{it}}$ die marginale Konsumneigung eines Haushaltes, wenn der Getreidebestand unterhalb der Kreditschwelle liegt. Wenn der Haushalt genug Getreide hat und keinen Kredit benötigt ($w_{it} \geq K_{it}$) konsumiert er mit zunehmendem Getreidebestand zwar auch mehr Getreide, jedoch ist die marginale Konsumneigung um den Faktor $\gamma \in [0, 1]$ kleiner als im anderen Fall. Damit wird ausgedrückt, dass der zusätzliche Nutzen (Grenznutzen) des Getreidekonsums geringer ist, wenn eine hungervermeidende Grundversorgung sichergestellt ist.

Kredit

Jeder Haushalt hat mindestens ρ Verwandtschaftsbeziehungen zu anderen Haushalten, die zu Beginn der Simulation zufällig ermittelt werden⁷. Nur zwischen verwandten Haushalten findet eine Interaktion statt und diese auch nur, wenn ein Haushalt einen Getreidekredit benötigt.

Wenn der Getreidebestand eines Haushaltes unterhalb der Kreditschwelle liegt, benötigt er die Differenz bis zum Erreichen der Kreditschwelle als Kredit. In diesem Fall wendet er sich an einen zufällig ausgewählten verwandten Haushalt. Dieser gewährt den Kredit, wenn er dadurch nicht selbst unter seine eigene Kreditschwelle fällt. Wäre dies doch der Fall, verweigert er den Kredit. Es

wird also von Teilkrediten abgesehen, um das Modell einfach zu halten. Wenn ein Kredit verweigert wird, wendet sich der bedürftige Haushalt an weitere verwandte Haushalte, bis er entweder den gewünschten Kredit erhält oder alle Verwandten den Kredit verweigert haben.

Die Kredite werden zu einem festen Zinssatz r verzinst und müssen im Folgejahr nach der Ernte inklusive der Verzinsung in Getreide zurückgezahlt werden. Wenn die Tilgung nicht möglich ist, weil der Getreidebestand des Haushaltes nach der Ernte nicht groß genug ist, wird er um ein Jahr gestundet und erneut verzinst.

Wenn ein Haushalt einen Kredit nicht tilgen kann, kann es vorkommen, dass er in diesem Jahr einen weiteren Kredit beim selben oder einem anderen Haushalt aufnehmen muss. Dadurch kann es zu einer Akkumulation von Schulden kommen. Bei der Tilgung wird immer versucht, zunächst alle Kredite zurückzuzahlen. Wenn dies nicht möglich ist, versucht der Haushalt die größte Einzelschuld zu tilgen. Zur Vereinfachung wird keine Teilrückzahlung modelliert. Es gibt auch keine Überschuldungsregel, so dass im Prinzip eine permanente Akkumulation von Schulden möglich ist.

Landtransfer

In der Modellvariante ohne Kreditvergabe wird Getreide gegen Ackerland getauscht. Der Getreidebedarf wird wie in der Kreditvariante durch einen Vergleich zwischen dem Getreidebestand und der Kreditschwelle ermittelt. Wenn ein Haushalt Getreide benötigt, wendet er sich wieder an einen zufällig ausgewählten verwandten Haushalt. Dieser stellt die gewünschte Getreidemenge zur Verfügung, wenn er dadurch nicht seine Kreditschwelle unterschreitet.

Der Unterschied zur Kreditvariante besteht darin, dass der Empfänger als Gegenleistung für den Getreidetransfer einen Teil seines Ackerlandes an den Geberhaushalt überträgt, das dieser dann ab dem nächsten Jahr für die eigene Getreideproduktion nutzen kann. Es wird angenommen, dass immer eine bestimmte Ackerfläche τ transferiert werden muss, unabhängig von der Höhe des Getreidetransfers. Dies ist natürlich eine offensichtliche Restriktion des Modells. Eine möglicherweise realistischere Alternative wäre z. B., dass die Haushalte versuchen, eine Äquivalenz zwischen den Transfers herzustellen. Um zu verhindern, dass Haushalte ihr gesamtes Ackerland verlieren, findet ein Austausch von Getreide gegen Boden nur statt, wenn der notleidende Haushalt noch über eine Ackerfläche verfügt, die mehr als doppelt so groß ist wie die Transferfläche τ .

Haushaltsgröße und Produktivität

Zu Beginn der Simulation verfügen alle Haushalte über dieselbe Anzahl an Mitgliedern, p_0 . In jedem Jahr verliert jeder Haushalt ein Haushaltsmitglied mit einer Wahrscheinlichkeit von $1/40$, womit eine durchschnittliche Lebensdauer von 40 Jahren unterstellt wird. Wenn ein

Haushalt in einem Jahr gar keinen Getreidevorrat mehr hat und damit der Getreidekonsum gleich Null ist, sterben alle Haushaltsmitglieder und der Haushalt scheidet aus der Simulation aus. Sein Bestand an Ackerland verschwindet dann ebenfalls⁹. Es werden in diesem Modell keine neuen Haushalte gebildet, weder durch Aufspaltung vorhandener Haushalte noch durch exogene Zuwanderung⁹.

Wenn der Konsum eines Haushaltes unter der Hungerschwelle liegt, stirbt die Hälfte der Haushaltsmitglieder mit der Wahrscheinlichkeit $\chi_{it} = 1 - \frac{c_{it}/p_{it}}{H}$. Je geringer der Pro-Kopf-Konsum relativ zur Pro-Kopf-Hungerschwelle ist, desto wahrscheinlicher sterben Haushaltsmitglieder an Hunger¹⁰.

Ein Jahr, in dem der Konsum über der Hungerschwelle liegt, wird als „gutes Jahr“ gezählt. Nach ϱ guten Jahren in Folge erhöht sich die Personenzahl eines Haushalts um eins. Damit soll erfasst werden, dass Neugeborene und Kleinkinder in Hungerjahren mit großer Wahrscheinlichkeit sterben und damit nicht das Alter erreichen, ab dem sie in der Landwirtschaft eingesetzt werden können. ϱ könnte dann als dieses Alter interpretiert werden. Die Reproduktionsmodellierung ist also nicht so zu verstehen, dass nur nach einer bestimmten Anzahl „guter Jahre“ Kinder geboren werden. Vielmehr ist die Modellierung eher so zu interpretieren, dass die regelmäßig geborenen Kinder das Jugendalter nur nach einer Reihe von Jahren ohne Hunger erreichen.

Der Ernährungszustand bestimmt auch die Arbeitsproduktivität π der Haushaltsmitglieder:

$$\pi_{it} = \left(\frac{c_{it}/p_{it}}{H} \right)^\phi$$

Der Produktivitätsparameter ϕ ist dabei größer 0. Aus dem Produkt der Arbeitsproduktivität mit der Anzahl der Personen in einem Haushalt ergibt sich dessen Arbeitskraft:

$$l_{it} = \pi_{it} p_{it}$$

Auf diese Weise kann sich eine geringe Ernte auf die Ernte im Folgejahr auswirken, da eine Mangelernährung das Arbeitsvolumen für die Getreideproduktion verringert.

Getreideverlust

Zum Abschluss eines Simulationsschritts wird für jeden Haushalt bestimmt, welchen Anteil δ_{it} seiner Getreideersparnis er zufällig verliert, wobei δ_{it} eine Zufallszahl zwischen 0 und dem Parameter $0 \leq \Delta < 1$ ist.

Parametrisierung und Implementierung

Um das Modell am Computer simulieren zu können, müssen numerische Werte für die Modellparameter gewählt werden. Dies erfolgt hier völlig willkürlich ohne den Versuch einer empirischen Validierung. Die verwendeten Parameterwerte sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Um zu sehen, wie das Modell auf Variationen der Parameter reagiert und welche Parameter besonders starken Einfluss auf die Modellergebnisse haben, ist eine Sensitivitätsanalyse erforderlich. Auf die Beschreibung der Sensitivitätsanalyse soll hier verzichtet werden, um

Variable	Wert	Beschreibung
p_0	20	Anzahl der Haushalte zu Beginn
a_0	6	Größe des Landbesitzes zu Beginn
q_1	4	Parameter der Beta-Verteilung der idiosynkratischen Schocks
q_2	2	Parameter der Beta-Verteilung der idiosynkratischen Schocks
ρ	2	Anzahl der Verwandtschaftsbeziehungen
r	0.05	Zinssatz für Getreidekredite
τ	0.015	Landeinheiten, die für Getreide abgegeben werden müssen
H	15	Kornmenge pro Kopf, unterhalb derer ein Haushalt hungert und eine erhöhte Sterbewahrscheinlichkeit hat
σ	1	Optimale Saatmenge jede Landeinheit
b	10	Parameter der Produktionsfunktion
c	10	Parameter der Produktionsfunktion
d	15	Parameter der Produktionsfunktion
a	1	Anteil der optimalen Saatmenge, der gespart wird
ϕ	1	Produktivitätsparameter
ϱ	10	Zahl der guten Jahre in Folge, nach denen der die Haushaltsgröße um eine Person wächst
γ	0.2	Parameter der Konsumfunktion
Δ	0.1	Maximaler Anteil des Getreidebestands, der verdirbt

Tab. 1. Parameter und Startwerte.

den Aufsatz kurz und lesbar zu halten. Für die im nächsten Abschnitt durchgeführte Argumentation ist die Sensitivitätsanalyse auch von nachrangigem Interesse¹¹.

Das Modell wurde in der Simulationssoftware NetLogo (vgl. Wilensky 1999) implementiert.

Ergebnisse

Die geeignete Analyse agentenbasierter Modelle ist oft nicht einfach und erfordert in vielen Fällen einen erheblichen statistischen Aufwand. In dieser Arbeit soll das vorgestellte Modell nicht in allen Einzelheiten untersucht werden, sondern ich konzentriere mich auf die (weitgehend graphische) Darstellung einiger interessanter Effekte. Mit der oben beschriebenen Parametrisierung wurden fünf Simulationsdurchläufe über jeweils 500 Simulationsperioden durchgeführt. Die Ergebnisse der einzelnen Simulationsdurchläufe sind sehr ähnlich, was bedeutet, dass die stochastischen Einflüsse die Ergebnisse nicht übermäßig beeinflussen.

Die zentrale Variable dieser Analyse ist der jeweilige Getreidebestand der Haushalte am Ende eines Jahres (=Simulationsschritts). Die materielle Ungleichheit zwischen den Haushalten zu einem Zeitpunkt kann anhand der jeweiligen Getreidebestände gemessen werden, die sowohl Konsum- als auch Produktionsmöglichkeiten sind. Der Getreidebestand ist somit das Vermögen der Haushalte.

Eine einfache Möglichkeit, die Vermögensungleichheit zwischen den Haushalten zu messen, besteht in der Berechnung des Variationskoeffizienten, der das Verhältnis zwischen der Standardabweichung und dem Mittelwert der Getreidebestände zwischen den Haushalten zu einem Zeitpunkt ist. Der Variationskoeffizient ist ein normiertes Streuungsmaß.

Ein anderes Maß, das in der Ungleichheitsforschung sehr häufig verwendet wird, ist der Gini-Koeffizient, der Werte zwischen 0 (vollkommene Gleichverteilung) und 1 (vollständige Konzentration bei einem Agenten) annehmen kann. Gini-Koeffizienten werden am Ende des Abschnitts berichtet.

Variante Getreide auf Kredit

Abbildung 5 zeigt für einen exemplarischen Simulationsdurchlauf, wie sich der Variationskoeffizient des Getreidebestandes im Zeitablauf entwickelt. Die anderen vier durchgeführten Simulationsdurchläufe mit derselben Parametrisierung führen qualitativ zu denselben Ergebnissen, so dass auf eine Präsentation hier verzichtet wird¹².

Die Abbildung zeigt die Werte des Variationskoeffizienten selbst (blaue Linie) und eine polynomial geglättete Version (rote Linie). Man erkennt, dass der Variationskoeffizient von Jahr zu Jahr teilweise erheblich schwankt, was auf die stochastischen Ernteschocks der Haushalte zurückzuführen ist. Die Schocks führen also, wie nicht anders zu erwarten, zu temporärer Ungleichheit.

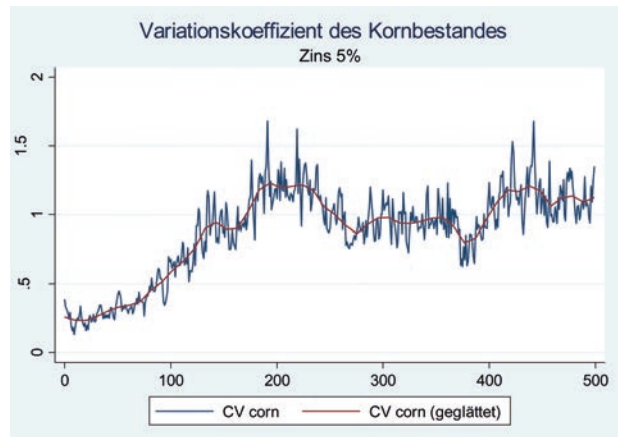


Abb. 5. Ungleichheit des Getreidebestandes im Zeitablauf.

Interessanter ist der langfristige Verlauf des Variationskoeffizienten, der an der geglätteten Linie gut zu erkennen ist. Zunächst ist festzustellen, dass die Ungleichheit vom Startzeitpunkt der Simulation ca. 150 Perioden

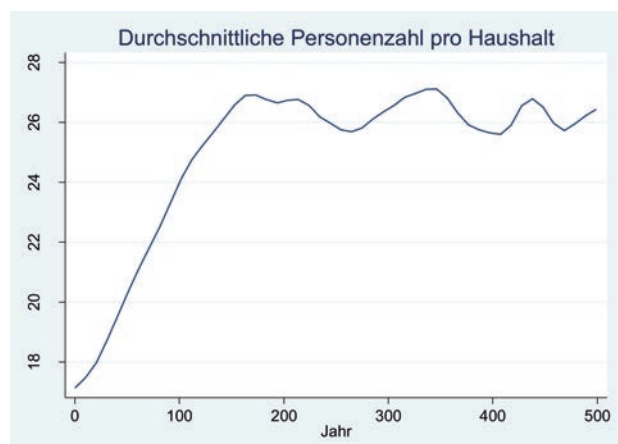


Abb. 6. Entwicklung der Haushaltsgröße im Zeitablauf.

lang kontinuierlich zunimmt. Wie Abbildung 6 zeigt, liegt dies daran, dass das Modell eine Anpassungsphase hat, in der die durchschnittliche Haushaltsgröße vom Startwert 17 auf einen langfristig stabilen Wert von ungefähr 26 ansteigt.

Der vorliegende Simulationslauf erreicht offenbar nach ca. 150 Simulationsjahren einen gleichgewichtigen Zustand. Abbildung 5 zeigt, dass der Variationskoeffizient ab diesem Zeitpunkt um 1 herum schwankt. Die idiosynkratischen Ernteschwankungen führen bei der Existenz von Getreidekrediten zu einer moderaten, im Zeitablauf relativ stabilen Ungleichheit im Getreidebestand der Haushalte.

Für das Wohlergehen der Haushalte ist jedoch nicht direkt der Getreidebestand relevant, sondern eigentlich der damit verbundene Konsum. Abbildung 7 zeigt, wie sich der Pro-Kopf-Konsum an Getreide aller 20 Haushalte im betrachteten Simulationsdurchlauf im Zeitablauf entwickelt.

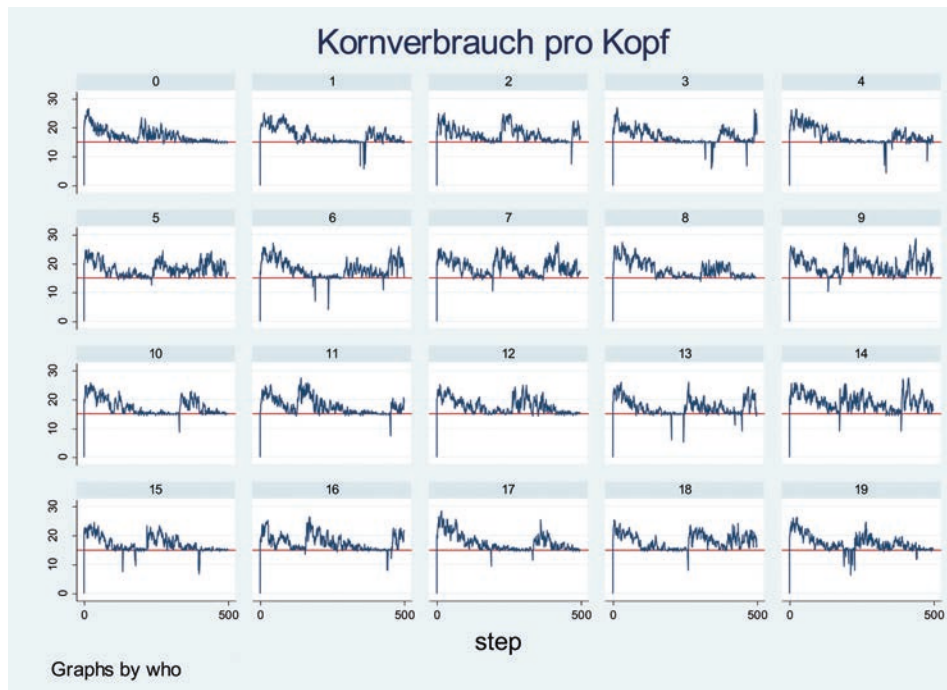


Abb. 7. Kornverbrauch der Haushalte im Zeitablauf.

Die rote Linie markiert die Hungerschwelle, die in dieser Parametrisierung bei 15 Getreideeinheiten pro Kopf und Jahr liegt. Man sieht, dass zu Beginn der Simulation in allen Haushalten die Individuen deutlich mehr Getreide konsumieren können. Daher wächst auch, wie in Abbildung 6 gezeigt, die durchschnittliche Haushaltsgröße an. Nach ca. 150 Perioden erreicht der Pro-Kopf-Konsum in alle Haushalten die Hungerschwelle. Ab dieser Zeit findet dann im Durchschnitt kein Bevölkerungswachstum mehr statt. Abbildung 7 zeigt, dass praktisch alle Haushalte gelegentlich hungern müssen, also im Fall einer Missernte keine Kredite bekommen konnten. Manche Haushalte, z. B. Haushalt 5, Haushalt 7 oder Haushalt 9, erreichen über längere Zeiträume einen Pro-Kopf-Konsum, der deutlich über der Hungerschwelle liegt. In anderen Haushalten, z. B. Haushalt 1, Haushalt 3 oder Haushalt 17, liegt der Konsum über längere Zeit sehr nahe an oder sogar unter der Hungerschwelle. Dies ist ein Zeichen, dass es in diesem Modell über viele Jahre hinweg deutliche Ungleichheiten im Pro-Kopf-Konsum gibt, obwohl die Umweltsituation für alle Haushalte identisch ist. Wichtig ist aber, dass in dieser Modellvariante in der Regel bei allen Haushalten gute und relativ schlechte Phasen vorkommen. Praktisch alle Haushalte durchlaufen Phasen, in denen der Konsum nahe der Hungerschwelle liegt, und andere, in denen mehr konsumiert werden kann. Dies bedeutet, dass in dieser Modellvariante die Ungleichheit sehr persistent sein kann, aber nicht permanent ist.

Variante Getreide gegen Land

Wenn es in der Gemeinschaft keine Kredite gibt, sondern im Notfall Ackerland abgegeben werden muss,

um Getreide zu erhalten, ändern sich die Ergebnisse deutlich. Abbildung 8 zeigt wiederum die Entwicklung des geglätteten Variationskoeffizienten des Getreidebestands im Zeitablauf. In dieser Abbildung wurde der Variationskoeffizient jeweils über fünf Simulationsdurchläufe gemittelt und drei verschiedene Tauschverhältnisse zwischen Getreide und Land betrachtet. In der Graphik oben links von Abbildung 8 wurde angenommen, dass 0.01 Landeinheiten für das benötigte Getreide abgegeben werden müssen. Oben rechts ist der Getreidepreis 0.015 Landeinheiten und in der unteren Graphik beträgt er 0.02 Landeinheiten.

Abbildung 8 zeigt klar, dass die Ungleichheit im Getreidebestand im Zeitablauf zunimmt, wenn zur Vermeidung von Hunger Land gegen Getreide eingetauscht werden muss. Dies bestätigt die Hypothese bezüglich dieser Modellvariante. Es ist auch zu erkennen, dass das Modell wiederum eine Anpassungsphase von ca. 150 Perioden hat, in denen sich die Bevölkerung vom Startwert auf einen langfristig gleichgewichtigen Wert anpasst. Wenn dieser Wert erreicht ist, liegt der Variationskoeffizient nahe 1. Wenn 0.01 Landeinheiten abgegeben werden müssen, steigt der Variationskoeffizient nur langsam an, erreicht aber am Ende des Simulationszeitraums Werte von ca. 1.5. Je höher der Getreidepreis in Landeinheiten ist, desto schneller und stärker wächst die Ungleichheit. Bei 0.02 anzugebenden Landeinheiten beträgt der Variationskoeffizient am Ende des Zeitraums ungefähr 1.8.

Die zunehmende Ungleichheit im Getreidebestand der Haushalte hat ihre Ursache in der Entwicklung des Landbesitzes im Zeitablauf. Abbildung 9 zeigt, wie sich der Landbesitz der 20 Haushalte eines Simulationsdurchlaufs (Landgabe 0.015) im Zeitablauf verändert.

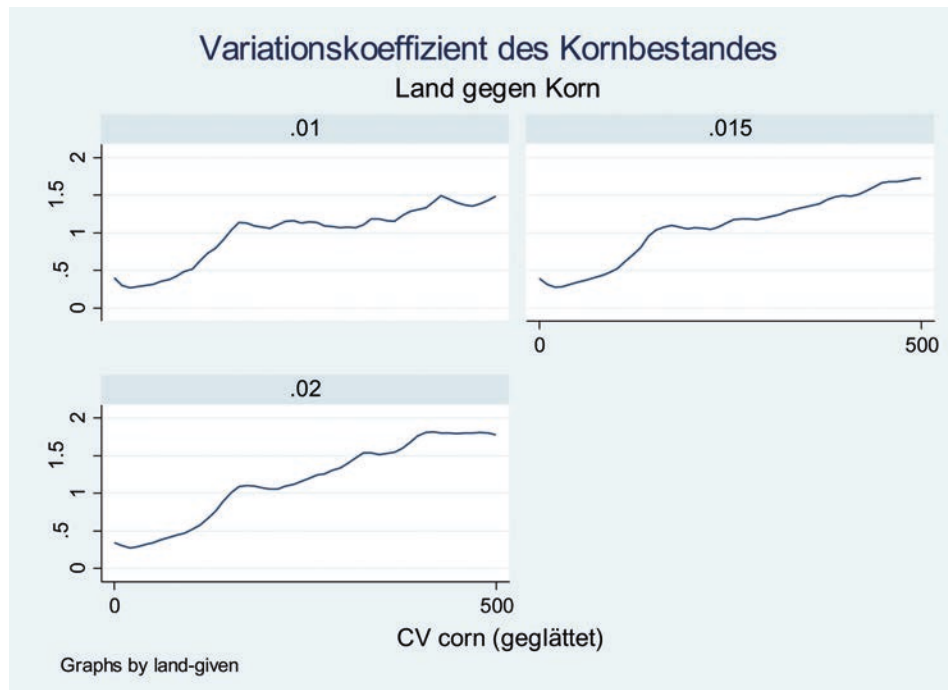


Abb. 8: Ungleichheit des Getreidebestandes im Zeitablauf in Abhängigkeit des Getreidepreises.

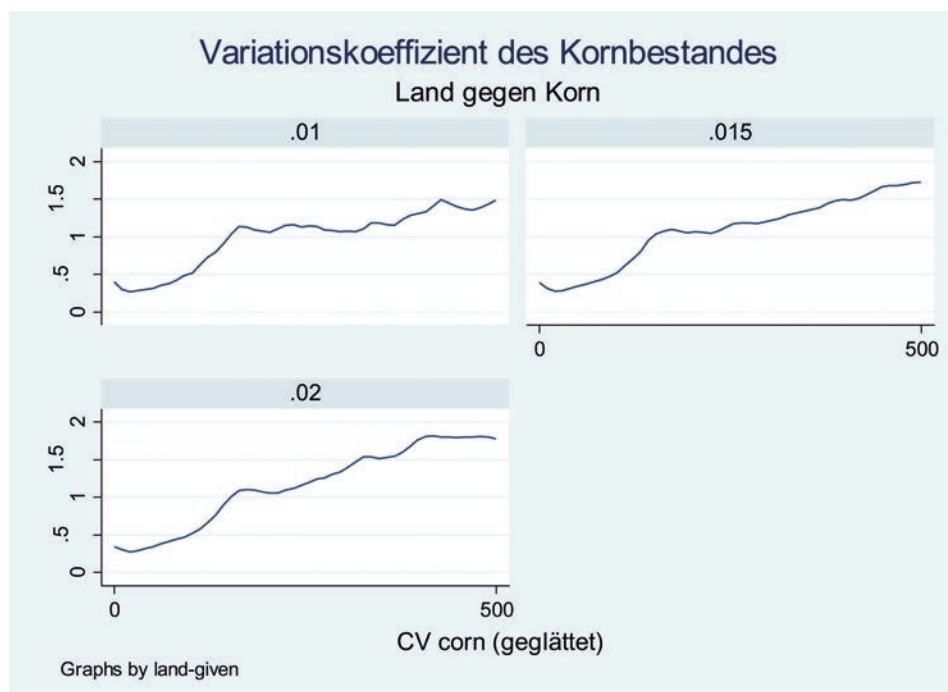


Abb. 9: Entwicklung des Landbesitzes der Haushalte im Zeitablauf.

In der verwendeten Parametrisierung haben zu Beginn der Simulation alle Haushalte 6 Landeinheiten zur Verfügung. Während der ersten Phase muss kein Haushalt Land abgeben, da durch die geringe Haushaltsgröße die Versorgungslage gut ist. Ab einem bestimmten Zeitpunkt unterschreitet die Ernte einzelner Haushalte aber die Hungerschwelle, so dass sie auf Getreidegaben der Verwandten angewiesen sind und dafür Land abgeben müssen (z.B. Haushalt 0, Haushalt 2 oder Haushalt 5). Dadurch wird ein kumulativer Prozess in Gang gesetzt. Es zeigt sich nämlich, dass die Entwicklung des Landbe-

standes der Haushalte monoton verläuft, d. h. Haushalte, die einmal Land abgeben mussten, geraten auch zukünftig in Notlagen und müssen noch mehr Land gegen Getreide eintauschen. Umgekehrt akkumulieren die Landempfänger immer weiteres Land im Zeitablauf¹³. Dadurch steigt ihre Produktionskapazität und damit auch ihr durchschnittlicher Getreidebestand.

Die dokumentierte wachsende Ungleichheit in Land- und Getreidevermögen in dieser Modellvariante wirkt sich auch auf den Konsum aus, wie Abbildung 10 zeigt. Man sieht, dass diejenigen Haushalte, die Land verlieren,

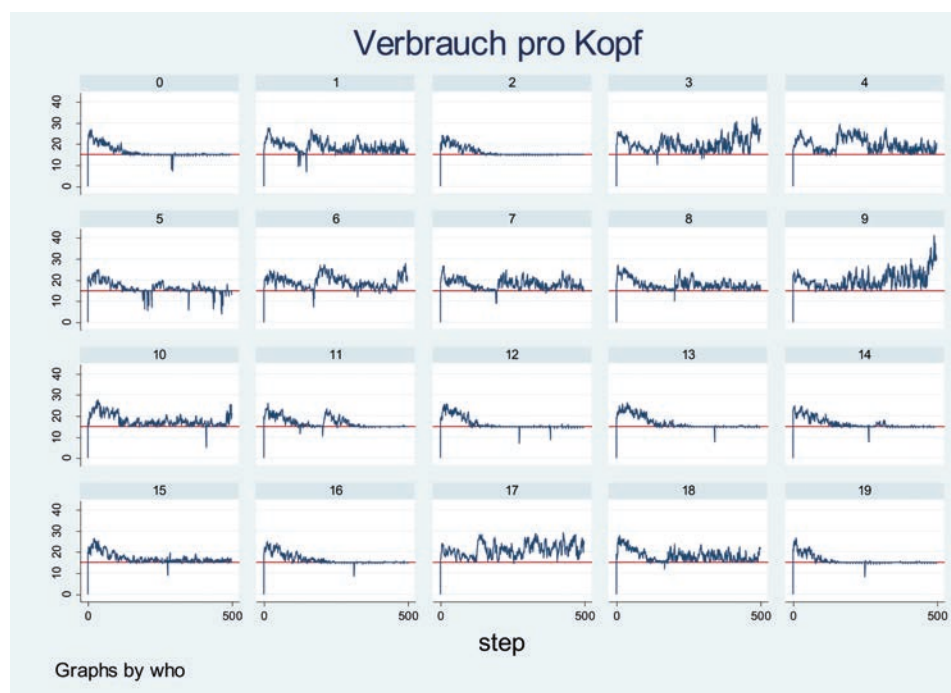


Abb. 10: Kornverbrauch der Haushalte im Zeitablauf.

dauerhaft an der Hungerschwelle konsumieren müssen (Haushalte 0, 2, 5, 11, 12, 13, 14, 16 und 19). Die Haushalte, deren Landbesitz zunimmt (Haushalte 1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 15, 17 und 18), können einen Getreideverbrauch realisieren, der im Durchschnitt deutlich über der Hungerschwelle liegt. Dies gilt vor allem für die Haushalte 3, 9 und 17, deren Landbesitz sich bis zum Ende der Simulation etwa verdoppelt.

Die Simulation zeigt also, dass der Transfer von Land infolge von zufälligen Missernten zu erheblicher permanenter Ungleichheit führen kann. In diesem institutionellen System entsteht im Zeitablauf eine Gruppe von Haushalten mit erheblichem Landbesitz, während eine andere Gruppe permanent Land verliert.

Gini-Koeffizienten

Die in den vergangenen beiden Abschnitten graphisch gezeigten Effekte kann man auch mit Hilfe des Gini-Koeffizienten quantifizieren. Damit die Ergebnisse mit den zuvor gezeigten Resultaten konsistent sind, wurde jeweils der Gini-Koeffizient des Landbesitzes, des Getreidebestandes und des Pro-Kopf- Getreidekonsums in den zuvor gezeigten Simulationsläufen berechnet (siehe Bamberg, et al., 2012). Auch hier beziehen sich die Ergebnisse also jeweils nur auf einen Simulationslauf, der aber repräsentativ für diese Parametrisierung ist. Die Effekte der Anpassungsphase zu Beginn der Simulation sind in den berechneten Gini-Koeffizienten nicht enthalten, da die Koeffizienten als Durchschnitt über alle Perioden ab Periode 200 berechnet wurden. Es werden auch die Gini-Koeffizienten für die Endperiode der Simulation angezeigt, jedoch ist der Einfluss der Zufallseffekte in ei-

ner Periode recht stark, so dass eine Durchschnittsbildung informativer ist.

		Land	Getreidebestand	Getreidebestand
Kredite	Durchschnitt	0	0.535	0.072
	Ende	0	0.639	0.054
Landtransfer	Durchschnitt	0.187	0.651	0.082
	Ende	0.377	0.732	0.126

Tab. 2. Gini-Koeffizienten jeweils eines Simulationsdurchlaufs.

Die Gini-Koeffizienten bestätigen, dass die Ungleichheit in der Landtransfer-Variante des Modells größer ist als in der Kredit-Variante. Die Ungleichheit im Getreidebestand ist größer als im Pro-Kopf- Konsum, was am hier unterstellten Konsumverhalten liegt. In den meisten Fällen konsumieren alle Haushalte in der Nähe der Hungerschwelle. Nur in seltenen Fällen liegt auf Grund der Verwandtschaftshilfe der tatsächliche Konsum unterhalb der Hungerschwelle. Per Annahme verläuft die Konsumfunktion oberhalb der Hungerschwelle recht flach, so dass nur ein geringer Anteil des Getreideüberschusses auch konsumiert wird. Die Ungleichheit im Getreidebestand ist allerdings erheblich. Bemerkenswert ist, dass dies auch in der Kreditvariante gilt. Die Zufallseinflüsse führen also zumindest temporär zu ausgeprägter Vermögensungleichheit. Diese kann sich hier jedoch nicht zwischen den Haushalten verfestigen, weil die Haushalte Getreidevermögen nur zur Aussaat und zum Konsum verwenden können. Könnten sie Getreideüber-

schüsse auch handeln und dadurch dauerhafte Güter erwerben, wäre dies möglicherweise anders.

Fazit und Ausblick

Das hier vorgestellte Modell ist eine einfache und sehr stilisierte Formalisierung einer Theorie, wie in Agrargemeinschaften materielle Ungleichheit entstehen und sich auf Dauer verfestigen könnte. Es wurde gezeigt, dass die Permanenz von materieller Ungleichheit von den Institutionen der Gemeinschaft abhängen kann.

Wenn die Gemeinschaft Ernteausfälle einzelner Mitglieder durch Kreditgewährung durch andere Mitglieder absichert, ist die durch Ernteschwankungen ausgelöste Ungleichheit zwar u. U. persistent, aber nicht permanent. Damit ist gemeint, dass einzelne Haushalte der Gemeinschaft zwar über längere Zeiträume über- oder unterdurchschnittliche Konsummöglichkeiten haben können, jedoch aus beiden Richtungen eine Rückkehr zum Mittelwert stattfindet. Damit kann sich in der langen Frist keine Privilegierung bestimmter Haushalte herausbilden.

Dies ist anders, wenn in der Gemeinschaft Ernteausfälle so kompensiert werden, dass der Getreideempfänger dem Geber einen Teil seines Ackerlandes als Gegenleistung übereignen muss. Die Landgabe stellt einen Kapitaltransfer dar, der die zukünftigen Produktionsmöglichkeiten des Landgebers dauerhaft einschränkt und die des Landempfängers permanent erhöht. Da sich die Personenzahl der Haushalte kurzfristig nicht an die geänderten Produktionsbedingungen anpasst, ist für landabgebende Haushalte die Ernte in der Zukunft erneut häufig zu niedrig, so dass sie weiteres Land abgeben müssen, um Hunger zu vermeiden. Dadurch entstehen kumulative Verstärkungen in der Form eines Teufelskreises bei den Landgebern und eines Engelskreises bei den Landempfängern. Am Ende entwickeln sich dann zwei Gruppen von Haushalten. Auf der einen Seite stehen diejenigen Haushalte, die das Pech hatten, zu Beginn von einer starken Missernte getroffen zu werden und daher Land abgeben mussten. Diese Haushalte verfügen am Ende nur noch über sehr wenig oder im Extremfall über gar kein Ackerland mehr (was im vorliegenden Modell zu ihrem Ausscheiden aus der Gemeinschaft führt). Auf der anderen Seite stehen die Landempfänger, die mehr und mehr Landbesitz akkumulieren.

Wie eingangs diskutiert, ist dieses Modell als theoretisches Modell gedacht und ist in keiner Weise empirisch validiert. Dies gilt sowohl für die Annahmen über das Verhalten der Agenten und die Institutionen der Gemeinschaft als auch für die verwendeten numerischen Werte der Modellparameter. In einem nächsten Forschungsschritt wäre zu klären, ob die Annahmen über den Produktionsprozess, das Spar- und Konsumverhalten und die Populationsdynamik für konkrete Gemeinschaften plausibel sind. Dies gilt auch für die Annahmen über die Ausgestaltung der Kreditgewährung und den Getreide-Land-Tausch.

Die Annahmen über Verhalten und Institutionen könnten mit Hilfe ethnologischer, historischer und verhaltenswissenschaftlicher Forschung überprüft werden. Wenn sich diese Annahmen als plausibel erweisen sollten, könnte man die Modellparameter mit geeigneten Daten empirisch kalibrieren, um zu interpretierbaren Ergebnissen zu kommen.

Das Modell kann natürlich in vielfacher Weise verändert und ergänzt werden, um es besser an archäologische Fragestellungen anzupassen. So wäre es denkbar, die Produktionsmöglichkeiten der Haushalte zu erweitern, z.B. um weitere Anbauprodukte oder Viehzucht. Auch könnte man Sammeln, Jagen und Fischen oder andere Formen der Nutzung natürlicher Ressourcen modellieren.

Weiter erscheint es plausibel, dass die Haushalte ihr Verhalten verändern, wenn sie Ackerland gewinnen oder verlieren. Wie bereits erwähnt könnte man auch weitere Konsummöglichkeiten oder Prestigegüter, Waffen oder Werkzeuge einführen, die z. B. gegen landwirtschaftliche Überschüsse getauscht werden. Interessant wäre sicher auch, die Haushalte in verschiedenen Dimensionen heterogen zu machen. Denkbar wäre z. B., dass sich die Haushalte abhängig von ihrem materiellen Wohlstand in Bezug auf sozialen Status und Macht innerhalb ihrer Gemeinschaft unterscheiden. Schließlich könnte man andere Institutionen der sozialen Absicherung gegen Notlagen betrachten, z. B. die Gewährung von Unterstützung gegen Frondienste oder gegen den Transfer von anderen Gütern oder Vieh.

Anmerkungen

- 1 Mit formalen Modellen sind solche Modelle gemeint, die in formaler Sprache formuliert sind, also z. B. der Mathematik oder Programmiersprachen
- 2 Es sei noch einmal betont, dass in diesem Aufsatz kein Versuch unternommen wird, die Annahmen empirisch zu validieren. Alle Annahmen dienen dazu, einen theoretisch möglichen Kausalzusammenhang in einem Modell zu zeigen.
- 3 Graeber (2011) argumentiert, dass bereits ca. 3000 Jahre v. Chr. Handel auf Kreditbasis betrieben wurde. In frühen städtischen Zivilisationen sei auch die Überschuldung von Privatleuten häufig gewesen.
- 4 Für Ökonomen sind Institutionen von Menschen erdachte Beschränkungen, die politische, ökonomische und soziale Interaktionen strukturieren. Institutionen können informelle Beschränkungen sein, z. B. Tabus, Gebräuche, Traditionen, oder formale Regeln wie Verfassungen, Gesetze oder Eigentumsrechte (siehe North, 1991, S. 97).
- 5 ODD steht für „Overview, design concepts, details“.
- 6 Weitere Details und der Programmcode sind auf Anfrage vom Autor erhältlich.
- 7 Im Computerprogramm knüpft jeder Haushalt zu Beginn der Simulation zwei Verbindungen zu anderen Haushalten. Da dies sequentiell geschieht, haben einige Haushalte mehr als zwei Verbindungen, da zu den von ihnen selbst erzeugten Verbindungen auch noch diejenigen hinzukommen, die andere Haushalte erstellt haben.
- 8 Eine alternative Modellierung wäre, das Land unter den Verwandten zu verteilen.
- 9 Es wird auch angenommen, dass Haushalte nicht abwandern, selbst wenn sie nur noch wenig Ackerland haben.

- 10 Alternativ könnte man auch annehmen, dass die Anzahl der verhungerten Haushaltsmitglieder proportional zum Abstand von der Hungerschwelle ist.
- 11 Details zur Sensitivitätsanalyse berichtet der Autor gern auf Anfrage.
- 12 Weitere Ergebnisse sind auf Anfrage erhältlich.
- 13 In diesem Beispiel sind das vor allem die Haushalte 3, 9 und 17.

Literatur

- Bamberg, G., Baur, F. und Krapp, M., 2012. *Statistik*. München: Oldenbourg Verlag.
- Colander, D., Holt, R.P.F. und Rosser, B.J.Jr., 2004. The Changing Face of Mainstream Economics. *Review of Political Economy* 16/4, S. 485-499
- Dean, J.S., Gumerman, G.J., Epstein, J.M., Axtell, R.L., Swedlund, A.C., Parker, M.T. and McCarroll, S., 2000. Understanding Anasazi Culture Change Through Agent-Based Modelling. In: T.A. Kohler, G.J. Gumerman, eds. 2000. *Dynamics in Human and Primate Societies. Agent-Based Modeling of social and spatial processes*. New York/Oxford: Oxford University Press, 179-207.
- Epstein, J.M. und Axtell, R., 1996. *Growing Artificial Societies: Social Science from the Bottom Up*. Brookings: MIT Press.
- Epstein, J.M., 2007. *Generative Social Science: Studies in Agent-Based Computational Modeling*. Princeton: Oxford University Press.
- Gilbert, N. und Troitzsch, K.G., 2005. *Simulation for the Social Scientist*. Maidenhead, UK: Open University Press.
- Graeber, D., 2011. *Debt: The First 5,000 Years*. New York: Melville House.
- Grimm, V., Berger, U., DeAngelis, D.L., Polhill J.G., Giske, J., Railsback, S.F., 2010. The ODD protocol: A review and first update. *Ecological Modelling*, 221/23, S. 2760-2768.
- Hayden, B., 2001. Richman, Poorman, Beggarman, Chief: The Dynamics of Social Inequality. In: G. Feinman, T. Price, eds. 2001. *Archaeology at the Millenium: A sourcebook*. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, S. 231-272.
- Janssen, M.A., 2009. Understanding Artificial Anasazi. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 12(4), 13. [online].<<http://jasss.soc.surrey.ac.uk/12/4/13.html>>.
- Kowarik, K., Reschreiter, H. und Wurzer, G., 2010. Modeling a mine. Agent based Modeling, Systemdynamics and Experimental Archaeology applied to the Bronze Age Saltmines of Hallstatt. In: P. Anreiter, et al., eds. 2010. *Mining in European History and its Impact on Environment and Human Societies. Proceedings for the 1st Mining in European History-Conference of the SFB-HIMAT*. Innsbruck: University Press, S. 199-208.
- Kowarik, K., 2012. Agents in Archaeology – Agent Based Modeling (ABM) in Archaeological Research. In: A. Koch, T. Kutzner, T. Eder, eds. 2012. *Geoinformationssysteme*. Berlin/Offenbach: Herbert Wichmann Verlag, VDE VERLAG GMBH.
- North, D., 1991. Institutions. *Journal of Economic Perspectives*, 5(1), S. 97-112.
- Tesfatsion, L., 2003. Agent-based computational economics: modeling economies as complex adaptive systems. *Information Sciences*, S. 149, 263-269.
- Wilensky, U., 1999. *NetLogo*. *World Economic Forum (2014). Annual Meeting Report 2014*. Evanston, IL: Northwestern University.

Arne Windler

From the Aegean Sea to the Parisian Basin: Spondylus shell exchange in Europe during the process of Neolithisation

ABSTRACT: *Artefacts made of the Mediterranean shell *Spondylus gaederopus* are a well-known example for pre-historic exchange. While the general distribution of *Spondylus* adornments from the Aegean Sea to Central Europe was recognized about one hundred years ago by Rudolf Virchow and Ludwig Pfeiffer, a detailed analysis of the objects is still missing. The exchange was associated with gift exchange as described by Marcel Mauss and Karl Polanyi. Furthermore, Polanyi classifies three transaction modes (reciprocity, redistribution, and market trade) to distinguish pre-modern embedded from modern capitalistic economies. Until today, there was no critical discussion on the possibilities of a transfer to prehistoric societies. In the following, an alternative theory shall be applied for premodern exchange: This model separates exchange into a social, a material, and a time dimension. The aim of the paper is to reconstruct the economic aspects of *Spondylus gaederopus* exchange during the Neolithic in Europe with the modern foreign trade theory.*

*Bracelets, pendants and different types of beads made of *Spondylus* were used in Europe between 6500 and 3500 BC. The greatest expansion of these artefacts was within the Linear Pottery Culture from 5500 to 5000 BC between the Aegean Sea and the Parisian Basin. As it is shown in the paper, economic aspects played a decisive role for the distribution: The shell became scarce in Central Europe, regional price differences emerged, there were possibilities to gain a profit at geographical bottlenecks and cultural borders, and different regions of *Spondylus* usage can be detected.*

KEYWORDS: SPONDYLUS EXCHANGE, PREHISTORIC EXCHANGE, FOREIGN TRADE THEORY, NEOLITHIC EUROPE

Introduction

Exchange is an elementary component in everyday life and integrated in social as well as in economic actions: Regardless of whether we buy something in the super-market or give a gift, whether we pay taxes or order a book in the internet. Even in the course of human evolution, the transfer of objects played a decisive role (Ambrose, 1998; Horan and Bulte, et al., 2005). Within prehistoric societies, the importance of exchange is manifested by the sharing hunted animals (Gurven, 2004), the distribution of jadeite axes during the Neolithic (Klassen and Pétrequin, et al., 2011), prehistoric salt trade (Stöllner, 2012) or the Mediterranean imports of the Hallstatt period (Kimmig, 2000). One of the earliest examples of prehistoric exchange is the distribution of the Mediterranean shell *Spondylus gaederopus*, which was used for the production of ornaments during the Neolithic in Europe between 6500 and 3500 BC; this example shall be analysed in detail in this paper (Fig. 1).

Distribution is characterized as the transmission of valued objects between different parties and can be sub-

categorized into several principles and actions (Rössler, 2005, pp.182-208). The probably best-known model of transactional principles was developed by the economic historian and sociologist Karl Polanyi in his work '*The Great Transformation*' (Polanyi, 1978, pp.71-87). Polanyi differentiated between reciprocity (defined as mutual exchange between different parties), redistribution through a central authority, and the allocation of goods and services on a market. Although the unambiguous distinction between these modes of exchange appears simple at first glance, nevertheless, an intensive consideration as well as a critical reflection is needed, if the model is applied on past societies. On the one hand, social aspects, such as the institutional context, uncertainty, social distinction or perception of prestige as well as status are an inherent part of every market transaction (Beckert, 2003; Granovetter, 1985; König, 2008, pp.19-22). On the other hand, it is possible to explain social actions, like gift-giving or marriage, with an economic framework (Akerlof and Shiller, 2009; Becker, 1976; Görlich, 1997).

The archaeological adoption of Polanyi's model leads to an evolutionary thinking from reciprocity during the

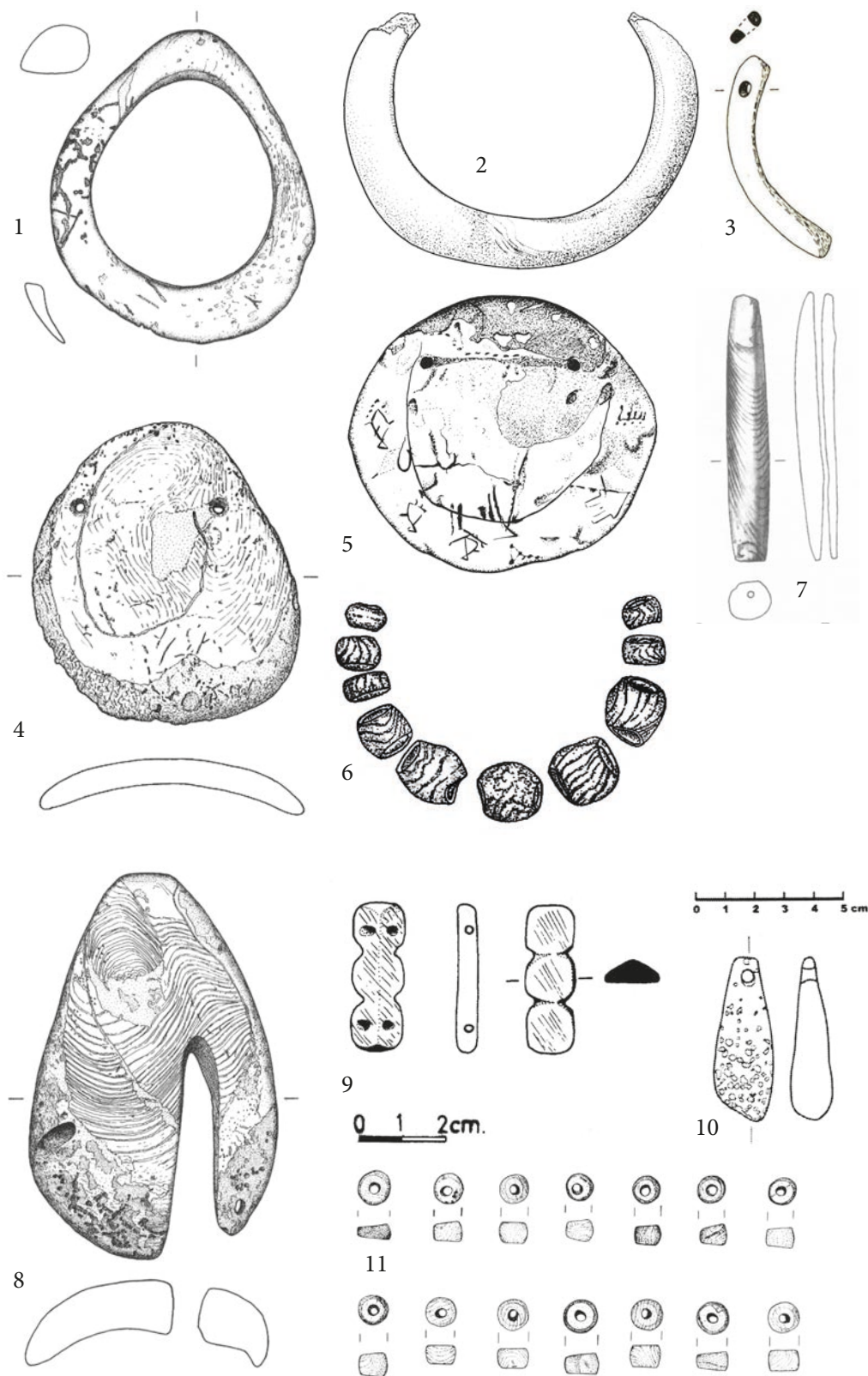


Fig. 1. Different artefacts made of *Spondylus gaederopus*: 1. Complete bracelet – Aiterhofen-Ödmühle, Grave 1 (Nieszery 1995, p.322, table 2.1); 2. Fragmented bracelet – Dikili Tash (Treuil, 1992, table 166.b); 3. Curved pendant – Flomborn, Grave 44 (Richter, 1968/69, p.169, fig.6.C1); 4. Round pendant – Aiterhofen-Ödmühle, Grave 68 (Nieszery, 1995, p.347, table 27.2); 5. Round pendant with intentional scratches (Karmanski, 1977, table 7); 6. Disc-shaped and round beads – Mezökövesd-Mocsolyás, Grave 17 (Kalicz and Koós, 2001, p.59, fig. 11.1); 7. Elongated bead – Halberstadt, Feature 139 (Fritsch, Classen, et al., 2008, p.221, table 17.7); 8. V-Klappe – Aiterhofen-Ödmühle, Grave 18 (Nieszery, 1995, table 8.1); 9. Slider bead – Aşağı Pınar (Özdoğan and Parzinger, 2000, p.88, fig. 5); 10. Elongated pendant – Vedrovice “Široká u Lesa”, Grave 81ab/79 (Ondruš, 2002, p.80, fig.81.4); 11. Disc-shaped beads – Essenbach-Ammerbreite, Grave 18 (Brink-Kloke, 1990, p.471, fig. 11.2).

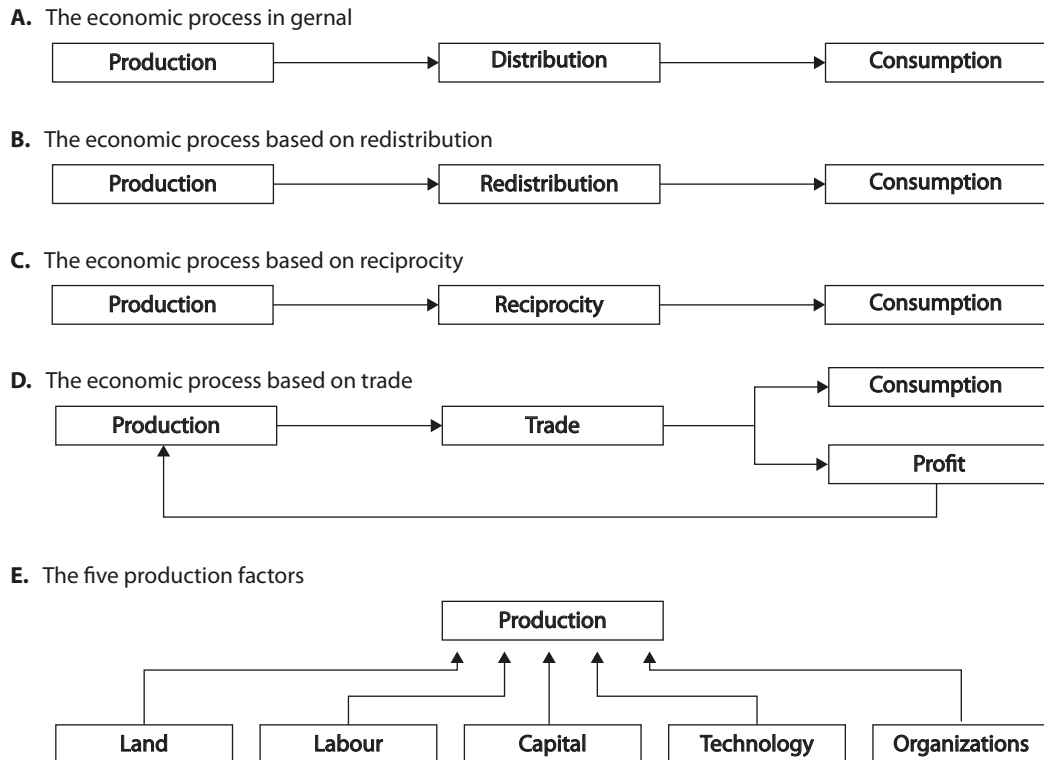


Fig. 2. Different modes of economic organization (acc. to Swedberg, 2009, p.89, fig. 3.1).

Neolithic (cf. Müller, Hofmann, et al., 2011, p.101) to a developed market influenced by the forces of supply and demand in the metal-ages (cf. Earle, Ling, et al., 2015, p.639; Frank, 1993, p.385), and to a dualistic approach between gift exchange of prestige goods (cf. Hansen, 1995, p.78; Klimscha, 2014, pp.157-158) and commercial trade of subsistence goods (cf. Kristiansen and Larsson, 2005, pp.34-35; Renfrew, Dixon, et al., 1966, p.51). Furthermore, his theory was used to separate pre-modern “socially embedded” from modern, market-based economies (Bernbeck, 2009, pp.32-36; Hansen, 1995, p.67) – a separation that has become obsolete, due to sociological theory (Beckert, 2003; Granovetter, 1985). On the basis of these economic and sociological researches, the dualism between gift and commodity exchange as well as the trichotomy of reciprocity, redistribution, and market has to be critically evaluated with regard to its archaeological application (Appadurai, 2013; North, 1977; Rössler, 2005, p.198). The discussion on the different modes of exchange is the first aspect of this paper.

The distribution of artefacts made of the Mediterranean shell *Spondylus gaederopus* is used as a case study to evaluate the potential of a modern economic theory – the foreign trade model – and to analyse prehistoric exchange. While *Spondylus* valves were used for the production of ornaments between 6500 until 3500 BC, the objects primarily occur in Central and Western Europe within the Linear Pottery Culture, between 5500 and 4900 BC, and were imported from the Adriatic or Aegean coasts

– hence, this period is of special interest for the application of the foreign trade theory.

Gift, market and redistribution

The economic process is characterized by the chain of production, distribution and consumption, and it is necessary to analyse the allocation of goods and services in order to understand an economic system. On a theoretical level, there is a distinction between transactional principles and actions: While the principles illustrate the social relationship between different exchange parties and can be categorized into reciprocity, redistribution and market exchange, transactional actions can be divided into gift giving, barter and commodity exchange, and they examine the transfer of valuable objects. A direct link between principle and action is possible, for example gift giving is related to reciprocity (Rössler, 2005, pp.182-184). According to Richard Swedberg (2009, pp.88-89), transactional principles are the key for analysing different modes of economic organization. Redistribution is a characteristic feature of state-controlled economies such as Ancient Egypt, whereas reciprocity predominates in kinship-based societies. In both modes of exchange, production is driven by consumption, by contrast, trade is associated with a market-based capitalistic economy and production is connected to consumption as well as profit (Swedberg, 2009, pp.88-89) (Fig. 2). However, as Polanyi (1957,

pp.255-256) noticed, several transactional principles occur within every society, but the economic structure is determined by the distribution of land and labour. In modern national economies, both are distributed via the market, while their allocation in ancient societies was embedded in social structures by means of reciprocity and redistribution. Nevertheless, a critical discussion on the possibilities to adopt his model to interpret prehistoric exchange is necessary (cf. Garraty, 2010).

Barter or the transmission of two objects between two exchange partners seems uncomplicated to be analysed: Two persons, two objects, both persons desire the other object, they trade and afterwards they are more sophisticated. However, Arjun Appadurai (2013) as well as Caroline Humphrey and Stephen Hugh-Jones (1992) recognize the complexity of barter and define it as a simultaneous exchange between weakly integrated groups. The objects are usually quite different from each other and, as a neutral observer, it is impossible to judge on their equivalence. Often, but not always, the partners are members of different groups and belong to several “regimes of value”. Yet, during the exchange process, both actors are equal, have the same rights and are able to leave the economic relationship after a successful transaction. The absence of an exchange medium (e.g. money) makes the difference to a market-based transaction; the minimization of the social, cultural, political or personal costs forms the distinction between barter and gift exchange (Appadurai, 2013, pp.9-12).

Essential contributions concerning the gift and reciprocity are made in ‘*Argonauts of the Western Pacific*’ by Bronisław Malinowski (2007) in 1922 and ‘*The Gift*’ by Marcel Mauss (1990) in 1923/24. Both are part of almost every discussion on these issues in sociology (Adloff and Mau, 2005, p.12) – a statement that can easily be transferred to archaeology. The gift is characterized by the equality of the involved persons, the importance of their relationship, the inherent obligations and the time delay between the transactions (Mauss, 1990). But two other aspects of the ceremonial gift exchange in Melanesia – the *kula*-ring – induced a long and controversial discussion:

1. The objective of increasing the personal prestige (Godelier, 1999, p.135).
2. In addition to the ceremonial exchange of *mwali* (bracelets made of shells) for *soulava* (necklaces), barter takes place between different islands of Melanesia (Malinowski, 2007, pp.229-231).

Both, the increase of the personal prestige and the exchange of commodities, allow describing the *kula*-ring with regard to an economic framework and a game theoretic model (Görllich 1997). Furthermore, reciprocity can be seen as a substitute for barter and trade in times of high transactions costs – costs which occur by the transaction itself and the enforcement of property rights (Godelier, 1999, pp.152-153; North, 1977, pp.708-710). The ongoing discussion on gift exchange is summarized by Adloff and Mau (2005, p.46); they state, that the interpretation of

reciprocity oscillates between pure altruism and pure egoism.

The flow of goods and services within redistribution economies is controlled by a central authority which can be a priest, a king or a group of clerks. Polanyi (1957, pp.253-254) developed a simplified model, where the authority only manages the in- and outcome of goods to a centre. According to the historical sources, e.g. in Mycenae, the centre additionally reallocates labour forces and the production of goods (Nakassis, Parkinson, et al., 2011, pp.181-182). A characteristic feature of redistribution is the social impact of the economic system on the society – social hierarchies and inequality are inherent attributes of redistribution economies (Fried, 1967, pp.116-118).

Modern economic theory is not as much a theory about the institutional arrangements of markets, but rather a mathematical theory of prices, quantities and exchange (Swedberg, 2009, p.133). The discussion on prices dates back to antiquity and was part of a general debate on fairness,¹ and from a scientific point of view, prices were connected to the involved labour until the middle of the 19th century (Ricardo, 1817, chapter 1; Marx, 1883, p.71; Smith, 1776, chapter 7). This notion changed during the “marginal revolution” and nowadays prices and quantities emerge from the interaction between supply and demand (cf. Marshall, 1898, Book 3, chapter 6; Swedberg, 2009, p.133). Supply is determined by production which is usually a mathematical function of capital, labour and ground, whereas demand is driven by the utility of consumers. For the understanding of prices, the market structure is essential: Are there several suppliers and demanders and do they compete with each other? Or is there just one supplier and a monopoly is evolving (Pindyck and Rubinfeld, 2003, pp.465-466)? Anyhow, a clear distinction between market exchange and gift giving is problematic if social behaviour is explained with the homo oeconomicus model (Akerlof and Shiller, 2009; Becker, 1976).

Frank Hillebrandt (2009, pp.92-96) criticizes the contraposition between a perfect market and a pure gift exchange and concludes that the dichotomy is not useful for a study of exchange. Therefore, he classifies the practice of exchange into a social, a material and a time dimension. So, a gift has got a significant social dimension, while the economic aspects are of minor importance, and there is a delayed return of the transferred object. On a market, however, the personal relationship between demander and supplier is insignificant, the material dimension is high and there is a simultaneous return of the equivalent (Hillebrandt, 2009, pp.214-219). Due to the specific archaeological sources and the imprecise dating, for archaeological contexts it seems reasonable to replace the time by an institutional dimension. In its institutional dimension, the gift is only specified by cultural norms; market trade, on the other hand, is protected by laws and courts and it is possible to enforce property rights within a judicial system.

The purpose of this article is to analyse the economic dimension of *Spondylus gaederopus* exchange in Europe between 5500 and 5000 BC. Therefore, the foreign trade theory, a standard economic model, will be applied and combined with statistical methods.

Foreign trade theory

In 1817, David Ricardo published '*On the Principles of Political Economy and Taxation*' and introduced the foreign trade theory to explain specialization between different countries and the benefits of trade as well. The theory based on the assumption of a comparative advantage. When the simplistic model is adapted to prehistoric societies, only two different countries/regions are regarded within the model, e.g. Central Europe and the Aegean Sea. Both produce two goods, e.g. Spondylus and an unknown good B with labour as the only input factor under the presumption of a restricted time budget. Furthermore, trade between these regions is possible, but there are some transportation costs; the utility function the actors want to maximize for both areas is the same. The main advantage of such a model is the absence of prestige goods and the intrinsic and different valuation of objects – in contrast, different goods can, but must not, be weighed in the same way. The Aegean Sea is able to produce both, Spondylus as well as good B, whereas in Central Europe, only the production of good B is possible.

Without a mathematical derivation, the results of the model can be summarized with different aspects.² On the basis of the time budget and the utility function, individuals can maximize their benefits by producing and consuming a certain amount of Spondylus and good B. But with the specialization of each region on only one product and with foreign trade, actors are able to obtain a higher degree of utility in both regions. Due to the theory, the production function and the transportation costs, Spondylus is cheaper and occurs more frequently in the Aegean Sea than in Central Europe. A merchant can take an advantage from different prices in Europe to obtain a trade surplus measured in Spondylus shells or good B.

In order to compare the results of the foreign trade theory with the archaeological remains, four different hypotheses can be formulated:

1. Because of transportation costs, the number of consumed shells should decrease from the Aegean Sea to Western Europe – in economic terms: The farther from the origin it is, the scarcer Spondylus becomes.
2. Regional price differences will develop because of the scarcity of Spondylus.
3. In the short-term, the price differences can be used by a merchant to make a profit. In the long-term, new merchants can enter the market and the differences will disappear.
4. Several regions using Spondylus will emerge, because of different prices – there should be a

production area, a consumer area and a trade area.

There will be a discussion on the methodology and the use of Spondylus shells during the Neolithic in the next sections; the last part of the paper deals with the synthesis between economic theory and archaeological remains.

Methodology

The bases of this study are artefacts made of the Mediterranean shell *Spondylus gaederopus*. In total, 422 sites were analysed ranging in time from the Paleolithic of Spain to the Iron Age in Greece and with a regional distribution from Spain to Turkey and Ukraine and from Greece to Northern Germany and Western France (Fig. 3). Every site is linked to an archaeological culture and dates with a probability into a certain century.³ The Linear Pottery Culture (LPC) for example has a range between 5500 and 4900 BC (Lüning, 2005, p.72, fig. 23) and, as a consequence, with a probability of 16.6 %, sites of the LPC can be dated to every century of this period. If a site dates more precisely, e.g. to the oldest LPC between 5500 and 5300 BC (ibid.), there is a probability of 33.3 % for every century. This approach was necessary to select sites with a probability of more than 20 % between 5500 and 5000 BC and to analyse their Spondylus artefacts in detail. In total, 8105 objects from 192 sites, classified by different researchers as made of Spondylus, were stored in a SpatialLite-Database.⁴ 6999 artefacts with a probability of 50 % or more date back to this period, and several statistical methods were used to investigate them. As a first step, a kernel density estimation weighted with the site probabilities was done to study the development of the distribution over Europe between 6500 and 3500 BC. The same procedure was performed with the artefacts from the centuries between 5500 and 5000 BC. To evaluate regional differences and similarities within the artefact distribution, a correspondence analysis was performed. Furthermore, the number of artefacts and the used valves were analysed in relation to the distance from the Aegean coast.

The Distribution of Spondylus gaederopus artefacts during the Neolithic of Europe

Although the pan-European distribution of artefacts of the Mediterranean shell *Spondylus gaederopus* is known for more than a century (Pfeiffer, 1914, p.91; Virchow, 1884), a precise investigation of the objects is still missing. Spondylus shells are noted in Paleolithic contexts in Spain, too (Arrizabalaga, Álvarez-Fernández, et al., 2011), but most of the valves were used for the production of ornaments during the Neolithic of Europe between 6500 and 3500 BC and a temporal shift within this

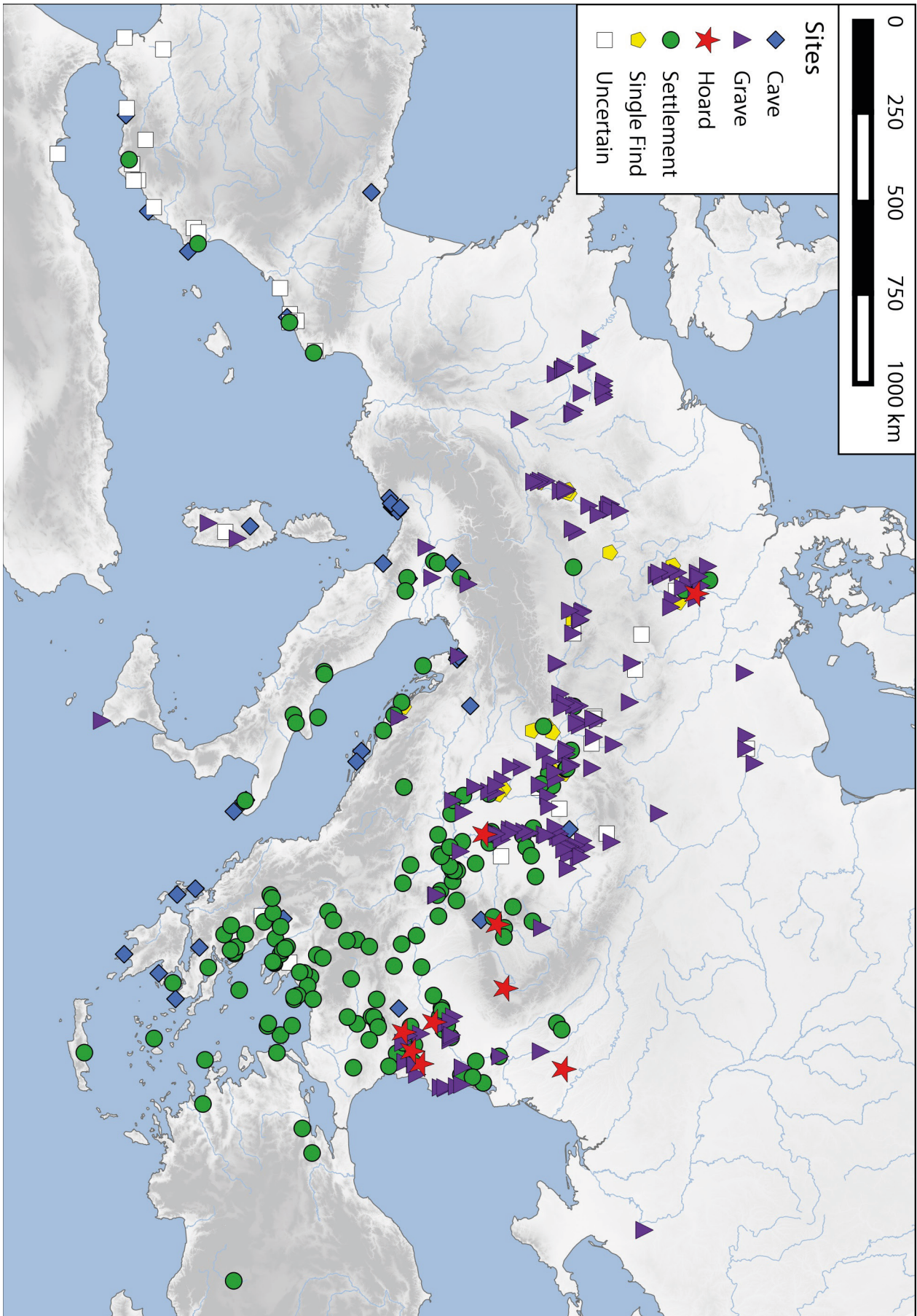


Fig. 3. Distribution of *Spondylus* artefacts in prehistoric Europe (graphic: Arne Windler).

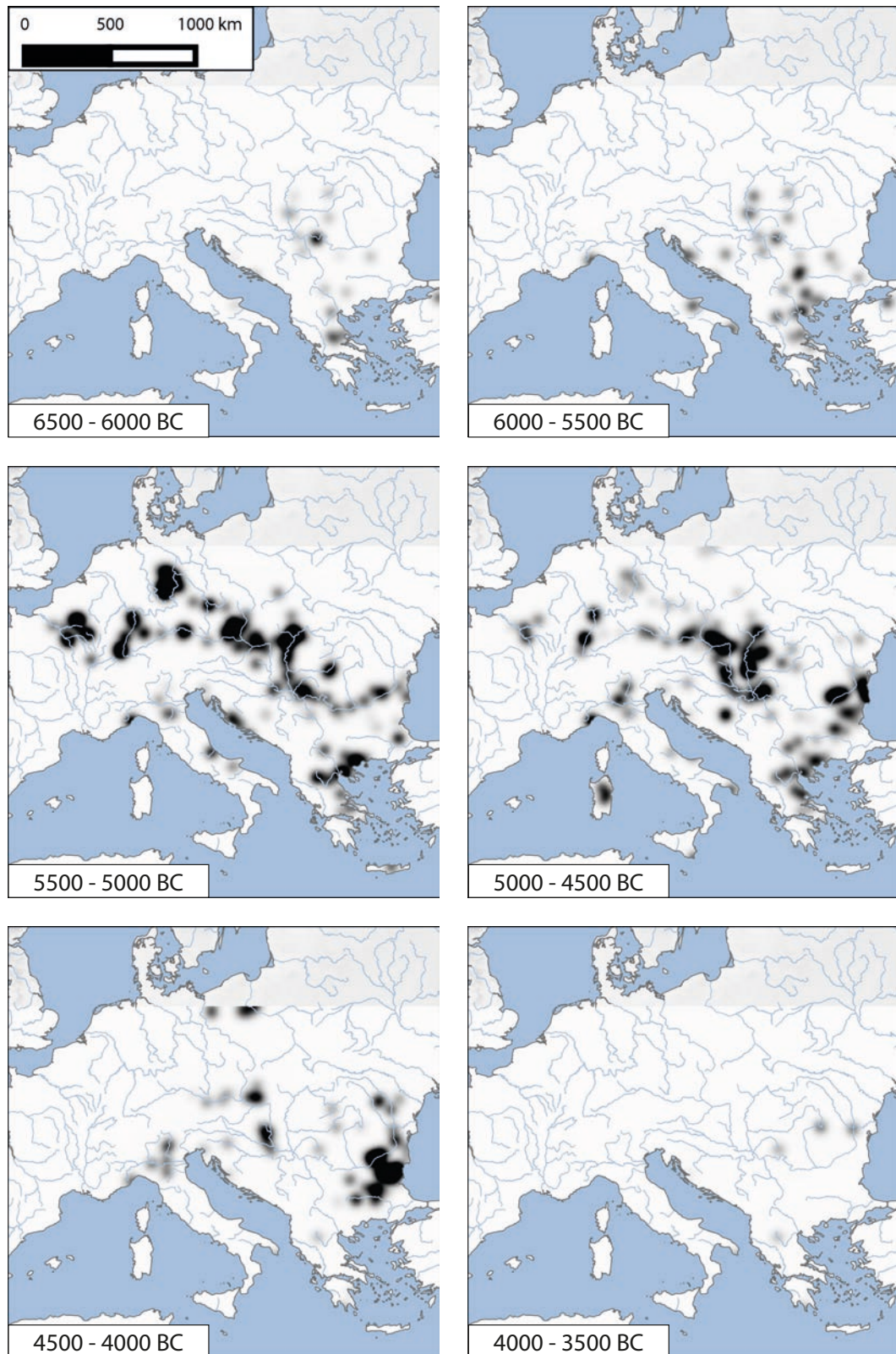


Fig. 4. The density of sites with *Spondylus* artefacts between 6500 and 3500 BC (graphics: Arne Windler).

period is observable (Fig. 4). The first evidences of *Spondylus* for the production of adornments are attributed to Early Neolithic settlements between the Aegean coast and the surrounding hinterland. While most of the sites can be dated towards the end of the 7th millennium BC, an

hourglass-shaped pendant from stratum C of Sesklo (Wijnen, 1981, p.47) can be dated earlier, namely between 6591–6048 cal BC (Perlès, 2001, pp.100-106, tab. 6.1). Apart from these artefacts found in settlements, *Spondylus* beads were also recovered from burials:

Beads from Lepenski Vir (Borić, 2008, p.44) and Vlasac (Borić, French, et al., 2014, p.14, tab. 3) indicate an exchange with the Balkans around 6000 BC. In concordance with the Neolithisation of South-Eastern and Central-Eastern Europe from 6000 BC onwards, artefacts made of *Spondylus* occurred more frequently at the Danube and the distribution reaches Endrőd-Öregszőlők in the Carpathian Basin (Siklósi, 2004, p.14). Yet, in contrast to the previous period, they were found exclusively in settlements. Between 5500 and 5000 BC, *Spondylus* artefacts are distributed between Greece and the Parisian Basin, Italy and Northern Germany – this is the widest spread of the shell during the Neolithic. *Spondylus* bracelets, beads, pendants and belt ornaments were used as grave goods within the LPC, while fragmented bracelets predominantly appear in settlements of South-Eastern Europe. During the 5th Millennium BC, *Spondylus* ornaments disappear

from Central Europe: Now the main distribution area is displaced first to the Carpathian Basin along the Tisza and the Danube as well, and later to Bulgaria and Romania, during the Kodjadermen-Gumelnița-Karanovo VI-culture. Only four different sites containing *Spondylus* artefacts are known in Europe after 4000 BC, and the shell ornaments eventually disappear during the 4th millennium BC. Using the probabilities of dating for the sites, the curve indicates an increase in the fabrication of *Spondylus* shell ornaments at the beginning of the second half of the 6th millennium BC (Fig. 5). This development is parallel to the emergence of *Spondylus* as a grave good within the LPC communities of Central Europe. At the scale of the sites, the centuries between 5300 and 5000 BC are the peak of the *Spondylus* fabrication in Europe and there is a constant decrease of sites containing *Spondylus* towards the end of the 5th millennium. While graves prevail over set-

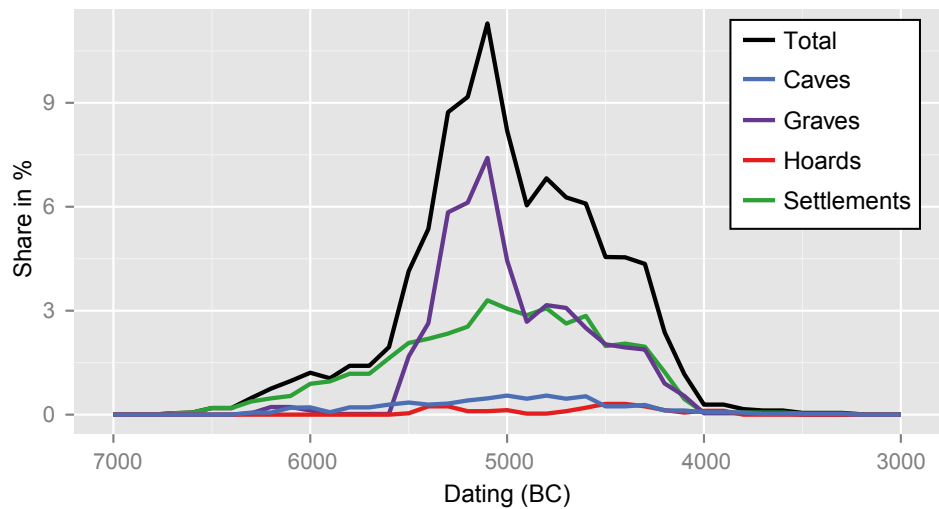


Fig. 5. The share of sites containing *Spondylus* artefacts per century (graphic: Arne Windler).

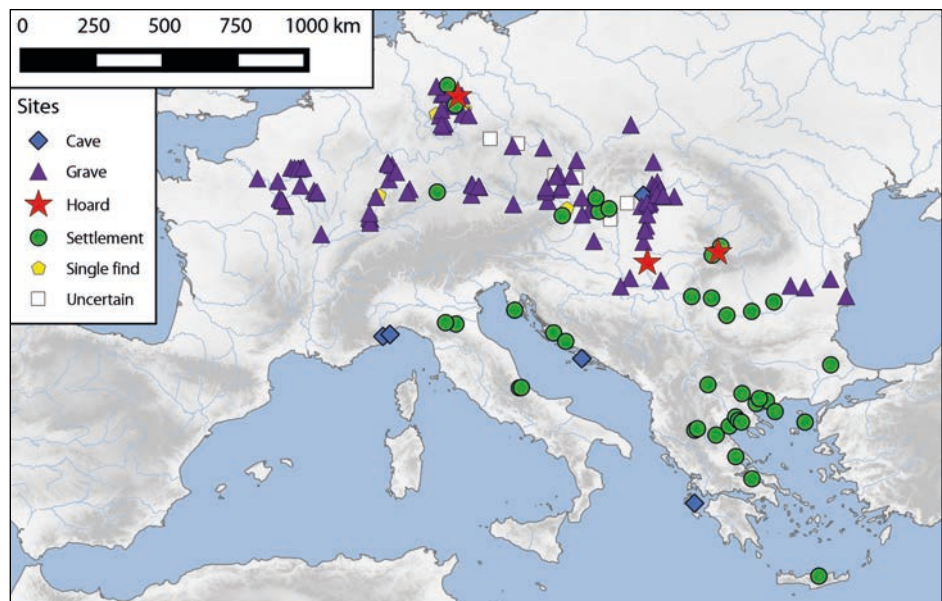


Fig. 6. The distribution of *Spondylus* artefacts between 5500 and 5000 BC (graphic: Arne Windler).

tlements during the time of the LPC, from 4900 BC onwards, they are divided equally. Due to the widest distribution and the most intensive use of *Spondylus* shells, the period between 5500 and 5000 BC is of special interest for a study of prehistoric exchange (Fig. 6).

In total, 8105 artefacts made of *Spondylus gaedero-pus* are taken into consideration for this study, but only 6999 objects are analysed in detail, because their contexts have a probability of at least 50 % for the period of interest. 3303 objects belong to the Vinča-culture, and are predominantly related to the hoard of Čoka-Kremenjak with 3238 *Spondylus* artefacts. 2511 of these artefacts are found in LPC contexts and only 482 artefacts can be attributed to the Aegean Neolithic.

Remarkable differences are not only visible in the course of the whole period, but also in the second half of the 6th millennium BC: These differences are observable

at the European distribution, the sex of the deceased persons or the position of the ornament inside the graves. While in the eastern part of the LPC, *Spondylus* artefacts are related to male as well as to female individuals, in France and Central Germany they are almost exclusively found in female graves (Fig. 7). Grave 100 from Bucy-le-Long “la Fosselle” is the only exception in the entire Parisian Basin, but the remains of the male individual are disturbed. Due to the position of distinct artefacts within the burials of the LPC, regional differences are observable: While the so called V-Klappen are connected to the pelvis in most parts of the LPC (e.g. Aiterhofen-Ödmühle, Nieszery, 1995), they can be found next to the head in the western part, e.g. in Vert-la-Gravelle and Larzicourt (Bonnardin, 2009, Annex 2).

Not only the different contexts, but also the statistical analyses of artefacts indicate several spheres of con-

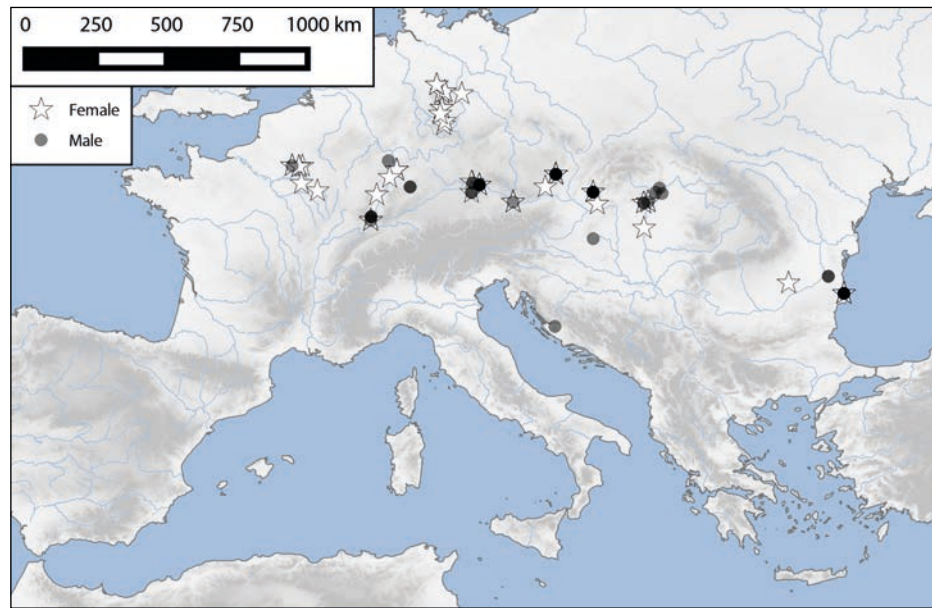


Fig. 7. The sex of the deceased who had *Spondylus* artefacts inside their grave (graphic: Arne Windler).

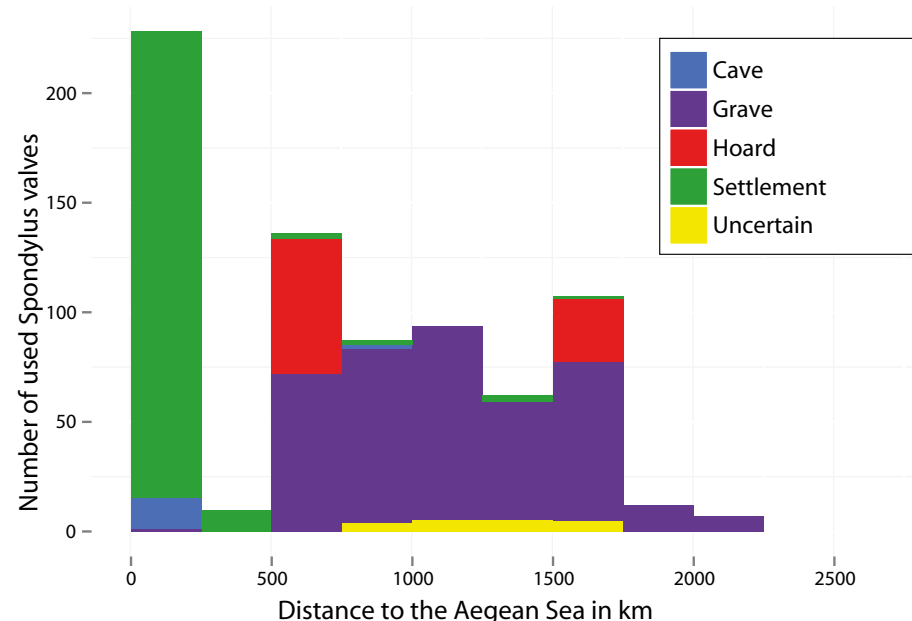


Figure 8. Histogram of used *Spondylus* valves between 5500 and 5000 BC in relation to the distance from the Aegean Sea (graphic: Arne Windler).

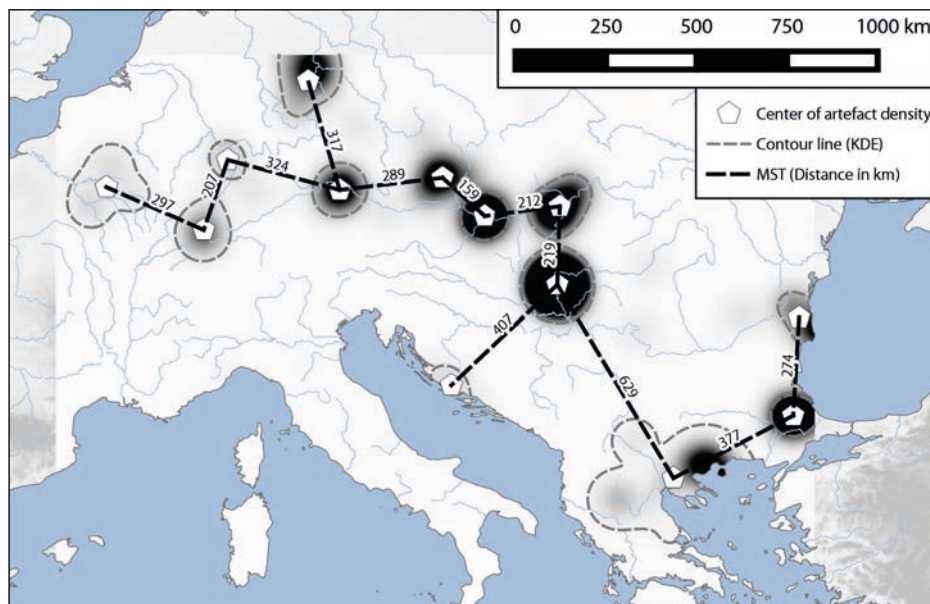


Fig. 9. Density map of *Spondylus* artefacts in Europe, the minimum-spanning-tree between the European artefact cluster and their distances. (graphic: Arne Windler).

sumption in Europe. The histograms of the sites and the number of used *Spondylus* valves in relation to the distance to the Aegean Sea reveal a relationship to the context: Along the shore of the Aegean Sea, *Spondylus* only occurs in settlements, while, at a distance of about 500 km from the coast, shell artefacts are related to graves as well as to hoards. In a next step, based upon the artefact numbers, used valves are calculated and included to the analyses:⁵ Next to the origin of *Spondylus*, the valves prevail in settlements, while, at a distance of about 750 km, graves dominate the distribution. On the one hand, used shells were common at the Aegean Sea, but on the other hand, the use declines towards the Balkan and remains constant in the Central European graves (Fig. 8). The transition area between South-Eastern and Central Europe is marked by the hoard of Čoka-Kremenjak and can be considered a regional focus of the *Spondylus* distribution – this is more remarkable, because the hoard is at the border zone between the Vinča culture and the LPC. The density map and the minimum spanning tree between different artefact concentrations in Europe indicate a regular distance of about 200 to 300 km (Fig. 9). This distance coincides with a supply zone, the distance within an individual or a group can exploit the resources themselves, as it is postulated by Colin Renfrew, J. E. Dixon and J. R. Cann (1969).

The differences are not only related to the sites, but also to the used objects. This is clearly indicated by the distribution maps and by the correspondence analysis of the artefacts (Fig. 10). So, the V-Klappen and the circular pendants are connected to the LPC. Another apparent difference concerns the bracelets: While fragmented objects are usually known from South-Eastern Europe, complete ones are more common in Central Europe. However, most of the artefacts are beads (their share in total artefacts is 88.5 %), and they are known all over Europe with different shapes and sizes (their length varies

between 0.25 and 12.0 cm). The distribution of different types in Europe is likewise demonstrated by the correspondence analysis: On the first two axes, representing 30 % of the variability, the sites of South-Eastern Europe are separated from Central Europe and the LPC (Fig. 10). While the Aegean Neolithic is associated with fragmented bracelets and raw material, Central Europe is linked to different types of pendants, complete bracelets, V-Klappen and a higher variability of beads. The map of the sites combined with the results of the first two axes highlights different places in Europe (Fig. 11). Due to its vessels, the hoard of Čoka-Kremenjak is part of the early Vinča culture, while the *Spondylus* artefacts show a connection to Central Europe. This is even more astonishing as this hoard is next to the cultural boundary between Vinča and LPC and has the highest amount of *Spondylus* artefacts of all contexts considered here.

Summarizing, the distribution of artefacts made of *Spondylus* differs not only in the course of the Neolithic, but also in the period between 5500 and 5000 BC. This is observable at different scales: The sites, the number of artefacts and the use of different types.

Synthesis

A direct synthesis between the economic theory and the archaeological sources is not realizable, but there are some arguments supporting the method of applying the foreign trade theory to explain the distribution of artefacts made of the Mediterranean shell *Spondylus gaederopus*. A closer look at the hypotheses posed above is inevitable and reveals some similarities between prehistoric exchange patterns and the economic model.

The histogram indicates the scarcity of *Spondylus* artefacts in Central Europe. *Spondylus* shells are quite

Correspondence analysis of Spondylus artefacts in Europe

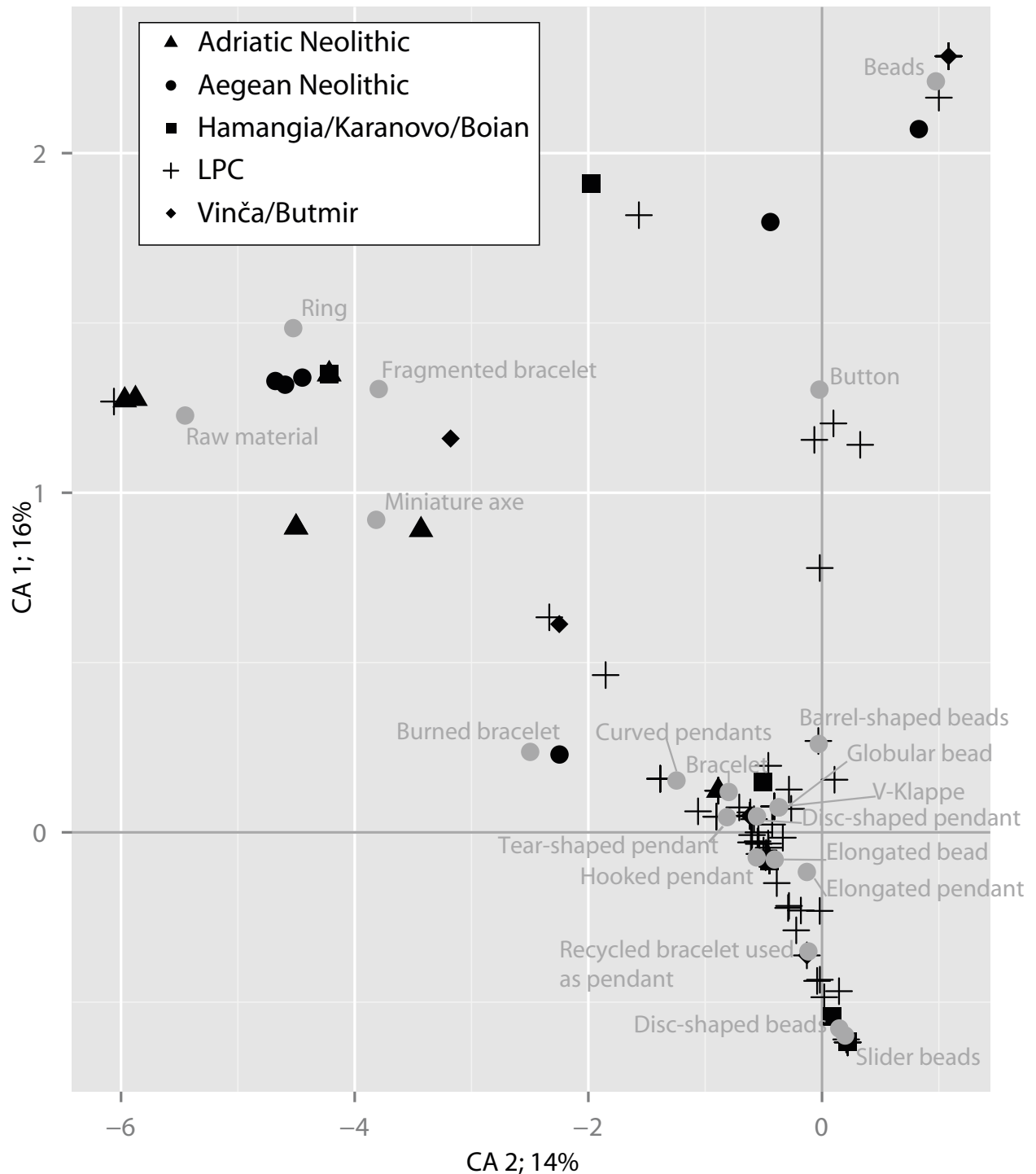


Fig. 10. Results from the first two axes of the correspondence analysis (graphic: Arne Windler).

common at the Aegean coast, but at a distance of about 250 km and at the border of the Vinča culture to the LPC, their frequency decreases. While within a distance of about 250 km from the Aegean Sea, 228 valves on average were used for the artefacts, between 500 and 750 km, the total amount declines to 136 valves. In central Europe and between 500 and 1750 km, the amount of used

valves is stable and varies between 62 and 136 every 250 km.

The regional price differences are illustrated in different contexts by the map of Spondylus. In the vicinity of the Aegean coast, Spondylus exclusively occurs in settlements, whereas in Central Europe graves prevail. This can be an indication of an increase in value as it was

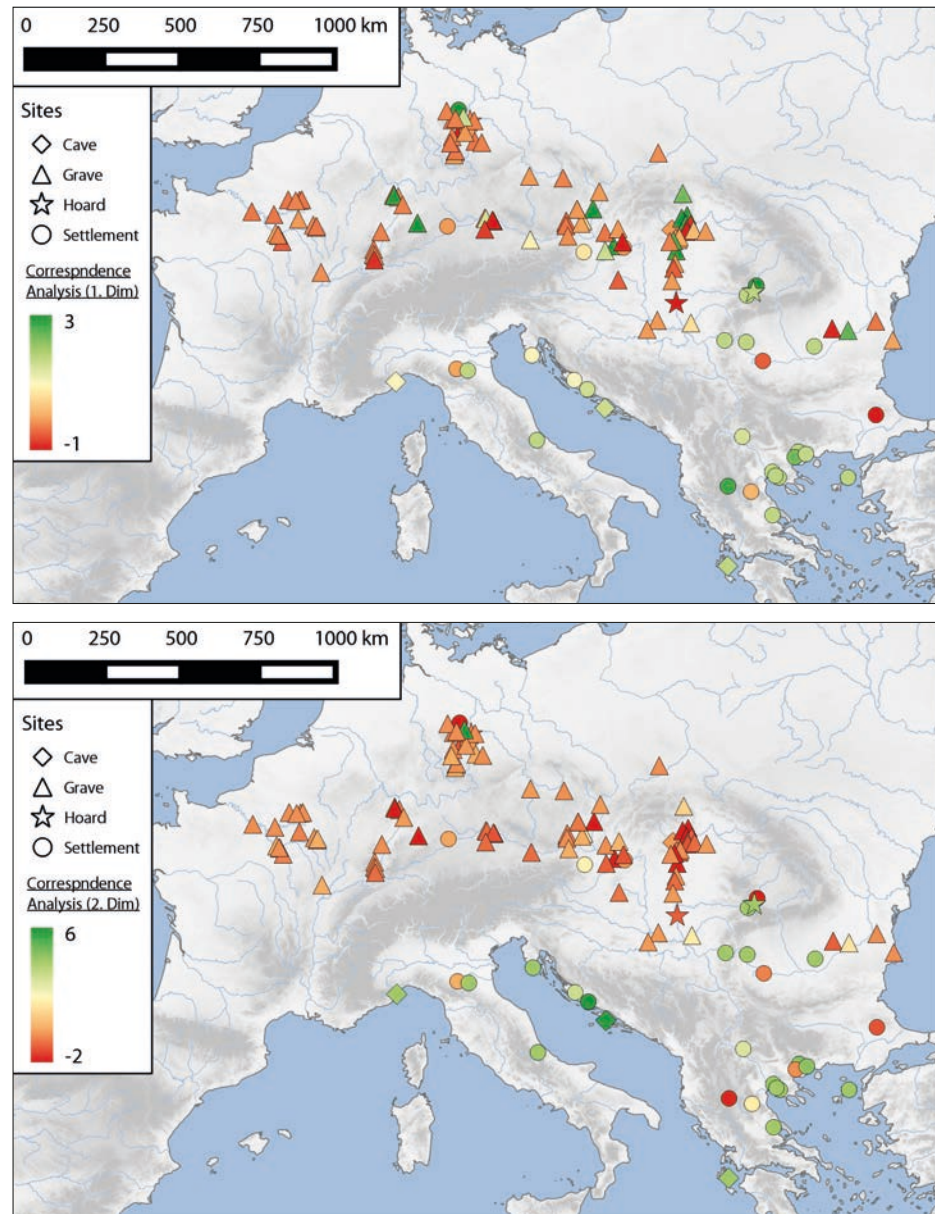


Fig. 11. Results from the first two axes of the correspondence analysis, connected to the single sites (graphics: Arne Windler).

suggested by Johannes Müller (1997, p.97). In economic terms, this phenomenon is related to the transportation costs as well to the scarcity of the shell.

Price differences at an inter-regional scale could be used to gain a profit – this is visible in archaeological contexts like the deposition of large numbers of *Spondylus* artefacts, e.g. in graves and hoards. Topographical bottlenecks or cultural border zones are crucial to make use of price differences. The density map of the used valves shows several distinct points: the hoard of Čoka-Kremenjak at the border between Vinča culture and LPC, two clusters along the Danube between the Western Carpathians and the Eastern Alps and another one in Southern Germany around the graveyard of Aiterhofen-Ödmühle. Due to the economic theory, new merchants would enter the market for profit expecting reasons; the shells would then become cheaper in Central Europe. The density maps plotted for the time between

5500 and 5000 BC show this effect: The increase of *Spondylus* supply is what paves the way for the expansion of the artefacts into the Parisian Basin (Fig. 12).

In the light of the distribution maps, the correspondence analysis and the histogram, different use regions of *Spondylus* valves are observable, but this is also obvious, however, because of the shell's origin: While the sites of the Aegean coast can be seen as a production region for *Spondylus*, Central Europe is more a consumer area and the sites of the Balkan and along the Danube fulfil the role as a transmitting region. The correspondence analysis and the analyses of individual artefacts lead to the conclusion that complete valves were transported to Central Europe and the artefacts were then processed in that region. A clear demarcation between production and consumption region is not that obvious, because *Spondylus* was consumed all over Europe. Nevertheless, there are differences in Europe with regard to

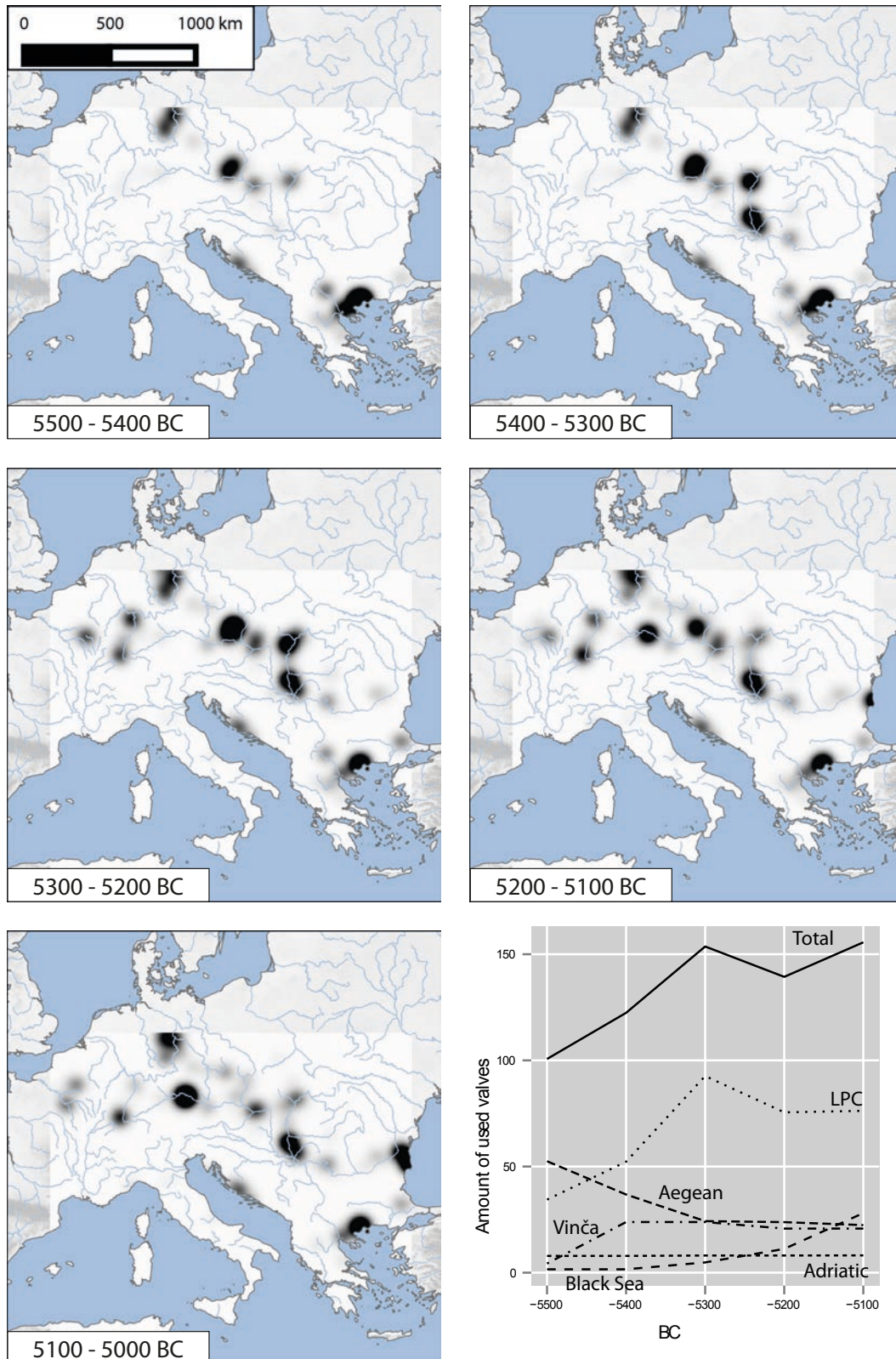


Fig. 12. The development of the artefact distribution between 5500 and 5000 BC with a weighed kernel density estimation (graphics: Arne Windler).

the frequency of consumption. Different spheres of use in Europe are suggested by the contexts themselves: the occurrence of Spondylus artefacts in South-eastern Europe within settlements and in graves of the LPC.

The analysis of Spondylus artefacts in Europe illustrates similarities between the distribution of the Mediterranean shell and the applied foreign-trade model: The scarcity of Spondylus in Central Europe, the emerging

price differences from which someone gained profit, and the different use regions can be explained with the foreign trade model as well.

Conclusion

As it was shown in this paper, applying the foreign trade theory can help analysing the distribution of Spondylus artefacts in Europe. Although trade is never exclusively economic because social or religious and similar spheres are interlinked, the foreign trade theory illuminates the economic dimension of exchange. While social aspects must have played a decisive role within the European Spondylus distribution (John, 2011; Müller, Herrera, et al., 1996; Müller, 1997; Siklósi, 2004), the topic of this article is the economic dimension. The importance of the economic sphere is shown by the decreasing number of artefacts and the increasing value of the shell in Europe. The regional price differences were used to gain a profit from the Spondylus exchange and this profit took place at topographical bottlenecks and cultural borders. While in South-eastern Europe the shell was found exclusively in settlements, in Central Europe graves dominate with regard to depositional contexts. Therefore, the two regions can be understood as different use regions for Spondylus. This conclusion is supported by the correspondence analysis, which, in addition, shows the use of different artefact types in Europe.

Notes

- 1 Plat. Leg. 917d.
- 2 For a mathematical derivation of the foreign trade theory see: Krugman and Obstfeld, 2010, chapter 3.
- 3 See Nakoinz, 2012 for a further discussion.
- 4 Sites from Spain were excluded here, because it is unlikely that they are linked to the European Spondylus network.
- 5 See Siklósi and Csengeri, 2011, pp.50-53 and Todorova and Vajsov, 2001, pp.17-18 for the used values.

Bibliography

- Adloff, F. and Mau, S., 2005. Zur Theorie der Gabe und Reziprozität. In: F. Adloff, S. Mau, eds. *Vom Geben und Nehmen. Zur Soziologie der Reziprozität*. Theorie und Gesellschaft, 55. Frankfurt/New York, pp.9-57.
- Akerlof, G.A. and Shiller, R.J., 2009. *Animal spirits. Wie Wirtschaft wirklich funktioniert*. Frankfurt/M., New York.
- Ambrose, S.H., 1998. Late Pleistocene human population bottlenecks, volcanic winter, and differentiation of modern humans. *Journal of Human Evolution*, 34, 1998, 623–651.
- Appadurai, A., 2013. Introduction: commodities and the politics of value. In: A. Appadurai, ed. *The social life of things. Commodities in cultural perspective*. 11th ed. Cambridge, pp.3-63.
- Arrizabalaga, Á, Álvarez-Fernández, E. and Iriarte, M.-J., 2011. Spondylus sp. at Lezetxiki cave (Basque Country, Spain): First evidence of its use in symbolic behavior during the Aurig-

nacian in Europe. In: F. Ifantidis, M. Nikolaidou, eds. 2011. *Spondylus in Prehistory. New data and approaches. Contributions to the archaeology of shell technologies*. BAR International Series, 2216. Oxford: Archaeopress, pp.19-24.

- Becker, G.S., 1976. *The Economic approach to human behavior*. Chicago: University of Chicago Press.
- Beckert, J. 2003. Economic Sociology and Embeddedness: How Shall We Conceptualize Economic Action? *Journal of Economic Issues*, 37, pp.769-787.
- Bernbeck, R., 2009. Wertschöpfungstheorien von Marx und Mauss zu Baudrillard und Bourdieu. In: B. Hildebrandt, C. Veit, eds. 2009. *Der Wert der Dinge – Güter im Prestigediskurs. „Formen von Prestige in Kulturen des Altertums“*. Graduiertenkolleg der DFG an der Ludwig-Maximilians-Universität München. Münchner Studien zur Alten Welt, 6, pp.29-71.
- Bonnardin, S., 2009. *La parure funéraire au néolithique ancien dans les bassins parisiens et rhénan*. Rubané, Hinkelstein et Villeneuve-Saint-Germain, Paris.
- Borić, D., 2008. Lepenski Vir Culture in the Light of New Research. *Journal of the Serbian Archaeological Society*, 24, pp.9-44.
- Borić, D., French, C., Stefanović, S., Dimitrijević, V., Cristiani E., Gurova, M., Antonović, D., Allué, E. and Filipović, D., 2014. Late Mesolithic lifeways and deathways at Vlasac (Serbia). *Journal of Field Archaeology*, 39, pp.4-31.
- Brink-Kloke, H., 1990. Das linearbandkeramische Gräberfeld von Essenbach-Ammerbreite, Ldkr. Landshut, Niederbayern. *Germania*, 68, pp.427-481.
- Earle, T., Ling, J., Uhnér, C., Stos-Gale, Z. and Melheim L., 2015. The Political Economy and Metal Trade in Bronze Age Europe. Understanding Regional Variability in Terms of Comparative Advantages and Articulations. *European Journal of Archaeology*, 18, pp.633-657.
- Frank, A.G., 1993. Bronze Age World System Cycles. *Current Anthropology*, 34, pp.383-429.
- Fried, M.H., 1967. The evolution of political society. An essay in political anthropology. *Random House studies in anthropology*, 7, New York.
- Fritsch, B., Classen, E., Müller, U. and Dresely V., 2008. Die linienbandkeramischen Gräberfelder von Derenburg „Meerensstieg II“ und Halberstadt „Sonntagsfeld“, Lkr. Harz. *Jahreschrift für mitteldeutsche Vorgeschichte*, 82, pp.25-229.
- Garraty, C.P., 2010. Investigating Market Exchange in Ancient Societies: A Theoretical Review. In: C. P. Garraty, B.L. Stark, eds. 2010. *Archaeological approaches to market exchange in ancient societies*. Boulder: University Press of Colorado, pp.3-32.
- Godelier, M., 1999. *Das Rätsel der Gabe. Geld, Geschenke, heilige Objekte*. München: C.H. Beck.
- Görlich, J., 1997. Ceremonial Gift Exchange and Barter in Melanesia: A Game Theoretical Differentiation. In: H. Kreutz, ed. 1997. *Leben und leben lassen. Die Fundierung der Marktwirtschaft durch symbolischen Tausch und Reziprozität*. Beiträge zur Konferenz über Formen des Tausches und die Fundierung der Marktwirtschaft. Angewandte Sozialforschung, Jg. 20(1/2). Opladen: Leske und Budrich, pp.37-46.
- Granovetter, M., 1985. Economic Action and Social Structure: The Problem of Embeddedness. *American Journal of Sociology* 91, pp.481-510.
- Gurven, M., 2004. Reciprocal altruism and food sharing decisions among Hiwi and Ache hunter-gatherers. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 56, pp.366-380.
- Hansen, S., 1995. Aspekte des Gabentauschs und Handels während der Urnenfelderzeit in Mittel- und Nordeuropa im Lichte der Fundüberlieferung. In: B. Hänsel, ed. 1995. *Handel, Tausch und Verkehr im bronze- und früheisenzeitlichen Südosteuropa*. Prähistorische Archäologie in Südosteuropa, 11, München, Berlin, pp.67-80.

- Hillebrandt, F., 2009. *Praktiken des Tauschens. Zur Soziologie symbolischer Formen der Reziprozität. Wirtschaft + Gesellschaft*. Wiesbaden: Verl. für Sozialwiss.
- Horan, R.D., Bulte, E. and Shogren, J.F., 2005. How trade saved humanity from biological exclusion: an economic theory of Neanderthal extinction. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 58, pp.1-29.
- Humphrey, C. and Hugh-Jones, S., 1992. Introduction: Barter, exchange and value. In: C. Humphrey, S. Hugh-Jones, eds. 1992. *Barter, exchange, and value. An anthropological approach*. Cambridge, New York: Cambridge University Press, pp.1-20.
- John, J., 2011. Status of Spondylus Artifacts within the LBK Grave Goods. In: F. Ifantidis, M. Nikolaidou, M., eds. 2011. *Spondylus in Prehistory. New data and approaches. Contributions to the archaeology of shell technologies*. BAR International Series, 2216. Oxford: Archaeopress, pp.39-45.
- Kalicz, N. and Koós, J., 2001. Eine Siedlung mit ältestneolithischen Gräbern in Nordostungarn. *Preistoria Alpina*, 37, pp.45-79.
- Karmanski, S., 1977. *Katalog Atropomorfné / Zoomorfné Plastik-eiz Okoline*, Odžaka.
- Kimmig, W. ed., 2000. *Importe und mediterrane Einflüsse auf der Heuneburg*. Heuneburgstudien 11. Mainz am Rhein: Philipp von Zabern.
- Klassen, L., Pétrequin, P. and Cassen, S., 2011. The power of attraction. Zur Akkumulation sozial werbesetzter alpiner Artefakte im Neolithikum Nord- und Westeuropas. In: S. Hansen, J. Müller, eds. 2011. *Sozialarchäologische Perspektiven: Gesellschaftlicher Wandel 5.000 – 1.500 v. Chr. zwischen Atlantik und Kaukasus*. Internationale Tagung 15.-18. Oktober 2007 in Kiel. *Archäologie in Eurasien 24*, Mainz, pp.13-40.
- Klimscha, F., 2014. Power and Prestige in the Copper Age of the Lower Danube. In: C. E. Ștefan, M. Florea, S.-C. Ailincăi, C. Micu, eds. 2014. *Studii privind preistoria Sud-Estului Europei: Volum dedicat memoriei lui Mihai Șimon. Biblioteca Istro-Pontica: Seria arheologie 10*, Brăila, pp.131-168.
- König, W., 2008. *Kleine Geschichte der Konsumgesellschaft. Konsum als Lebensform der Moderne*. Stuttgart: Franz Steiner.
- Kristiansen, K. and Larsson, T.B., 2005. *The rise of Bronze Age society. Travels, transmissions and transformations*. Cambridge, New York: Cambridge University Press.
- Krugman, P.R., and Obstfeld, M., 2010. *International economics. Theory and policy*. Addison-Wesley series in economics. 9th ed. Boston, Mass: Pearson Addison-Wesley.
- Lüning, J., 2005. Bandkeramische Hofplätze und absolute Chronologie der Bandkeramik. In: J. Lüning, C. Frirdich, A. Zimmermann, eds. 2005. *Die Bandkeramik im 21. Jahrhundert*. Symposium in der Abtei Brauweiler bei Köln vom 16.9. – 19.9.2002. Internationale Archäologie. Arbeitsgemeinschaft, Symposium, Tagung, Kongress 7. Rahden/Westf.: Marie Leidorf, pp.49-74.
- Malinowski, B., 2007. *Argonauten des westlichen Pazifiks. Ein Bericht über Unternehmungen und Abenteuer der Eingeborenen in den Inselwelten von Melanesisch-Neuguinea. 4th ed.* Frankfurt am Main: Eschborn.
- Marshall, A., 1898. *Principles of Economics*. 4th ed. London.
- Marx, K., 1883. *Das Kapital. Kritik der politischen Ökonomie. Erster Band. Hamburg 1883*. Karl Marx Friedrich Engels Gesamtausgabe (MEGA). Zweite Abteilung. "Das Kapital" und Vorarbeiten, Berlin.
- Mauss, M., 1990. *Die Gabe. Form und Funktion des Austauschs in archaischen Gesellschaften*. Suhrkamp-Taschenbuch Wissenschaft, 743. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Müller, J., 1997. Neolithische und chalkolithische Spondylusartefakte. Anmerkungen zu Verbreitung, Tauschgebiet und sozialer Funktion. In: C. Becker, M. L. Dunkelmann, C. Metzner-Nebelsick, H. Peter-Röcher, M. Roeder, B., Teržan, B., eds. 1997. Beiträge zur prähistorischen Archäologie zwischen Nord- und Südosteuropa. *Festschrift für Bernhard Hänsel. Internationale Archäologie. Studia honoraria 1*, Espelkamp, pp. 91-106.
- Müller, J., Herrera, A. and Knossalla, N., 1996. Spondylus und Dechsel – zwei gegensätzliche Hinweise auf Prestige in der mitteleuropäischen Linearbandkeramik? In: J. Müller and R. Bernbeck, eds. 1996. *Prestige-Prestige-Güter-Sozialstrukturen. Beispiele aus dem europäischen und vorderasiatischen Neolithikum*. Archäologische Berichte 6. Bonn, pp., 81-96.
- Müller, J., Hofmann, R., Müller-Scheeßel, N. and Rassmann, K., 2011. Zur sozialen Organisation einer spätneolithischen Gesellschaft in Südosteuropa (5.200 – 4.400 v. Chr.) – 1.500 v. Chr. zwischen Atlantik und Kaukasus. In: S. Hansen, J. Müller, eds. 2011. *Sozialarchäologische Perspektiven: Gesellschaftlicher Wandel 5.000–1.500 v. Chr. zwischen Atlantik und Kaukasus*. Internationale Tagung 15.-18. Oktober 2007 in Kiel. Archäologie in Eurasien 24. Mainz: Philipp von Zabern, pp.81-106.
- Nakassis, D., Parkinson, W.A. and Galaty, M.L., 2011. Redistribution in Aegean Palatial Societies. Redistributive Economies from a Theoretical and Cross-Cultural Perspective. *American Journal of Archaeology*, 115, pp.177-184.
- Nakoinz, O., 2012. Datierungskodierung und chronologische Inferenz – Techniken zum Umgang mit unscharfen chronologischen Informationen. *Prähistorische Zeitschrift*, 87, pp.189-207.
- Nieszery, N., 1995. Linearbandkeramische Gräberfelder in Bayern. *Internationale Archäologie*, 16. Espelkamp: Marie Leidorf.
- North, D.C., 1977. Markets and Other Allocation Systems in History: The Challenge of Karl Polanyi. *Journal of European Economic History*, 6, pp.703-716.
- Ondruš, V., 2002. Dvěpohře bištělidu s neolitické holnéární keramikou ve Vedrovicích. In: V. Podborský, ed. *Dvěpohře biště neolitické holdu s lineární keramikou ve Vedrovicích na Moravě*. Brno, pp.9-122.
- Özdoğan, M. and Parzinger, H., 2000. The Status of Metallurgy between the Balkans and Anatolia: The evidence of Aşağı Pınar and Kanlıgeçit Excavations in Eastern Thrace. In: Ü. Yalçın, ed. 2000. *Anatolian Metal I. Der Anschnitt, Beiheft 13*, Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum, pp.83-91.
- Perlès, C., 2001. *The early Neolithic in Greece. The first farming communities in Europe*. Cambridge world archaeology, Cambridge, New York: Cambridge University Press.
- Pfeiffer, L., 1914. *Die steinzeitliche Muscheltechnik und ihre Beziehungen zur Gegenwart. Ein Beitrag zur Geschichte der Arbeit und zur Psychologie der Geräte*. Jena: Fischer.
- Pindyck, R.S. and Rubinfeld, D L., 2003. *Mikroökonomie*. 3rd ed. München: Pearson Studium.
- Platon. *Leges, Nómoi*, Die Gesetze. Jubiläumsausgabe sämtlicher Werke zum 2400. Geburtstag. Platon Werke 7, Zürich, München.
- Polanyi, K., 1957. The Economy as Instituted Process. In: K. Polanyi, C.M. Arensberg, H.W. Pearson, eds. 1957. *Trade and market in the early empires. Economies in history and theory*. New York / London: Falcon's Wing Press, pp.243-270.
- Polanyi, K., 1978. *The Great Transformation. Politische und ökonomische Ursprünge von Gesellschaften und Wirtschaftssystemen*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Renfrew, C., Dixon, J. and Cann, J., 1966. Obsidian and early cultural contact in the early Near East. *Proceedings of the Prehistoric Society*, 32, pp.30-72.
- Renfrew, R., Dixon, J. and Cann, J., 1969. Further Analysis of Near Eastern Obsidians. *Proceedings of the Prehistoric Society*, 34, pp.319-331.
- Ricardo, D., 1817. *On the principles of political economy, and*

taxation, London.

- Richter, I., 1968/69. Die bandkeramischen Gräber von Flomborn, Kr. Alzey, und vom Adlerberg bei Worms. *Mainzer Zeitschrift*, 63/64, pp.158-179.
- Rössler, M., 2005. *Wirtschaftsethnologie. Eine Einführung*. Ethnologische Paperbacks, 2. Berlin: Reimer.
- Siklósi, Z., 2004. Prestige Goods in the Neolithic of the Carpathian Basin. Material Manifestations of Social Differentiation. *Acta Archaeologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 55, pp.1-62.
- Siklósi, Z. and Csengeri, P., 2011. Reconsideration of Spondylus usage in the Middle and Late Neolithic of the Carpathian Basin. In: F. Ifantidis, M. Nikolaidou eds. 2011. *Spondylus in Prehistory. New data and approaches. Contributions to the archaeology of shell technologies*. BAR International Series, 2216. Oxford: Archaeopress, pp.47-62.
- Smith, A., 1776. *An inquiry into the nature and causes of the wealth of nations*, Indianapolis, Ind. 1.
- Stöllner, Th., 2012. Prähistorischer Salzbergbau – wirtschaftsarchäologische Betrachtung und neue Daten. In: V. Nikolov, K. Bacvarov, eds. 2012. *Salt and gold. The role of salt in prehistoric Europe*. Proceedings of the International Symposium (Humboldt-Kolleg) in Provadia, Bulgaria, 30 September – 4 October 2010. VelikoTarnovo: Faber, pp.259-276.
- Swedberg, R., 2009. Grundlagen der Wirtschaftssoziologie. *Wirtschaft + Gesellschaft*. Wiesbaden: Verlag für Sozialwiss.
- Todorova, H. and Vajsov, I., 2001. *Der kupferzeitliche Schmuck aus Bulgarien*. Prähistorische Bronzefunde, Abteilung XX 6, Stuttgart: Steiner.
- Treuil, R. ed., 1992. Dikili Tash, village préhistorique de Macédoine Orientale, I: Fouilles de Jean Deshayes 1961-1975. *Bulletin de correspondance hellénique*, Supplément 24, Athènes: Ecole française d'Athènes.
- Virchow, R., 1884. Excursion nach Bernburg (Anhalt). *Zeitschrift für Ethnologie*, 16, pp.398-420.
- Wijnen, M., 1981. The early Neolithic I settlement at Sesklo: an early farming community in Thessaly, Greece. *Analecta Praehistorica Leidensia*. Leiden: Leiden University Press.

Silviane Scharl

Organisationsformen von Tausch im Neolithikum – Eine Fallstudie aus Nordwestbayern¹

ABSTRACT: Trade and exchange are major topics in economic archaeology, that exhibit a turbulent history of research. In a brief outline, varying definitions of both terms, selected explanatory models and discussions on the latter, are described. In the following analysis of early and middle Neolithic lithic assemblages from northwestern Bavaria, different organizational forms of exchange during the Neolithic become visible. During the early Neolithic down-the-line exchange played a major role in raw material procurement strategies. For the following middle Neolithic period, the parallel existence of various organizational forms of exchange can be demonstrated, depending on the raw materials used.

KEYWORDS: EXCHANGE, TRADE, EXPLANATORY MODELS, EARLY NEOLITHIC, MIDDLE NEOLITHIC, NORTH-WESTERN BAVARIA

ZUSAMMENFASSUNG: Tausch und Handel sind zentrale wirtschaftsarchäologische Themen, die eine bewegte Forschungsgeschichte aufweisen. Unterschiedliche Definitionen beider Begriffe, ausgewählte Erklärungsmodelle sowie die hierzu geführten Diskussionen werden in einem forschungsgeschichtlichen Abriss kurz dargestellt. Eine anschließende Analyse alt- und mittelnolithischer Silexinventare aus dem nordwestbayerischen Raum macht unterschiedliche Organisationsformen von Tausch im Neolithikum sichtbar. So spielte für die Siedlungen des Altneolithikums die Weitergabe von Hand zu Hand eine wichtige Rolle bei der Versorgung mit Silex. Für das nachfolgende Mittelneolithikum lassen sich hingegen verschiedene Formen von Tausch nachweisen. Diese standen in engem Zusammenhang mit den jeweils genutzten Rohmaterialarten und existierten parallel zueinander.

SCHLÜSSELBEGRIFFE: TAUSCH, HANDEL, ERKLÄRUNGSMODELLE, ALTNEOLITHIKUM, MITTELNEOLITHIKUM, NORDWESTBAYERN

Vorbemerkungen

Tausch und Handel in der Vorgeschichte sind zentrale Themen wirtschaftsarchäologischer Forschungen. Untersuchungen zu Tauschvorgängen in neolithischen Fundkontexten basieren in der überwiegenden Zahl auf Studien zu Steinartefakten – Felsgestein- sowie Kieselgesteinartefakten². Beide Materialgruppen eignen sich besonders für die Beschäftigung mit diesem Thema, da das Ursprungsgebiet zahlreicher Rohmaterialien klar eingegrenzt werden kann. Im Idealfall ist sogar die Abbaustelle bekannt, aus der ein bestimmtes Rohmaterial gewonnen wurde. Auf dieser Basis lassen sich räumliche Verbreitungsmuster dokumentieren und Ausbreitungsrichtungen rekonstruieren. Dies war und ist eine wichtige Grundlage für die Analyse von Distributionsmechanismen in der Vorgeschichte. Ausgewählte Organisationsformen von Tausch im Neolithikum sollen nachfolgend anhand einer Fallstudie aus Nordwestbayern illustriert werden.

Am Beispiel der alt- und mittelnolithischen Silexversorgung können Tauschsysteme und Versorgungsstrategien rekonstruiert werden.

Vorab jedoch einige grundlegende Bemerkungen: Der Begriff Tausch – ebenso wie der Begriff Handel – wird in der Vorgeschichtsforschung uneinheitlich verwendet. Ein cursorischer Blick in die Forschungsgeschichte macht diese unterschiedlichen Auffassungen der Begriffe deutlich. So definiert H. Jankuhn (1985) Handel wie folgt: „... Gegenstände des täglichen Gebrauchs, die in einer größeren Siedlung über längere Zeit in etwa gleichbleibender Anzahl gefunden werden und deren Herkunft weit außerhalb des Fundgebietes liegt, können nur durch Handel verbreitet worden sein...“. Ähnlich generell und übergreifend formuliert ist der Handelsbegriff von A. Harding (1987): „...Handel meint Artefakte und Rohstoffe, die an einem bestimmten Ort oder in einer bestimmten Gegend hervorgebracht wurden, in einiger Entfernung davon gefunden wurden und gelegentlich an den Wegen dorthin...“

Auf der Basis dieses Handelsbegriffs könnte bereits ab dem Jungpaläolithikum von „Handel“ gesprochen werden. Aus dieser Epoche liegen z. B. von verschiedenen mitteleuropäischen Fundstellen Schmuckschnecken vor, die aus dem Mittelmeer oder dem Atlantik stammen (z. B. Spredlingen oder Andernach) und deren Distribution in Zusammenhang mit Tauschvorgängen gebracht wird³.

Deutlich differenzierter ist die Definition, die bei H. Steuer nachzulesen ist, und die sich auf U. Köhlers Artikel zu Formen des Handels aus ethnologischer Sicht bezieht (Köhler, 1985; Steuer, 1999). Hier wird der Begriff Handel enger gefasst und mit „echtem“ Markthandel gleichgesetzt. Handel in diesem Sinn setzt die Existenz verschiedener Komponenten voraus, darunter die Verwendung von Geld, die Präsenz professioneller Händler, eine auf den eigenen Vorteil bedachte Geisteshaltung (Profitstreben), ein geregeltes Marktwesen sowie einen profanen Kontext für die Transmissionsvorgänge. Dieser Handelsbegriff findet allerdings für die älteren Epochen der Vorgeschichte aufgrund fehlender Nachweise, beispielsweise für spezialisierte Händler, keine Anwendung.

Diese kurzen Ausführungen machen deutlich, dass die Definition der Begriffe Tausch und Handel alles andere als einheitlich ist. So lässt sich beobachten, dass in Studien, die sich explizit mit dem Thema Tausch bzw. Handel befassen, der Begriff Tausch häufig als übergeordneter, allgemeiner Begriff aufgefasst wird, während der Begriff Handel in vielen – nicht in allen! – Fällen enger definiert ist (siehe z. B. Köhler, 1985, S. 15). Es gibt jedoch umgekehrt auch Definitionen, die den Begriff Handel im Sinne eines übergeordneten, allgemeineren Begriffs für die Transmission von Gütern verstehen – wie z. B. die genannten Definitionen von Jankuhn und Harding (Harding, 1987; Jankuhn, 1985). Daneben lässt sich auch ein evolutionistischer Ansatz erkennen, der Tausch als primitivere Form der Transmission von Gütern interpretiert, während Handel einen gewissen Grad an gesellschaftlicher Organisation voraussetzt⁴. Diese Sichtweise ist eng verknüpft mit den Ansätzen der sogenannten Substantivisten – einer Reihe von Wirtschaftsethologen, die vor allem in den 1960er und 70er Jahren die Ansicht vertraten, dass sich ökonomisches Verhalten in „primitiven“ Gesellschaften nicht mit dem in kapitalistischen Systemen vergleichen lasse. Im Folgenden soll neutral von Weitergabe, Austausch bzw. Tausch oder Verteilung die Rede sein, wie Torrence und auch de Grooth dies im Zusammenhang mit neolithischen Silexversorgungssystemen vorgeschlagen haben (Torrence, 1986, S. 106; De Grooth, 1994, S. 369). Dabei implizieren diese Begriffe keine weiteren Annahmen über die Beziehungen zwischen den Tauschpartnern, über die Art der Güter sowie die Gegenseitigkeit des Vorganges.

Ausgangspunkt für die Analyse von Distributionsmustern und -mechanismen waren und sind häufig Verbreitungskarten archäologischer Fundtypen. Das Auftreten von Fundstücken, die in ihrem Fundkontext aufgrund des verwendeten Rohmaterials, der Herstellungstechnik

oder des Stils als exotisch oder fremd angesprochen werden, wird qualitativ und quantitativ erfasst⁵. Dass diese Verbreitungskarten zunächst keine Aussagen zu den zugrundeliegenden Distributionsvorgängen liefern, muss nicht weiter betont werden. So können ganz unterschiedliche Mechanismen zur räumlichen Verbreitung von Gütern führen, wie z. B. die Expansion von Bevölkerungsgruppen, die Migration von Personengruppen oder Einzelpersonen, Wissenstransfer (vor allem im Fall „exotischer Techniken“) oder aber Tausch. Grundlegend ist die Entwicklung von Modellen, die erklären, wie die untersuchten Materialien an den Ort ihrer endgültigen Deposition gelangt sind.

Die Auseinandersetzung mit dieser Frage, das heißt wie Güter in der Vorgeschichte gewisse Distanzen überwinden konnten, setzt in den 1950er Jahren ein. Es entstand nicht nur ein Bewusstsein dafür, dass Rohmaterialien oder Gegenstände als Tauschgüter identifiziert werden können, sondern durch die verstärkte Beschäftigung mit dem Themenkomplex Tausch wurden auch Vorstellungen zu möglichen zugrundeliegenden Distributionsmechanismen entwickelt (Chapman, 2008, S. 334-336). Diese neue intensive Auseinandersetzung mit Fragen zu Tauschvorgängen in der Vorgeschichte drückt sich auch in Renfrews programmatischer Ansage „*trade can be studied*“ aus (Renfrew, 1972, S. 334). Renfrew folgend waren es Fragen aus vier Bereichen die auf der Basis archäologischer Quellen untersucht werden konnten: Die Identifikation der Tauschobjekte selbst sowie die Bestimmung ihrer konkreten Herkunft bzw. Quellen, durch quantitative Analysen die Verbreitungsmuster bzw. Distributionsmechanismen und schließlich die zugrundeliegende soziale Organisation.

Durch die Entwicklung verschiedener Modelle, zum einen generell zur Frage wie ein Gut akquiriert werden könne, zum anderen konkret zur Frage, welche Formen von Tausch für die Vorgeschichte rekonstruiert werden können, leistete Colin Renfrew bedeutende Arbeit (Renfrew, 1972, S. 465-471; Renfrew und Bahn, 1996, S. 335-368). Unter anderem publizierte er 1972 in seinem Werk „*The Emergence of Civilization*“ vier Modelle, um „external trade or exchange“ zu charakterisieren. Dazu gehören die Weitergabe von Hand zu Hand (*down-the-line exchange*), der Tausch von Prestigegütern (*prestige-chain trading model*), der zielgerichtete gewinnorientierte Handel (*directional commercial trade*) und schließlich der gewinnorientierte Handel durch Mittelsmänner bzw. Händler (*freelance commercial trade*) (Renfrew, 1972, S. 465-471). Anhand des räumlichen Verbreitungsbildes eines bestimmten Gutes rekonstruierte er die zugrundeliegenden Distributionsmechanismen. Durch die grafische Darstellung der Abhängigkeit zwischen dem Anteil dieses spezifischen Gutes (Y-Achse) an einem Inventar und der Entfernung zwischen dessen Fundort und dessen Herkunftsquelle (X-Achse) erhielt er sogenannte „fall-off-Kurven“. Die unterschiedlichen fall-off-Muster respektive Kurvenverläufe interpretierte er als Ergebnis verschiedener Distributionsmechanismen. Darüber hin-

aus stellte er Überlegungen zu den im Hintergrund wirkenden sozialen Beziehungen der am Tausch Beteiligten an. So sah er die Weitergabe von Hand zu Hand beispielsweise verknüpft mit reziprokem Austausch (Renfrew, 1984, S. 125). Gerade die letztgenannten Punkte sind problematisch und gerieten in den 1980er Jahren immer mehr in die Kritik (z. B. Stjernquist, 1985, S. 59 f.). Hinterfragt wurden nicht nur die sozialen Implikationen, die Renfrew mit seinen Modellen verknüpfte, sondern auch die konkrete Interpretation der fall-off-Kurven. So zeigte sich, dass verschiedene Austauschmechanismen die gleiche fall-off-Kurve produzieren konnten, wie z. B. „*central place redistribution*“ und „*central place market exchange*“ (Chapman, 2008, S. 334 f.). Doch führte diese Kritik nicht zu einer grundlegenden Neubeschäftigung mit dem Thema Tausch in der Vorgeschichte. In seinem Abriss zur Forschungsgeschichte des hier behandelten Themas zeigt J. Chapman auf, dass die postprozessuale Archäologie Studien zum Tausch bzw. Handel in der Vorgeschichte weitestgehend ablehnte (Chapman, 2008, S. 335). Besonders deutlich wird dies in der Aussage I. Hodders: „...it is simply impossible to test whether prehistoric artefacts moved from source to destination by exchange from person to person or whether, on the other hand, individuals went directly to the source“ (Hodder, 1984, S. 26; zitiert nach Chapman, 2008, S. 335). Die postprozessualen Ansätze beschränkten sich daher darauf, Tausch und Handel weitestgehend nicht zu thematisieren. Chapman charakterisiert dies als „*neglect of trade and exchange in postprocessual writing*“ (Chapman, 2008, S. 335). Diese fehlende Auseinandersetzung wirkte sich nachhaltig auf die Entwicklungen innerhalb dieses Forschungsgebietes aus. Eine intensivere Beschäftigung, die aufbauend auf der Dekonstruktion prozessualer Modelle die Entwicklung neuer Perspektiven ermöglicht hätte, fehlt dadurch bzw. entwickelte sich nur langsam. Die Wiederbelebung der Diskussion in den 1990er Jahren erfolgte daher durch die Beschäftigung mit anderen Themenfeldern, wie die Rolle des Exotischen in prähistorischen Gesellschaften. Nichtsdestotrotz war die in vielen Punkten berechnete Kritik notwendig und fruchtbar für aktuelle Ansätze. Man löste sich von den teilweise recht starren Modellen aus den 1960er und 70er Jahren, so beispielsweise auch von der Idee, dass ein Gegenstand entweder Geschenk oder Ware/Gut, entweder Prestigeobjekt oder Gebrauchsgegenstand war, ebenso wie von der Idee, dass die Weitergabe bestimmter Objekte an bestimmte Tauschsphären gebunden war. Vielmehr gelangte man zu der Erkenntnis, dass Gegenstände eine sich wandelnde Biographie haben können (hierzu bereits Godelier, 1973, S. 208 f.).

Renfrews Modelle haben daher – unter Berücksichtigung der genannten Kritikpunkte – durchaus noch Gültigkeit, wenn auch mit gewissen Einschränkungen. Die Gültigkeit des down-the-line-Modells beispielsweise ist vor allem gekoppelt an eine räumlich übergeordnete bzw. überregionale Perspektive. Die Fokussierung auf regionale Distributionsmuster zeigt in vielen Fällen ein komple-

xeres Bild, wie die nachfolgenden Ausführungen zur Fallstudie zeigen können⁶. Zwei der Erklärungsmodelle Renfrews zu Distributionsmechanismen sind für die nachfolgenden Überlegungen von besonderer Relevanz und sollen daher noch einmal kurz erläutert werden:

Die Weitergabe von Hand zu Hand

Grundlegend für das „*down-the-line Modell*“ oder den „Tausch von Hand zu Hand“ ist ein mit zunehmender Entfernung von der Abbaustelle exponentiell sinkender Anteil des untersuchten Gutes oder im nachfolgend beschriebenen Fall des untersuchten Rohmaterials⁷. Dahinter steht ein Austauschmechanismus, der auf einer großen Zahl von Weitergabeschritten von Siedlung zu Siedlung basiert. Renfrew zufolge basiert diese Weitergabe auf reziprokem Austausch (Renfrew, 1984, S. 125). Der Tausch von Hand zu Hand setzt im hier beschriebenen Modell jedoch erst ein, wenn eine Siedlung so weit von der Abbaustelle bzw. Gewinnungsstelle eines spezifischen Gutes entfernt liegt, dass Selbstversorgung wirtschaftlich nicht mehr interessant ist. Zur Frage, ab welcher Distanz dies der Fall ist, gibt es verschiedene Modelle. So nimmt C. Bakels an, dass Rohmaterialien, die von den Einwohnern einer Siedlung vor Ort aufgesammelt bzw. gewonnen werden konnten oder deren Quelle in maximal einem Tagesmarsch (30 km) zu erreichen waren, durch Selbstversorgung gewonnen wurden (Bakels, 1978, S. 25 f.). Renfrew definiert diese Region um die Abbau- bzw. Gewinnungsstelle, in der Selbstversorgung eine wichtige Rolle spielte, im Gegensatz zu Bakels unabhängig von der gemessenen Entfernung. Er benennt dieses Gebiet als „*supply zone*“. Seiner Definition folgend erstreckt sie sich in einem mehr oder weniger weit reichen Umfeld um die Abbaustelle bzw. Rohmaterialquelle und ist gekennzeichnet durch einen Anteil des betreffenden Rohmaterials von mindestens 80% am Gesamtmaterial einer Fundstelle. Daran schließt sich die sogenannte „*contact zone*“ an, wo Selbstversorgung keine Rolle mehr spielt. Dort gewinnt nun die indirekte Versorgung an Bedeutung und damit verbunden verschiedene Formen der Weitergabe (Renfrew, et. al., 1968, S. 327 f.).

Wie bereits angedeutet, kann die Weitergabe von Hand zu Hand durch verschiedene Faktoren beeinflusst werden, die dazu führen, dass der exponentielle Abfall der fall-off-Kurve auf regionaler Ebene nicht mehr deutlich erkennbar ist. So können unterschiedliche Transportwege (zu Land oder zu Wasser) oder Siedlungshierarchien, die mit einer Versorgungshierarchie gekoppelt sind, zu einer ungleichmäßigen Distribution führen.

Zielgerichteter Tausch bzw. Handel

Beim „*directional trade*“ oder dem „*zielgerichteten Handel*“ werden – Renfrew folgend –: „*useful commodities*“ von der Quelle gezielt an einen bestimmten Ort transportiert. Räumlich dazwischenliegende Orte können weniger gut versorgt sein (Renfrew, 1972, S. 470). Dies

führt dazu, dass an einzelnen, weit von der Quelle entfernten Orten vergleichsweise hohe Anteile eines Gutes gefunden werden. Wie Renfrew selbst betont, beschreibt dieses Muster vor allem den regelhaften/wiederholten Transport von Gütern von einem Punkt A zu einem Punkt B, wobei der Transport weder direkt – Zwischenstationen sind möglich –, noch durch eine übergeordnete Instanz kontrolliert sein muss (Renfrew, 1972, S. 471). Dieses Modell verknüpft Renfrew in seinen Arbeiten mit der Existenz von zentralen Orten und der von K. Polanyi beschriebenen Redistribution. Er beschreibt dieses Modell am Beispiel von Austauschsystemen früher bronzezeitlicher Staaten im östlichen Mittelmeerraum. Damit wird implizit ein gewisser Grad an sozialer Differenzierung vorausgesetzt (Renfrew, 1972, S. 471-473).

Fallstudie Nordwestbayern – Die Silexversorgung im Alt- und Mittelneolithikum

Die oben beschriebenen Modelle spielen für die nachfolgend dargestellte Studie⁸ eine wichtige Rolle. Untersuchungsgebiet ist eine Region im westlichen Franken, die sich von Rothenburg o.d. Tauber im Süden bis zum ca. 20 km nördlich von Schweinfurth gelegenen Stadtlauringen erstreckt und die hier grob mit „Nordwestbayern“ umschrieben wird (Abb. 1)⁹. Diese Region ist gekennzeichnet durch Lössflächen, die im untersuchten Zeitraum dicht besiedelt waren. Zahlreiche Funde von bandkeramischen und mittelneolithischen Inventaren bezeugen dies. Nachfolgend wird nur grob zwischen alt- und mittelneolithisch bzw. entwickelter Bandkeramik und Mittelneolithikum unterschieden¹⁰. Das Mittelneolithikum ist in diesem Gebiet durch Fundstellen mit Großgartacher und Rössener Keramik vertreten, wobei die Region an der Peripherie dieses Kulturenkomplexes liegt. Nordöstlich schließt sich das Verbreitungsgebiet der Stichbandkeramik an, südöstlich das Verbreitungsgebiet des südostbayerischen Mittelneolithikums (SOB).

Die gewählte Region ist aus zwei Gründen gut geeignet für die Untersuchung von Distributionsmechanismen während der genannten Epochen. Zum einen zeichnet sie sich durch das Fehlen qualitativ hochwertiger Silexrohmaterialien aus (Abb. 2). Die Menschen des Alt- und Mittelneolithikums mussten daher entferntere Quellen nutzen, um gutes Rohmaterial für die Herstellung von Klingen zu erhalten. Die nächsten Gewinnungsmöglichkeiten von hochwertigem Silexrohmaterial liegen in ca. 80 km Entfernung in der Fränkischen Alb, die sich östlich des Untersuchungsgebiets in eben dieser Distanz erstreckt. Zum anderen war aufgrund zahlreicher Sammelfunde bereits seit Längerem bekannt, dass die Silexversorgung einer gewissen Dynamik unterlag. Die mittelneolithischen Inventare weisen auf den ersten Blick eine deutlich andere Zusammensetzung auf, als die altneolithischen. Auffällig ist das massive Auftreten von gebändertem

Plattenhornstein aus Abensberg-Arnhofen im Mittelneolithikum (Abb. 3). Dies führte zur Frage, wie die Rohmaterialversorgung in beiden Zeitabschnitten organisiert war und wie dieser deutlich erkennbare Wandel zu erklären ist.

Grundlage für die Untersuchung beider Fragen war die Auswertung alt- und mittelneolithischer Inventare im Hinblick auf die verwendeten Rohmaterialtypen und auf die Verteilung der Grundformen. Während erstere Hinweise zur Richtung und zu den Distanzen der Versorgung liefern sollten, konnten mithilfe der Ergebnisse der Grundformauswertung Informationen über die Art und Qualität der Versorgung gewonnen werden. Basis für die Untersuchung bildeten insgesamt 25 Fundstellen, 12 aus dem Alt- und 13 aus dem Mittelneolithikum (s. auch Scharl, 2010, S. 16 Abb. 1). Der überwiegende Teil der Stücke stammt von Oberflächen-Aufsammlungen, nur 5 Inventare sind im Rahmen von Grabungen geborgen worden (6,8% aller Stücke)¹¹.

In einem ersten Schritt wurden die Inventare auf die verwendeten Rohmaterialtypen hin untersucht (s. auch Scharl, 2010, S. 59-62). Auf der Basis des Gewichts der Fundstücke wurden die unterschiedlichen Anteile der verschiedenen Rohmaterialien auf den einzelnen Fundstellen berechnet (Abb. 4)¹². Die Auswertungsergebnisse zeigen, dass während der entwickelten Bandkeramik kaum lokales Rohmaterial genutzt wurde. Der Grund hierfür mag darin zu suchen sein, dass die beiden lokal verfügbaren Silexvarietäten Keuper- und Muschelkalkhornstein wegen ihrer mangelhaften Qualität nicht gut geeignet waren, um lange, regelmäßige Klingen herzustellen. Keuperhornstein weist zahlreiche Klüftungen auf, Muschelkalkhornstein große Fossileinschlüsse. Der überwiegende Teil des verwendeten Silexrohmaterials stammt daher aus Regionen, die 80 km und mehr entfernt sind. Der Großteil der untersuchten Inventare wird dabei von drei bzw. vier Rohmaterialtypen bestimmt. So spielt Jurahornstein aus der Fränkischen Alb auf allen Fundstellen eine wichtige Rolle. Dieser dominiert allerdings vor allem die Siedlungen im südlichen Untersuchungsgebiet. Geschiebef Feuerstein bzw. Baltischer Feuerstein aus den Regionen nördlich der Mittelgebirge spielt in den Inventaren nördlich des Mains eine wichtige Rolle. Die nächsten Quellen für dieses im Zuge der elster- und saalezeitlichen Inlandsvereisung nach Süden transportierte Material liegen ca. 100 km nördlich des Arbeitsgebiets. In den Siedlungen, die in der Nähe des Mains und seinen Zuflüssen liegen, spielt Westischer Feuerstein aus der Region um Maastricht – das heißt aus einer Entfernung von 310–360 km Luftlinie – eine wichtige Rolle. Kieselschiefer tritt ebenfalls gehäuft in den Inventaren in der Nähe des Mains auf, allerdings wurden daraus nur wenige Geräte hergestellt. Dieses Rohmaterial weist zahlreiche natürliche Sprungflächen auf, die die Produktion von langen Klingen problematisch machen. Sein Vorkommen auf einzelnen Fundstellen erklärt sich aus seinem gehäuften Auftreten im Fluss Main. Diese kurzen Ausführungen machen bereits deutlich, dass die Entfernung einer Sied-

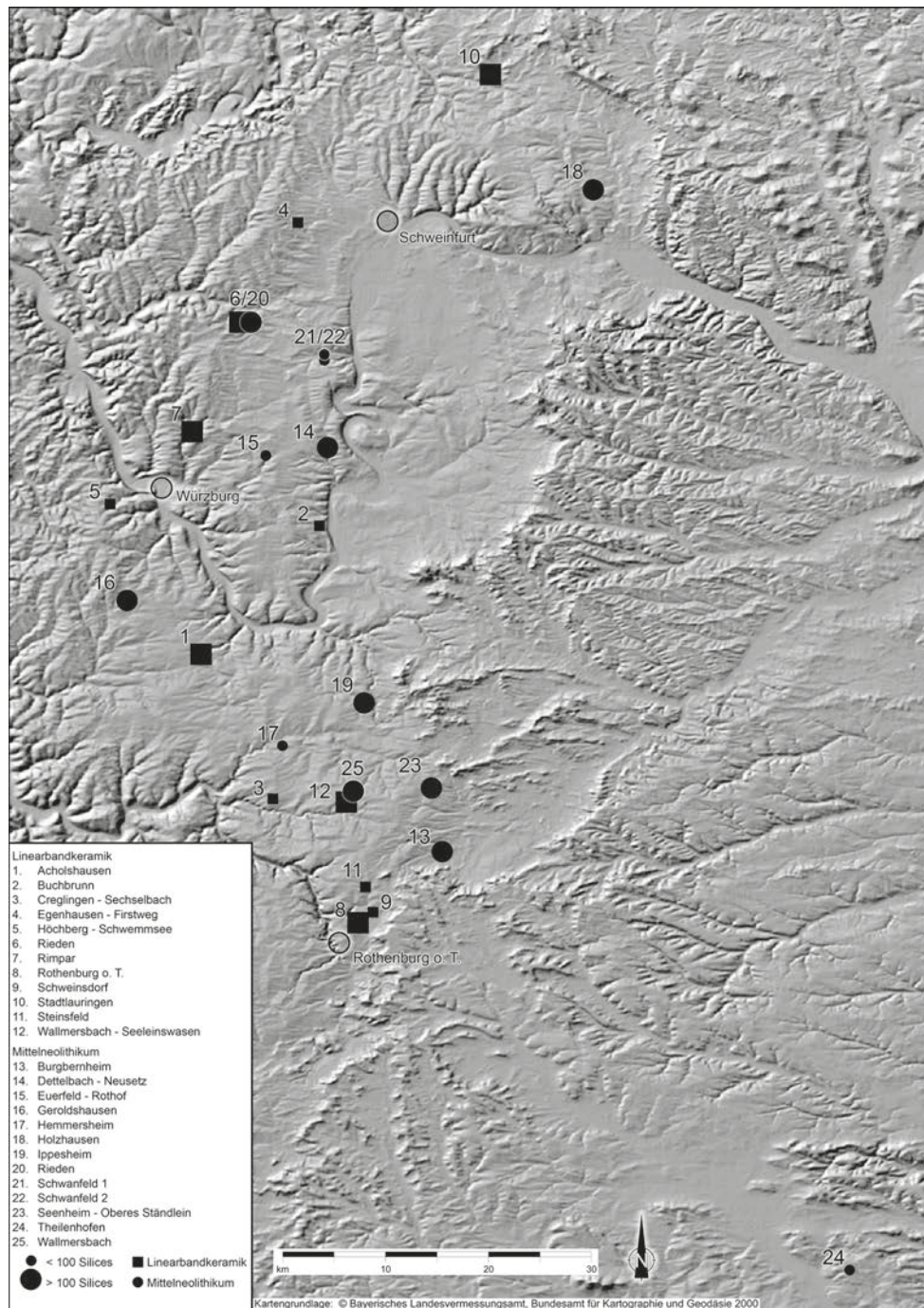


Abb. 1. Untersuchungsgebiet mit bearbeiteten Fundstellen.

lung zur jeweiligen Rohmaterialquelle den Anteil des jeweiligen Rohmaterials in den Inventaren entscheidend bestimmt. Dies lässt sich auch anhand weiterer unbedeutender Rohmaterialtypen zeigen. So lassen sich geringe Anteile von Jurahornstein aus der Schwäbischen Alb im südlichen Untersuchungsgebiet nachweisen oder geringe Anteile von Tertiärquarzit – vermutlich aus dem hessischen Raum – in den nördlichen Inventaren. Dem Main und seinen Zuflüssen kommt dabei eine wichtige Rolle zu. So gelangte Westischer Feuerstein offenbar über das Flusssystem Main nach Nordwestbayern, da dessen Anteile in den Siedlungen in der Nähe des Mains oder seiner

Zuflüsse, wie der Tauber, deutlich höher sind als im „Hinterland“. Gleichzeitig markiert der Main aber auch eine Grenze, beispielsweise für die Verteilung von Geschiebefeuersstein, der auf den Fundstellen südlich des Mains in nur geringen Anteilen vorkommt.

Bezieht man nun die Ergebnisse der Grundformauswertung mit ein, lässt sich dieses Bild noch einmal differenzieren (s. auch Scharl, 2010, S. 61-77). Dies soll nachfolgend an ausgewählten Parametern illustriert werden. So zeigt die Analyse der Grundformen, dass die Inventare meist von Klingen dominiert werden. Durchschnittlich weisen die bandkeramischen Fundstellen 52%

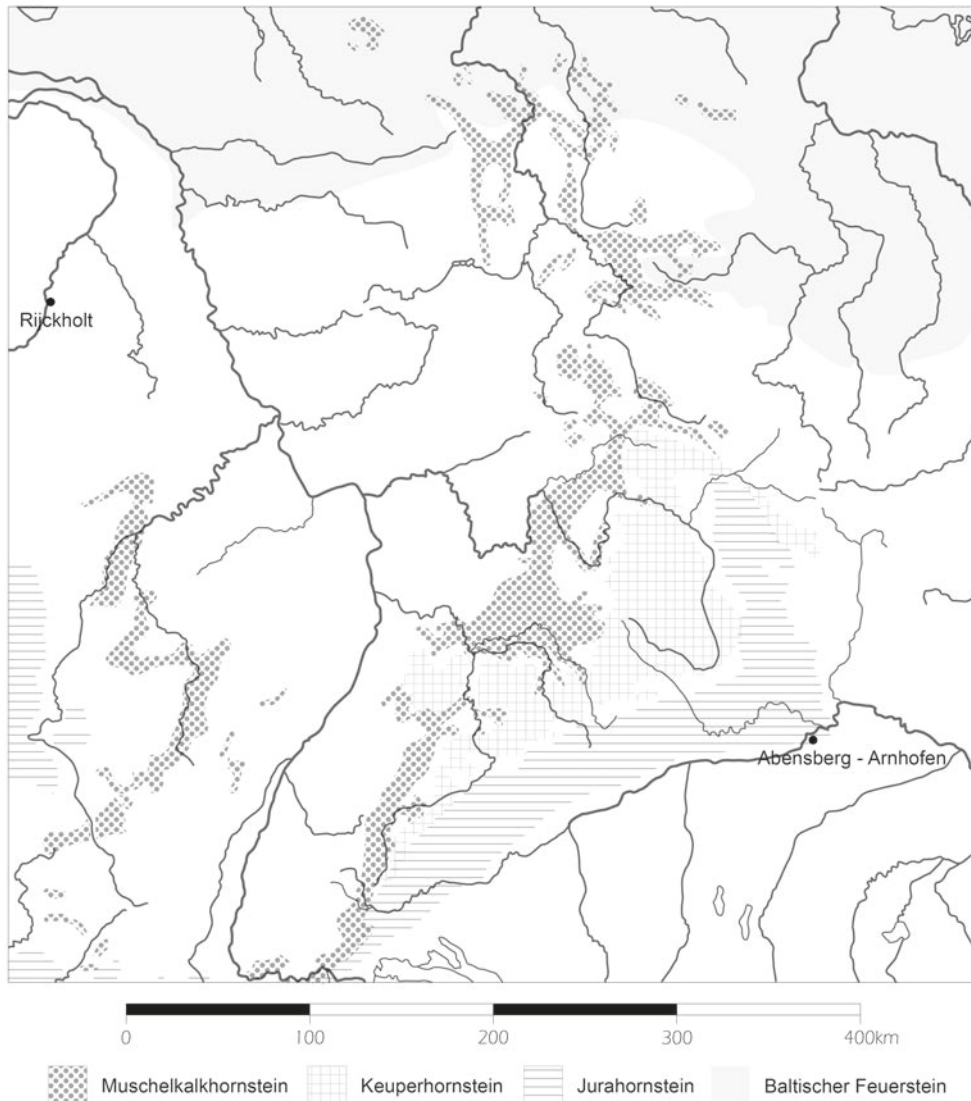


Abb. 2. Natürliche Vorkommen ausgewählter, im Text erwähnter Rohmaterialtypen (nach Floss, 1994).



Abb. 3. Klinge und Querabschläge aus gebändertem Plattenhornstein (von links nach rechts).

Klingen auf, während der Anteil der Abschläge mit durchschnittlich 23% im Vergleich zu anderen Regionen relativ gering ist. Kerne, Kerntrümmer oder Kernscheiben erreichen zusammengefasst nur einen Anteil von 5%. Gleichzeitig ist der Anteil der Stücke mit Rindenbedeckung rela-

tiv gering, da nur durchschnittlich 13% aller Stücke Reste von Rinde aufweisen¹³. Die Werte beider Parameter deuten darauf hin, dass in der Region kaum Rohknollen bzw. Rohstücke verarbeitet worden sind. Denn beim Abbau von Klingen ergibt sich in der Grundformverteilung eines Schlagplatzes ein charakteristisches Bild: Durch die Präparation des Kerns fallen zuerst größere Abschläge mit Rindenbedeckung an, zudem treten zahllose Absplisse und feinste Abschläge auf. Der Prozentsatz der größeren und damit weiter verarbeitbaren Abschläge und vor allem Klingen (als Zielprodukt) ist dagegen verhältnismäßig gering. Die Anteile der unterschiedlichen Grundformen erlauben auf Basis dieser Erkenntnis Rückschlüsse auf die Vollständigkeit eines Inventars und somit auf die Versorgungsstrategien¹⁴. Überwiegen große Stücke und darunter vor allem Klingen, deutet dies darauf hin, dass ihre Herstellung nicht vor Ort stattgefunden hat. Für die bandkeramischen Inventare in Nordwestbayern ist aufgrund dieser Ergebnisse davon auszugehen, dass die

meisten Klingen nicht vor Ort produziert worden sind. Vielmehr wurden ausgewählte Stücke in die Siedlungen gebracht, die Versorgung war überwiegend durch Fertig- bzw. Halbfertigprodukte bestimmt. Denkbar wäre aber auch, dass zumindest teilweise Kerne, eventuell auch vorpräparierte und bereits entrindete Stücke, ins westliche Franken gelangten, jedoch bis zur Unkenntlichkeit aufgebraucht wurden. Dies würde die niedrigen, aber doch vorhandenen Anteile verschiedener Präparationsabfälle wie Abschläge – teilweise mit Rindenbedeckung – oder artifizielle Trümmer erklären, die von allen Fundstellen vorliegen (s. auch Scharl, 2010, S. 72). Die räumliche Grundformverteilung ist jedoch eng verknüpft mit der Distanz zur jeweiligen Rohmaterialquelle. Untersucht man die Grundformen getrennt nach Rohmaterialtyp lassen sich für alle ähnliche räumliche Verbreitungsmuster erkennen: mit zunehmender Entfernung zur Abbaustelle eines spezifischen Rohmaterials sinkt dessen Anteil in den untersuchten Inventaren. Gleichzeitig steigt der Anteil der Klingen, während der der Präparationsabfälle und Kerne ebenso sinkt wie der der Stücke mit Rindenbedeckung¹⁵. Zudem lässt sich ein Abnehmen der Klingenmaße – vor allem der Breite – feststellen (z. B. Scharl, 2010, S. 111). Zusammengefasst steigt mit zunehmender Entfernung von der Abbaustelle bzw. Rohmaterialquelle der Anteil von Halbfertig- und Fertigprodukten.

Vergleicht man die Ergebnisse der Rohmaterial- und Grundformauswertung mit den zuvor beschriebenen Modellen Renfrews und den Ergebnissen zur Silexversorgung in anderen Gebieten, ergibt sich folgender Schluss: Die Versorgung mit Silexrohmaterial während der Bandkeramik war geprägt durch nichtlokales Rohmaterial, das durch die Weitergabe von Hand zu Hand nach Nordwestbayern gelangte. Dies gilt für alle nachweisbaren Rohmaterialtypen in diesem Zeitabschnitt. Das Flusssystem Main spielte dabei eine wichtige Rolle als Verkehrsweg – der die Weitergabe beschleunigte bzw. die Überwindung größerer Distanzen erleichterte – und als Grenze für die Weitergabe ausgewählter Rohmaterialtypen, wie den Baltischen Feuerstein.

Die Versorgung wird jedoch durch weitere Faktoren bestimmt. Denn wie die Grundformauswertung zeigt, sind durchschnittlich 47% der Klingen modifiziert. Dies ist ein – im Vergleich zu Regionen, die als gut versorgt bewertet werden – hoher Anteil, der als Indikator für eine relativ knappe Versorgung gewertet werden kann. Auch die Maße der Grundformen können dahingehend gedeutet werden, da die Klingen (vor allem die Medialteile) im Vergleich zu anderen Regionen relativ klein sind¹⁶. Interessanterweise wurde aber dennoch nicht auf lokales Rohmaterial zurückgegriffen und zugleich lassen sich Versorgungsunterschiede feststellen. Dies lässt sich am Beispiel unterschiedlicher Rohmaterialtypen illustrieren. So finden sich z.B. auf zwei der zwölf untersuchten bandkeramischen Fundstellen vergleichsweise hohe Anteile an Produktionsabfällen, wie Abschläge – auch mit Rindenbedeckung – oder Kerntrümmer, die auf eine erhöhte lokale Produktionsrate hindeuten. Die Berechnung des

Variationskoeffizienten des Gewichts für die einzelnen Rohmaterialtypen pro Fundstelle bestätigt dieses Bild¹⁷. Die zugrunde liegende Idee dabei ist, dass die Streuung der Maße eines Rohmaterialtyps in einem Inventar umso größer ist, je besser die Versorgung mit diesem war. Denn wenn ausreichend Kerne bzw. Rohmaterial in eine Siedlung gelangt sind, so sollten sowohl große Kerne, die noch nicht vollkommen aufgebraucht sind, vorliegen, als auch sehr kleine Stücke, die bei der Präparation der Kerne anfallen. Ist die Streuung eher gering kann dies zum einen ein recht kleinteiliges, stark „aufgebrauchtes“ Inventar widerspiegeln, aber auch den Import von vorwiegend Halbfertig- und Fertigprodukten (Vgl. z. B. Kieselbach und Schlichtherle, 1998, S.160). Die deutlich unterschiedlichen Werte des Variationskoeffizienten für die bandkeramischen Siedlungen im Untersuchungsgebiet zeigen, dass einzelne von diesen „besser“ versorgt waren. Da sich diese Fundstellen durch ein großes Siedlungsareal, eine lange Laufzeit, ein reiches Fundmaterial und ein breites Fundspektrum sowie verschiedene Importfunde auszeichnen, werden sie als sogenannte „zentrale Orte“ angesprochen¹⁸.

Studien zum bandkeramischen Siedlungswesen im Rheinland konnten zeigen, dass diese zentralörtliche Funktion mit einer Versorgungsfunktion gerade bezüglich der Silexrohmaterialien verknüpft war (Kegler-Graiewski und Zimmermann, 2003, S. 33). Aufgrund der vorliegenden Daten kann dies auch für Nordwestbayern postuliert werden. Zusammenfassend ist die Silexversorgung im Untersuchungsgebiet während der jüngeren Bandkeramik durch nichtlokales Rohmaterial charakterisiert, das von Hand zu Hand weitergegeben wurde. Die Versorgungsart und -qualität wurde bestimmt durch die Distanz zur Rohmaterialquelle sowie die Siedlungshierarchie.

Interessant ist nun der Vergleich zum Mittelneolithikum. Die Auswertung der Rohmaterialanteile nach Gewicht zeigt auf den ersten Blick ein völlig anderes Bild: auf allen Fundstellen dominiert ein einziges Rohmaterial, unabhängig von der Entfernung zu dessen Abbaustelle – der gebänderte Plattenhornstein aus dem Bergwerk von Abensberg-Arnshofen in der südlichen Frankenalb¹⁹. Bis auf wenige Ausnahmen erreichen seine Anteile auf allen Fundstellen über 30%, auf den nördlichen Fundstellen sind die Anteile sogar noch höher (Abb. 4). Diese massive Zunahme eines einzelnen Rohmaterials erweckt den Eindruck, als habe ein deutlicher Umbruch zu Veränderungen in der Rohmaterialversorgung geführt. Unter anderem wurde die Idee diskutiert, dass es am Ende der Bandkeramik zu einer Krise, möglicherweise sogar einer teilweisen Entvölkerung Nordwestbayerns gekommen sei und dadurch die alten Versorgungssysteme völlig zusammenbrachen (Engelhardt 1981, S. 69; Riedhammer 2006, S. 65, 68).

Bei genauerer Betrachtung lassen sich in der mittelneolithischen Rohmaterialversorgung jedoch auch kontinuierliche Entwicklungen beobachten. Wie schon im Altneolithikum werden auch im Mittelneolithikum keine oder

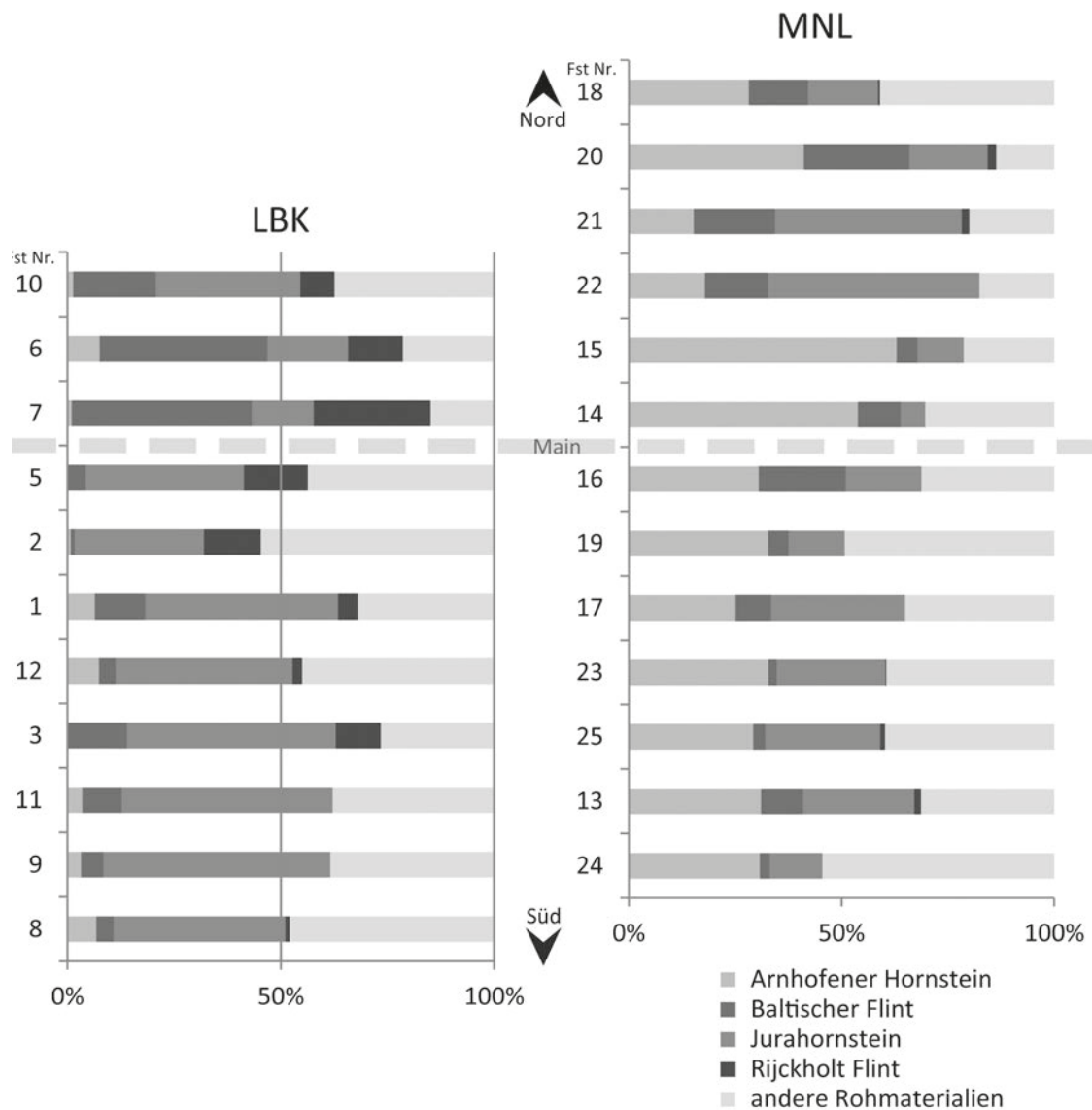


Abb. 4. Rohmaterialanteile der einzelnen Fundstellen. Dargestellt sind nur die wichtigsten Rohmaterialtypen. Die Anordnung der Fundstellen entspricht ihrer realen Anordnung von Süd nach Nord. Der Verlauf des Mains ist schematisch dargestellt.

kaum lokale Rohmaterialtypen genutzt. Stattdessen werden neben dem gebänderten Plattenhornstein aus Abensberg-Arnhofen die gleichen Rohmaterialtypen wie in der Bandkeramik weitergenutzt²⁰. Hinzu kommt, dass das räumliche Verteilungsmuster bestehen bleibt. So spielt Geschiebefeuersstein beispielsweise in den Inventaren im nördlichen Arbeitsgebiet weiterhin eine wichtige Rolle, Jurahornstein im südlichen. Dieses Muster aus kontinuierlichen und diskontinuierlichen Entwicklungen am Übergang vom Alt- zum Mittelneolithikum bestätigt sich auch in der Grundformauswertung (s. auch Scharl, 2010, S. 77-87). Wie bereits während der Bandkeramik dominieren auch in den mittelneolithischen Inventaren Klingen. Durchschnittlich 62% der Grundformen sind als solche anzusprechen. Diese Verteilung muss jedoch getrennt nach Silexvarietät betrachtet werden. Denn während diese Grundformverteilung für Geschiebefeuersstein oder Jurahornstein als Resultat einer Versorgung durch

die Weitergabe von Hand zu Hand interpretiert werden kann, gilt dies nicht für den gebänderten Plattenhornstein. Durch seine plattige Form fallen bei der Klingenherstellung kaum Produktionsabfälle, wie Abschlüge, an, da eine aufwändige Präparation nicht notwendig ist. Dies macht es schwierig, Aussagen zur Versorgung mit gebändertem Plattenhornstein im Mittelneolithikum zu treffen. Denn während bei der Weitergabe von knolligem Rohmaterial von Hand zu Hand der Klingenanteil mit zunehmender Distanz steigt, ist dies beim Plattenhornstein nicht feststellbar. So weisen auch Inventare aus der Nähe der Abbaustelle sehr hohe Klingenanteile von bis zu 50% auf²¹. Durch die erwähnte andere Abbautechnik fallen zudem keine Abfallstücke mit Rindenbedeckung an, so dass auch dieser Wert keine weiteren Aussagen liefern kann. Aus den genannten Gründen müssen andere Indizien herangezogen werden, die Aussagen zur Versorgungsart liefern können. Dazu gehören Restkerne/Kerntrümmer

oder sogenannte Querabschläge – eine spezielle Form des Präparationsabfalls bei plattigem Rohmaterial, die entsteht, wenn durch kleine Abschläge quer zur Bänderung eine erste, sogenannte Kernkanten Klinge herauspräpariert wird (Abb. 3). Die Auswertung der genannten Indizien zeigt jedoch, dass die Zahl dieser Präparationsabfälle sehr gering ist und auch kein geographisches Gefälle aufweist (s. auch Scharl, 2010, S.82). Das heißt, es kann kein Zusammenhang zwischen der Entfernung zur Abbaustelle und der Rohmaterialversorgung (Menge/Qualität im Sinn von Kernen bzw. Fertigprodukten) festgestellt werden. Die Distanz zur Abbaustelle hatte bei diesem Rohmaterialtyp folglich keinen Einfluss auf die Versorgung. Umso bemerkenswerter ist, dass für die Versorgung mit den übrigen Rohmaterialien – wie bereits während der Bandkeramik – die Distanz zur Abbaustelle ein bestimmender Faktor bleibt. Im Mittelneolithikum lassen sich abhängig vom Rohmaterial daher zwei verschiedene Versorgungsmuster erkennen. Eine deutlich direktere Versorgung mit gebändertem Plattenhornstein und eine Versorgung durch die Weitergabe von Hand zu Hand mit den übrigen Rohmaterialtypen. Interessant ist nun, dass sich durch die beschriebenen Veränderungen die Versorgung nicht verbessert hat. Die Modifikationsrate – die als Indikator hierfür gewertet werden kann (s. oben) – ist auf den mittelneolithischen Fundstellen mit durchschnittlich 49% sogar noch höher als auf den bandkeramischen.

Wie ist die direktere Versorgung mit Arnhoferer Hornstein also zu erklären?

Zu dieser Frage existieren verschiedene Erklärungsansätze und die Diskussionen im Rahmen der Tagung „Perspektiven einer neuen ökonomischen Archäologie“ haben weitere Denkanstöße gegeben. Nachfolgend sollen diese kurz erläutert werden.

Arnhofener Hornstein als Ware

G. Roth kommt auf der Basis seiner Auswertungen zum Bergwerk von Arnhofen sowie zu den umgebenden Siedlungen zu dem Schluss, dass der Abbau von Arnhoferer Hornstein saisonal im Rahmen von Teilzeitaktivitäten durch die Bewohner der benachbarten Siedlungen betrieben worden sei. Während der Bandkeramik seien die beiden lokal verfügbaren Rohmaterialformen – Platten- und Knollenhornstein – abgebaut und anschließend durch die Weitergabe von Hand zu Hand verbreitet worden. Zu Beginn des Mittelneolithikums habe jedoch eine gezielte Förderung des Plattenhornsteins für den Tausch eingesetzt (Roth, 2008, S. 917 f.). Roth ordnet den gebänderten Plattenhornstein daher für die Zeit der Bandkeramik noch als „Gut“ ein, das primär zum eigenen Verbrauch diene, während er im Mittelneolithikum zur „Ware“ werde, das heißt zu einem Produkt menschlicher Arbeit, das überwiegend für den Tausch hergestellt wurde. Diese Entwicklung sei durch die natürlichen Eigenschaften des

Plattenhornsteins befördert worden, da z. B. die Zahl der Klingen, die aus einer Platte gewonnen werden können, gut abschätzbar sei und die Klingen bei fortschreitendem Abbau nicht kleiner werden. Darüber hinaus seien die Platten gut teilbar und würden eine Stückelung und Vereinheitlichung der Ware erlauben (Roth, 2008, S. 919 f.). Die am Arnhoferer Hornstein interessierten Bewohner mittelneolithischer Siedlungen, beispielsweise in Nordwestbayern, hätten nun – Roth folgend – einzelne Personen zu diesen Anrainer-Siedlungen im Arnhoferer Revier geschickt, um dort Hornstein einzutauschen. Gegen eine Gegengabe hätten diese dort Rohstücke oder vorpräparierte Kerne erhalten. Darauf deute das Vorhandensein von Kernen sowie der hohe Anteil unmodifizierter Abschläge auf weit von der Abbaustelle entfernten Fundstellen hin. Die Reisenden hätten dabei Silex über den eigenen Bedarf eingetauscht, um diesen dann in der Heimatregion weiter zu tauschen bzw. die Daheimgebliebenen damit zu versorgen. Aufgrund der hohen Anteile Arnhoferer Hornsteins in verschiedenen mittelneolithischen Inventaren im südlichen Mitteleuropa kommt Roth zu dem Schluss, dass zumindest bis in das Gebiet des heutigen Hessens von einer Versorgung durch zielgerichteten Handel auszugehen sei (Roth, 2008, Kapitel 4.3.3.). Dies kann er in einer fall-off-Kurve sichtbar machen (Roth, 2008, S. 769 Abb. 4.20). Diese zeigt, dass die Anteile in der Umgebung der Abbaustelle wie beim Tausch von Hand zu Hand relativ hoch sind. Daran schließt sich ein Bereich an, in dem sich die Anteile verringern. In noch weiterer Entfernung nimmt der Anteil dann wieder stark zu. Wie Roth betont, habe der zielgerichtete Handel bereits in der Bandkeramik als Sonderfall existiert und sei im Mittelneolithikum schließlich zur vorherrschenden Art der Silexweitergabe geworden. Auslöser seien Bedarfsveränderungen am Übergang vom Alt- zum Mittelneolithikum gewesen. Konkret nennt G. Roth Bevölkerungswachstum, das er beispielsweise im benachbarten Niederbayern belegt sieht (Roth, 2008, S. 928). Dabei betont er, dass der (ziel-)gerichtete Handel nicht unbedingt eine zentral gelenkte Aktivität sein müsse. Er beschreibt die ökonomischen Aktivitäten bei dieser Weitergabeform jedoch als eine „eigenständige Betätigung“. Sie seien nicht mehr wie beim Tausch von Hand zu Hand in Formen des sozialen Kontaktes eingebettet. Das Agieren werde fast ausschließlich von ökonomischen Interessen der Beteiligten geleitet (Roth, 2008, S. 927 f.).

Arnhofener Hornstein im Kontext sozialer Entwicklungen und Beziehungen

Die Einbindung der Veränderungen in der Silexversorgung in einen größeren Kontext ermöglicht eine andere Perspektive (hierzu Scharl, 2010). Die archäologischen Hinterlassenschaften aus den beiden hier untersuchten Zeitabschnitten spiegeln am Übergang vom Alt- zum Mittelneolithikum Veränderungen in verschiedenen Bereichen wider. So lassen sich u. a. Verschiebungen im Siedlungssystem erkennen. Im Zuge von Siedlungsge-

bietsausweitungen kommt es zu Neugründungen sowie Verlagerungen im Nahbereich (z. B. Schier, 2006, S. 64). Schließlich lässt sich in verschiedenen Regionen eine Verringerung der Siedlungszahl beobachten, die einhergeht mit der Entwicklung hin zu großflächigeren Plätzen²². U. Eisenhauer spricht in diesem Zusammenhang von echten Dörfern (Eisenhauer, 2002, S. 112 f.). Dies könnte zur Nivellierung der für die Bandkeramik angenommenen Siedlungshierarchie geführt haben. Detailliertere Erkenntnisse hierzu werden jedoch erst im Zuge weiterer und vor allem großflächiger Grabungen von mittelneolithischen Fundplätzen gewonnen werden können.

Neben den Veränderungen im Siedlungswesen tritt mit Großgartach auch eine in vielerlei Hinsicht andere Keramik auf. Bemerkenswert ist vor allem der vergleichsweise aufwändige Keramikdekor, dem – wie Studien aus verschiedenen Regionen zeigen – strenge Dekorregeln zugrunde liegen, die über weite Strecken befolgt werden²³. Hinzu kommen zeitlich sich schnell ablösende Dekor-„Moden“, die ebenfalls überregional befolgt werden. Dies spricht für eine enge Kommunikation zwischen den Siedlungen. In diese Richtung deuten auch zahlreiche Importfunde und Imitationen von Keramik aus dem jeweils benachbarten Kulturenkomplex. So sind auf stichbandkeramischen und Großgartacher Fundplätzen Importe und Imitationen der jeweils anderen Keramik belegt (Biermann, 1997). Ein weiterer Hinweis auf überregional enge Kommunikation ist die Errichtung einer für das südöstliche Mitteleuropa in dieser Zeit typischen Kreisgrabenanlage im nordwestbayerischen Ippesheim. Dieser Fundort gehört aufgrund der dort geborgenen Keramik zum Kulturenkomplex Hinkelstein-Großgartach-Rössen, in dessen Verbreitungsgebiet dieser Anlagentyp jedoch fast völlig fehlt. Die Ippesheimer Anlage weist zudem Bauelemente auf, die es in der Form nur bei den niederbayerischen Fundplätzen gibt. Genannt sei hier insbesondere der Umfassungsgraben, der um Kreisgrabenanlage und Siedlung verläuft (Becker, et al., 2012, S. 243 Abb. 6). Folglich hat hier offenbar eine direkte Kommunikation zwischen beiden Regionen stattgefunden. Als mögliche Folge einer Krise am Ende der Bandkeramik wird die Kommunikation enger. In dieses Bild fügen sich auch die Veränderungen im Siedlungssystem ein. Die erwähnten Konzentrationen zu Beginn des Mittelneolithikums gehen möglicherweise auch einher mit einem Bedeutungszuwachs der Dorfgemeinschaft in diesen Großsiedlungen. Soziologische Studien zeigten jedoch, dass ein dichtes, eng geknüpftes Netzwerk, wie es innerhalb der mittelneolithischen Dorfgemeinschaft existiert haben könnte, den Beteiligten zwar hohe Unterstützung in verschiedenen Bereichen sichert, hingegen einer Außenbedrohung wesentlich schlechter gewachsen ist als ein locker gefügtes, weit verzweigtes Netzwerk (Schweizer, 1989, S. 15 f.). Daher könnte den Außenverbindungen während des Mittelneolithikums eine noch größere Bedeutung zugekommen sein als es schon während der Bandkeramik der Fall gewesen sein dürfte. Ein weiterer Aspekt muss hier ergänzt werden: Wie soziologische

Studien im städtischen Kontext zeigten, ist in Netzwerken mit einer großen Anzahl an Akteuren die Zahl der direkt miteinander verbundenen Personen relativ gering. Der Großteil der Verbindungen zwischen den Akteuren kommt indirekt, durch die gemeinsame Teilnahme an Ereignissen, zustande (Schweizer, 1989, S. 15 f.). Geht man davon aus, dass die weit verbreiteten Gemeinsamkeiten in der materiellen Kultur des Mittelneolithikums ein weiträumiges Netzwerk mit einer entsprechend großen Zahl an Akteuren widerspiegeln, wären – unabhängig davon auf welchen Ideen oder Elementen dieses basiert – regelmäßige Ereignisse eine Grundlage für dessen Entstehung und Erhalt. Der schon erwähnten Kreisgrabenanlage in Ippesheim könnte dabei eine besondere Bedeutung zugekommen sein – denkbar wäre eine Funktion als überregionaler Treffpunkt. Dies wird dadurch unterstrichen, dass das Inventar im Vergleich zu den übrigen Fundstellen eine hohe Diversität an Rohmaterialtypen aufweist. Während der Großteil der untersuchten Inventare zwischen 8 und 12 verschiedene Rohmaterialtypen aufweist, sind es in Ippesheim 18 (s. auch Scharl, 2010, S. 66 Abb. 36). Diese hohe Rohmaterialdiversität kann dahingehend gedeutet werden, dass Menschen aus ganz unterschiedlichen Regionen dort regelmäßig zusammenkamen. Unabhängig von der Lokalität solcher regelmäßigen „Ereignisse“ könnte auch der gebänderte Plattenhornstein durch diese Treffen eine besondere Wertschätzung erfahren haben. Das Verteilungsmuster des Arnhofener Hornsteins wäre damit sowohl Ausdruck für ein verändertes Kommunikationsverhalten als auch Spiegel sozialer Veränderungen zu Beginn des Mittelneolithikums im westlichen Franken. Zusammengefasst können die engeren Kommunikationsnetzwerke die große Menge an Arnhofener Hornstein erklären. Das bewusste Bemühen um Gemeinsamkeit, das sich – im Gegensatz zur stark regionalisierten späten Bandkeramik – in der materiellen Kultur des Mittelneolithikums widerspiegelt, könnte die Beliebtheit des Arnhofener Hornsteins erklären. Hierbei dürften sein charakteristisches Aussehen und der damit verknüpfte hohe Wiedererkennungswert eine wichtige Rolle gespielt haben. Der Arnhofener Hornstein hätte damit vor allem symbolische Bedeutung²⁴. Dies wird gestützt durch die Feststellung, dass die Versorgung trotz der „Umstellung“ auf Arnhofener Hornstein weiterhin knapp blieb und zudem die übrigen Rohmaterialien weiterhin über die Weitergabe von Hand zu Hand akquiriert wurden.

Weitere Perspektiven

Die beschriebenen Veränderungen im räumlichen Verteilungsmuster der mittelneolithischen Silexrohmaterialien lassen weitere Interpretationsmöglichkeiten zu. So ist auch denkbar, dass der Arnhofener Hornstein eine besondere Bedeutung erfuhr und im Rahmen von Zügen junger Männer – möglicherweise im Zusammenhang mit Initiationsriten – akquiriert wurde. Möglicherweise spielt

auch das veränderte Siedlungsmuster im Mittelneolithikum eine entscheidende Rolle. Aufgrund fehlender Grabungen lässt sich dieses jedoch bislang nicht konkret fassen. Das Siedlungsmuster in Nordwestbayern kann aufgrund des derzeitigen Forschungsstandes dahingehend interpretiert werden, dass die Siedlungshierarchie der Bandkeramik nicht fortbesteht. Möglicherweise kommt es jedoch weniger zu einer Nivellierung als vielmehr zu einer Verlagerung der Hierarchie auf eine andere Ebene. Denkbar wäre, dass die Siedlungen mit Kreisgrabenanlage eine herausgehobene Bedeutung im Siedlungsgefüge innehatten. Deren Verteilung ist jedoch weit weniger dicht, als die der zentralen Orte in der Bandkeramik, wodurch großräumigere Versorgungsmuster erklärt werden könnten.

Einen wichtigen Denkanstoß lieferte auch der Vorschlag J. Bröckers, der im Rahmen der Diskussion zu dem hier schriftlich niedergelegten Vortrag auf der Tagung „*Perspektiven einer neuen ökonomischen Archäologie*“ darauf hinwies, dass die gestiegenen Anteile des Arnhofener Hornsteins in den mittelneolithischen Inventaren aus ökonomischer Perspektive auch als Reflexion veränderter Transportkosten interpretiert werden könnten. Konkret wäre hier an veränderte Transportmittel zu denken, die die Überwindung größerer Distanzen vereinfachen. Dies ist jedoch für die untersuchten Zeiträume nicht nachweisbar und muss in diesem konkreten Fallbeispiel ausgeschlossen werden. Für nachfolgende Perioden und andere Fallstudien ist dieses Erklärungsmodell jedoch durchaus diskussionswürdig. A. Windler wies zudem darauf hin, dass auch die Transaktionskosten, die beispielsweise durch unterschiedliche Sprachen und Normen entstehen, gesunken sein könnten.

Die vorangehenden Ausführungen machen deutlich, dass die Veränderungen in der Silexversorgung am Übergang vom Alt- zum Mittelneolithikum in Nordwestbayern durch verschiedene Modelle erklärt werden können. Die vorgeschlagenen Erklärungsansätze, die auf ökonomischen sowie sozialen Perspektiven basieren, stehen sich auf den ersten Blick unvereinbar gegenüber²⁵. Dennoch können beide Perspektiven relevante Aussagen zu den festgestellten Mustern im archäologischen Fundmaterial liefern. Grundlegend ist daher sicherlich die Erkenntnis, dass eine rein ökonomische Perspektive genauso zu kurz greift wie eine rein auf soziale Aspekte ausgerichtete. Die Integration beider Ansätze erhöht die Plausibilität eines Modells mit dem Ziel einer komplexen prähistorischen Realität möglichst gerecht zu werden. Konkret schließen sich die beschriebenen Ansätze nicht aus, sondern ergänzen sich in gewissen Bereichen. Die Bedeutungszunahme des Arnhofener Hornsteins kann mit sozialen Veränderungen erklärt werden, die ökonomisch gut nutzbaren Eigenschaften dieses Plattenhornsteins könnten diese aber durchaus ebenso befördert haben.

Abschließend seien zwei Punkte noch einmal betont: Zum einen ist – wie oben erwähnt – jeder Erklärungsansatz auch eine Frage der Betrachtungsebene. Wie bereits erläutert, greift C. Renfrews „down-the-line“-

Tauschmodell auf einem überregionalen Skalenniveau sehr gut, auf regionaler bzw. kleinregionaler Ebene bricht die bandkeramische Siedlungshierarchie die vermeintlich stetig abnehmende Verteilung verschiedener Rohmaterialien ebenso auf, wie das Vorhandensein bedeutender Flusssysteme, denen eine nicht zu unterschätzende Rolle als überregionale Verkehrswege zugeschrieben werden muss. Zum anderen sei ergänzt, dass im Neolithikum ganz unterschiedliche Organisationsformen von Tausch gleichzeitig nebeneinander existierten. Das hier vorgestellte Beispiel der mittelneolithischen Silexversorgung macht dies deutlich. Das räumliche Verbreitungsmuster weiterer Materialgruppen, ebenso wie ihr Fundkontext, belegen die Existenz weiterer Distributionsmechanismen und -netzwerke, genannt sei hier beispielsweise die Verbreitung von Spondylus-Schmuck, der aus bandkeramischen Gräbern in Süddeutschland vorliegt oder die Verbreitung von Dechselklingen aus Aktinolith-Hornblendeschiefer – abgebaut im Iser Gebirge/Tschechien – auf bandkeramischen Fundstellen in Hessen²⁶. Die Entwicklung von Organisationsformen des Tauschs darf daher keinesfalls als evolutionistisch – vom Einfachen zum Komplexen – begriffen werden, vielmehr ist eine kontextuelle Perspektive notwendig, um sich der Komplexität und Diversität prähistorischer Gesellschaften zu nähern.

Anmerkungen

- 1 Der Beitrag stellt die überarbeitete Fassung eines Vortrags dar, den ich im Rahmen der Tagung „*Perspektiven einer neuen ökonomischen Archäologie*“ im November 2013 an der Ruhr-Universität Bochum gehalten habe.
- 2 Neben Gesteinsrohmaterialien existieren Studien zu ausgewählten weiteren Materialien. Bekanntestes Beispiel ist Spondylus und die Studien, die zu seiner Verbreitung verfasst wurden (z. B. Dimitrijević und Tripčević, 2006; Müller 1997; Müller, et al., 1996; Willms, 1985; Windler, 2013).
- 3 Siehe z. B. Weniger (1991). Ebenfalls anhand von Schmuckschnecken aber auch anderen Funden diskutiert P. Bahn (1982) Austausch für jungpaläolithische Gruppen in den Pyrenäen.
- 4 Hierzu Köhler (1985, S. 21-24) sowie Steuer (1999, S. 502). So weist Steuer darauf hin, dass die eingeschränkte Definition von Handel im Sinne eines echten Markthandels mit Münzgold als Tauschmittel und Wertmesser die „Endstufe der Entwicklung“ darstellt (Steuer 1999, S. 502).
- 5 Objekte müssen über eine gewisse räumliche, vor allem aber soziale Distanz transportiert werden bis sie im archäologischen Fundmaterial als exotisch erkannt werden können. Tausch innerhalb sozialer Einheiten, die über die gleiche oder eine ähnliche materielle Kultur verfügen, bleibt für Archäologen praktisch unsichtbar. Renfrew unterscheidet hier zwischen „internal trade“, der innerhalb einer Gesellschaft von statten geht, im Gegensatz zu „external trade“, bei dem Güter über deutlich weitere Distanzen transportiert werden und von einer sozialen Einheit in eine andere übergehen (Renfrew, 1972, S. 441, S. 463f.).
- 6 Wobei auch Renfrew schon bewusst war, dass beispielsweise die in einer Region genutzten Transportwege – zu Land oder zu Wasser – Modifikationen dieses Modells erfordern (Renfrew, 1972, S. 466).
- 7 Renfrew, 1972, S. 466; Zimmermann, 1995, S. 81. Die Abnahme der Anteile erklärt sich dadurch, dass derjenige, der das Rohmaterial weitergibt, Teile davon für sich behält.
- 8 Eine ausführlichere Darstellung der Ergebnisse findet sich in Scharl (2010).

- 9 Eine Fundstelle – Theilenhofen – liegt deutlich weiter südlich. Sie ist nicht Teil der Besiedlung auf den genannten Lössflächen. Generell ist fraglich, ob es sich dabei überhaupt um eine Siedlung handelt oder um eine Art Rastplatz, der beim Transport von Silex von Arnhofen nach Norden entstand. Auf dieses Inventar soll in diesem Beitrag jedoch nicht gesondert eingegangen werden.
- 10 Fundstellen der ältesten und älteren Bandkeramik wurden nicht mit in die Studie einbezogen. Ein Grund hierfür ist ihre geringe Zahl und damit die sehr lückenhafte Quellengrundlage. Ein weiterer ist, dass sich die Silexversorgung der ältesten und der entwickelten Bandkeramik unterscheiden, so dass eine gemeinsame Analyse kein konsistentes Bild liefern würde (siehe auch Zimmermann, 1995, S. 22).
- 11 Eine ausführliche Quellenkritik findet sich bei Scharl (2010, S. 23-30).
- 12 Das Gewicht wurde gewählt, da die anderen Maße – v. a. Länge und Breite – stark durch die Beschädigung durch den Pflug beeinflusst sind.
- 13 S. auch Scharl (2010, S. 89 f.). Im Vergleich dazu weisen beispielsweise die Grundformen von Fundorten im Rheinland, das als „gut versorgt“ gilt, bis zu einem Drittel Rindenanteil auf, wie z. B. in Langweiler 16 oder Laurenzberg 7 (Gaffrey, 1994, S. 422 f. Abb. 15 und 16).
- 14 Da die Auswertungen überwiegend auf Oberflächenfundstellen basieren muss jedoch in einem ersten Schritt überprüft werden, ob kleine und kleinste Stücke bei der Bergung übersehen wurden. Eines der in der Fallstudie untersuchten Inventare wurde jedoch im Rahmen wiederholter, systematischer Rasterbegehungen geborgen (durchgeführt von einer Gruppe Studierender der Universitäten Bamberg und Würzburg unter der Leitung von Prof. Dr. W. Schier). Kleine Stücke wurden soweit vorhanden ganz bewusst aufgesammelt. Diese Stichprobe kann als Referenzprobe für die Bergungsqualität verwendet werden. Sie zeigt, dass das Fehlen kleinerer Stücke (unter 1 cm) nicht als Artefakt der Bergungsgenauigkeit interpretiert werden kann (s. auch Scharl, 2010, S. 27-30).
- 15 So liegen im Untersuchungsgebiet keine Kerne aus Rijckholt-Feuerstein vor und Kerne aus baltischem Feuerstein sind nur nördlich des Mains belegt.
- 16 Dies kann nicht darauf zurückgeführt werden, dass der Großteil der untersuchten Klingen aus Oberflächenaufsammlungen stammt. Wie der Vergleich der Klingenmaße mit Oberflächenfundstellen aus anderen Regionen zeigt, besteht keine Zusammenhang zwischen Klingengröße und Art der Fundbergung. Das heißt zum einen, dass Klingen von Oberflächenfundstellen in anderen Regionen deutlich größer sind, als die in Nordwestbayern geborgenen. Zum anderen zeigt sich, dass Klingen, die im Untersuchungsgebiet im Rahmen von Grabungen geborgen wurden, nicht größer sind, als Klingen, die aus Oberflächenfundstellen stammen (und damit der Zerstörung durch den Pflug ausgesetzt waren).
- 17 S. auch Scharl (2010, S. 115 Abb. 97). Der Variationskoeffizient der einzelnen Maße ist ein Maß für die Streuung. Er errechnet sich aus der Standardabweichung geteilt durch den Mittelwert eines Maßes. Der Vorteil des Variationskoeffizienten (= relative Standardabweichung) gegenüber der Standardabweichung ist, dass auch Variablen mit sehr unterschiedlichen Mittelwerten miteinander verglichen werden können, daher wird er hier der Standardabweichung vorgezogen (Vgl. auch Kieselbach und Schlichtherle, 1998, S. 160).
- 18 Archäologische Kriterien, die als Definitionsgrundlage für zentrale Orte dienen, sind die Siedlungsgröße (als indirekter Hinweis auf eine größere Einwohnerzahl) und -dauer, materielle Belege für einen größeren Interaktionsradius in Form von Importgütern bzw. von exotischen Materialien und der höhere Anteil handwerklicher Tätigkeit (Spezialisten/Überschuss-Produktion) (s. Zimmermann, 1995, S. 71). Saile definierte weitere Kriterien, die vor allem auf die von ihm bearbeitete Gattung der Oberflächenfundstellen übertragbar waren. Neben einer langen Laufzeit und einer überdurchschnittlich großen räumlichen Ausdehnung, sieht er auch die exponierte Lage, umfangreiches Fundmaterial und ein breites Fundspektrum als Hinweis auf zentralörtliche Funktionen (Saile, 1998, S. 185). Und schließlich ist auch die Existenz kommunaler Einrichtungen, wie z. B. Erdwerke und eventuell auch Brunnen hier anzufügen.
- 19 Die Entfernung zwischen Bergwerk und Mairdreieck beträgt ca. 150 km Luftlinie.
- 20 Eine Ausnahme bildet der Westische Feuerstein. Die als Rijckholt bestimmte Varietät spielt in der mittneolithischen Rohmaterialversorgung keine Rolle mehr. Hier spiegelt sich jedoch ein überregionaler Trend wider, da dieses Rohmaterial nach dem Ende der Bandkeramik für einige Jahrhunderte in vielen Regionen an Bedeutung verliert (Zimmermann, 1995, S. 16).
- 21 So z. B. in der mittneolithischen Siedlung von Hienheim (De Grooth, 1977, S. 68 f. Abb. 26 oben).
- 22 Dorn-Ihmig, 1983, S. 54; Eisenhauer, 2002, S. 117; Engelhardt, 1981, S. 69; Lindig, 2002, S. 200; Linke, 1976, S. 53; Lönne, 2003, S. 26 f.; Lüning, 2000, S. 17; Saile, 1998, S. 146.
- 23 Wetterau (Eisenhauer, 2002), Niedersachsen (Lönne, 2003), Neckarmündungsgebiet (Lindig, 2002), Nordwestmittelfranken (Suhrieb, 2003). Dies gilt auch für das späte Mittelneolithikum in Rheinhessen, das von Dammers bearbeitet wurde (Dammers, 2001; dies. 2003, S. 110 f.).
- 24 Auf den ersten Blick alltägliche Praktiken, wie die Versorgung mit Silexrohmaterial sind – dies zeigen die Ansätze der social agency eindrücklich – nicht nur geprägt von materiellen, funktionalen und rationalen Faktoren, sondern auch von sozialen und symbolischen (siehe z. B. Dobres, 2000, S. 123).
- 25 Hier scheint wieder einmal die alte Debatte zwischen Primitivisten und Modernisten bzw. Substantivisten und Formalisten auf.
- 26 Müller, et al., 1996; Nieszery, 1995; Ramminger, 2007.

Literatur

- Bahn, P., 1982. Intersite and interregional links in the Upper Palaeolithic: the Pyrenean evidence. *Oxford Journal of Archaeology* 1(3), S. 247-268.
- Bakels, C., 1978. *Four Linearbandkeramik Settlements and their Environment. A Palaeoecological Study of Sittard, Stein, Elsloo and Hienheim*. *Analecta Praehistorica Leidensia* 11. Leiden: Leiden University Press.
- Becker, C., Scharl, S. und Zerl, T., 2012. Ippesheim – Interdisziplinäre Untersuchungen in einer mittneolithischen Siedlung mit Kreisgrabenanlage. *Prähistorische Zeitschrift*, 87(2), S. 236-260.
- Biermann, E., 1997. *Großgartach und Oberlauterbach. Interregionale Beziehungen im süddeutschen Mittelneolithikum*. Archäologische Berichte, 8. Bonn: Habelt.
- Chapman, J., 2008. Approaches to Trade and Exchange in Earlier Prehistory (Late Mesolithic – Early Bronze Age). In: A. Jones, Hrsg. *Prehistoric Europe. Theory and Practice*. Blackwell studies in global archaeology, 12. Malden: Blackwell, S. 333-355.
- Dammers, B., 2001. *Die Keramik der Rössener Kultur in Rheinhessen*. Dr. phil. Johannes Gutenberg-Universität Mainz. Verfügbar unter: <<http://ubm.opus.hbz-nrw.de/volltexte/2005/790/pdf/diss.pdf>>.
- Dammers, B., 2003. Das Mittelneolithikum in Rheinhessen. In: B. Heide Hrsg. *Leben und Sterben in der Steinzeit*. Katalog zur Ausstellung im Landesmuseum Mainz, 22. Juni – 21. September 2003. Mainz: Philipp von Zabern, S. 101-120.
- Dimitrijević, V. und Tripčević, B., 2006. Spondylus und Glycymeris bracelets: trade reflections at Neolithic Vinča-Belo Brdo. *Documenta Praehistorica*, 33, S. 237-252.
- Dobres, M.-A., 2000. *Technology and social agency. Outlining a Practice Framework for Archaeology*. Oxford: Wiley-Blackwell.
- Dorn-Ihmig, M., 1983. *Neolithische Siedlungen der Rössener Kultur in der Niederrheinischen Bucht*. Materialien zur Allgemeinen und Vergleichenden Archäologie, 21. München: Beck.
- Eisenhauer, U., 2002. *Untersuchungen zur Siedlungs- und Kulturgeschichte des Mittelneolithikums in der Wetterau*. Universitätsforschungen zur Prähistorischen Archäologie, 89. Bonn: Habelt.
- Engelhardt, B., 1981. *Das Neolithikum in Mittelfranken. I. Alt und Mittelneolithikum*. Materialhefte zur bayerischen Vorgeschichte A

42. Kallmünz: Michael Laßleben.

Floss, H., 1994. *Rohmaterialversorgung im Paläolithikum des Mittelrheingebietes*. Monographien des Römisch-Germanischen Zentralmuseums, 21. Bonn: Habelt.

Gaffrey, J., 1994. Die Steininventare der bandkeramischen Siedlungsplätze Langweiler 16 und Laurenzberg 8. In: J. Lüning, P. Stehli, Hrsg. *Die Bandkeramik im Merzbachtal auf der Aldenhovener Platte*. Rheinische Ausgrabungen, 36. Köln: Rheinland-Verl., S. 395–531.

Godelier, M., 1973. *Ökonomische Anthropologie. Untersuchungen zum Begriff der sozialen Struktur primitiver Gesellschaften*. Hamburg: Rowohlt.

De Grooth, M., 1977. Silex der Bandkeramik. In: P.J.R. Modderman, *Die Neolithische Besiedlung bei Hienheim, Lkr. Kelheim. I. Die Ausgrabungen am Weinberg 1965 bis 1970*. Analecta Praehistorica Leidensia, 10. Leiden: Leiden Univ. Press, S. 59-70.

De Grooth, M., 1994. Die Versorgung mit Silex in der bandkeramischen Siedlung Hienheim „Am Weinberg“ (Lkr. Kelheim) und die Organisation des Abbaus auf gebänderte Plattenhornsteine im Revier Arnhofen (Lkr. Kelheim). *Germania*, 72(2), S. 355-407.

Harding, A., 1987. Fernhandel in der Bronzezeit: Analyse und Interpretation. *Saeculum*, 38, S. 297-311.

Hodder, I., 1984. Archaeology in 1984. *Antiquity*, 58, S. 25-32.

Jankuhn, H., 1987. Kriterien für Handelsgut im archäologischen Fundmaterial. In: K. Düwel, H. Jankuhn, H. Siems, D. Timpe, Hrsg. *Untersuchungen zu Handel und Verkehr der vor- und frühgeschichtlichen Zeit in Mittel- und Nordeuropa. 4. Der Handel der Karolinger- und Wikingerzeit*. Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften in Göttingen. Philologisch-Historische Klasse Dritte Folge, Nr. 156. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht, S. 198-199.

Kegler-Graiewski, N. und Zimmermann, A., 2003. Exchange systems of stone artefacts in the European Neolithic. In: L. Burnez-Lanotte, *Production and Management of Lithic Materials in the European Linearbandkeramik*. Actes du XIVème congrès UISPP, Université de Liège, Belgique, 2 - 8 septembre 2001, section 9, Néolithique au Proche-Orient et en Europe. BAR International Series, 1200. Oxford: Archaeopress, S. 31-35.

Kieselbach P. und Schlichtherle, H., 1998. Silexfunde von Reute-Schorrenried. In: M. Mainberger, A. Billamboz, Hrsg. *Das Moordorf von Reute. Archäologische Untersuchungen in der jungneolithischen Siedlung Reute-Schorrenried*. Staufeu: Teraqua CAP, S. 151-184.

Köhler, U., 1985. Formen des Handels aus ethnologischer Sicht. In: K. Düwel, H. Jankuhn, H. Siems, D. Timpe Hrsg. *Untersuchungen zu Handel und Verkehr der vor- und frühgeschichtlichen Zeit in Mittel- und Nordeuropa. 1. Methodische Grundlagen und Darstellungen zum Handel in vorgeschichtlicher Zeit und in der Antike*. Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften in Göttingen. Philologisch-Historische Klasse Dritte Folge Nr. 143, Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht, S. 13-55.

Lindig, S., 2002. *Das Früh- und Mittelneolithikum im Neckarmündungsgebiet*. Universitätsforschungen zur Prähistorischen Archäologie, 85, Bonn: Habelt.

Linke, W., 1976. *Frühstes Bauerntum und geographische Umwelt. Eine historisch-geographische Untersuchung des Früh- und Mittelneolithikums westfälischer und nordhessischer Bördelandschaften*. Bochumer Geographische Arbeiten, 28, Paderborn: Schöningh.

Lönne, P., 2003. *Das Mittelneolithikum im südlichen Niedersachsen. Untersuchungen zum Kulturenkomplex Großgartach – Planig-Friedberg – Rössen und zur Stichbandkeramik*. Materialhefte zur Ur- und Frühgeschichte Niedersachsens A31. Rahden/Westf. Marie Leidorf.

Lüning, J., 2000. *Steinzeitliche Bauern in Deutschland. Die Landwirtschaft im Neolithikum*. Universitätsforschungen zur Prähistorischen Archäologie, 58, Bonn: Habelt.

Müller, J., 1997. Neolithische und chalkolithische Spondylus-Artefakte. Anmerkungen zu Verbreitung, Tauschgebiet und sozialer Funktion. In: C. Becker, M.-L. Dunkelmann, C. Metzner-Nebelsick, H. Peter-Röcher, M. Roeder, B. Terzan, Hrsg. *Chronos. Beiträge zur prähistorischen Archäologie zwischen Nord- und Südosteuropa*: Festschrift für Bernhard Hänsel. Internationale Archäologie, Studia Honoria 1. Espelkamp: Marie Leidorf, S. 91-106.

Müller, J., Herrera, A. und Knossalla, N., 1996. Spondylus und Dechsel – Zwei gegensätzliche Hinweise auf Prestige in der mitteleuropäischen Bandkeramik? In: R. Bernbeck, J. Müller, Hrsg. *Prestige – Prestigegüter – Sozialstrukturen. Beispiele aus dem europäischen und vorderasiatischen Neolithikum*. Archäologische Berichte, 6. Bonn: Habelt, S. 1–27.

Nieszery, N., 1995. *Linearbandkeramische Gräberfelder in Bayern*. Internationale Archäologie, 16. Rahden/Westfalen: Maria Leidorf.

Ramminger, B., 2007. *Wirtschaftsarchäologische Untersuchungen zu alt- und mittelneolithischen Felssteingeräten in Mittel- und Nordhessen*. Archäologie und Rohmaterialversorgung. Internationale Archäologie, 102. Rahden/Westfalen: Maria Leidorf.

Renfrew, C., 1972. *The Emergence of Civilisation. The Cyclades and the Aegean in the third Millennium B.C*. London: Methuen Publishing Ltd.

Renfrew, C., 1984. *Approaches to social archaeology*. Edinburgh: Edinburgh University Press.

Renfrew, C., Dixon, J. und Crann, J., 1968. Further analysis of Near Eastern obsidian. *Proc. Prehist. Soc.* 34, 1968, S. 319-331.

Renfrew, C. und Bahn, P., 1996. *Archaeology. Theories, method and practice*. London: Thames & Hudson.

Riedhammer, K., 2006. Mittelneolithikum – Eine neue Zeit mit alten Wurzeln. In: C.S. Sommer, Hrsg. *Archäologie in Bayern. Fenster zur Vergangenheit*. Regensburg: F. Pustet, S. 65-74.

Roth, G., 2008. *Geben und Nehmen – Eine wirtschaftshistorische Studie zum neolithischen Hornsteinbergbau von Abensberg-Arnhofen, Kr. Kelheim (Niederbayern)*. Phil. Diss. Universität zu Köln. Verfügbar unter: <<http://kups.ub.uni-koeln.de/id/eprint/4176>>.

Saile, T., 1998. *Untersuchungen zur ur- und frühgeschichtlichen Besiedlung der nördlichen Wetterau*. Materialien zur Vor- und Frühgeschichte von Hessen, 21. Wiesbaden: Landesamt für Denkmalpflege Hessen

Scharl, S., 2010. *Versorgungsstrategien und Tauschnetzwerke im Alt- und Mittelneolithikum. Die Silexversorgung im westlichen Franken*. Berliner Archäologische Forschungen 7. Rahden/Westfalen: Maria Leidorf.

Schier, W., 2006. Siedlungsdynamik am Übergang vom Alt- zum Mittelneolithikum. In: C.S. Sommer, Hrsg., *Archäologie in Bayern. Fenster zur Vergangenheit*. Regensburg: F. Pustet, S. 64.

Schweizer, T., 1989. Netzwerkanalyse als moderne Strukturanalyse. In: T. Schweizer, Hrsg. *Netzwerkanalyse: Ethnologische Perspektiven*. Berlin: Reimer, S. 1–25.

Steuer, H., 1999. *Handel II. Archäologie und Geschichte*. RGA XIII, Berlin, New York: De Gruyter, S. 502-574.

Suhrbier, S., 2003. *Untersuchungen zu Oberflächenfundplätzen des Mittelneolithikums im Gollachgau*. Magisterarbeit, Univ. Würzburg.

Torrence, R., 1986. *Production and exchange of stone tools: prehistoric obsidian in the Aegean*. New studies in archaeology, 13, Cambridge: Cambridge University Press.

Weniger, G.-C., 1991. Überlegungen zur Mobilität jägerischer Gruppen im Jungpaläolithikum. *Saeculum. Jahrbuch für Universalgeschichte*, 42, S. 82-103.

Willms, C., 1985. Neolithischer Spondylusschmuck. Hundert Jahre Forschung. *Germania*, 63, S. 331-343.

Windler, A., 2013. From the Aegean Sea to the Parisian Basin. How Spondylus can rearrange our view on trade and exchange. *Metalla* 20(2), S. 95-106.

Zimmermann, A., 1995. *Austauschsysteme von Silexartefakten in der Bandkeramik Mitteleuropas*. Universitätsforschungen zur Prähistorischen Archäologie, 26. Bonn: Habelt.

Simon Timberlake

Experimental archaeology in Bronze Age mining and smelting – hard rock, hot metal, new ideas

ABSTRACT: *Experimental reconstructions of Bronze Age copper mining processes at Cwmystwyth, Wales by the author and the Early Mines Research Group (UK) in the 1990s were undertaken prior to, and also during the archaeological excavation of this mine. Adopting this approach (known as predictive experimental archaeology) enabled us to anticipate the sorts of tool remains and debris we might encounter, and as a result predict the finds of antler picks and hammerstone handles.*

More recent mining and gold extraction experiments carried out at the 4th–3rd millennium BC mine of Sakdrisi in Georgia as part of the joint Deutsches Bergbau-Museum Bochum-National Museum of Georgia investigation of this site has successfully shown how mining was undertaken within these hard silica-rich rocks, and how the iron oxide vein gossan was then pulverised and washed to recover the fine-grained gold. This work suggests that upwards of 9000 tons of wood may have been used in firesetting and the mining of 250–460 kg gold. In fact, there are a number of similarities between this site and the Early Bronze Age tin mine and processing settlement of Kestel/ Goltepe in Anatolia.

As regards smelting, a number of different models of potential Early Bronze Age-type furnaces have been experimented with over the years, but all of these had used manufactured charcoal as a fuel. However, in 2013 a successful smelt of a locally sourced oxidised copper ore was achieved at Pločnik in Serbia, using just an open wood fire over a pit. This was achieved by raising the temperature of the resulting ember heap using bag bellows. The simple technique produced a small slag cake containing copper prills which were then extracted and re-melted. This same experiment was repeated later in the UK, producing copper prills as well as melting raw copper droplets inside a sealed crucible under moderately oxidising conditions, perhaps providing a model for the earliest ‘bonfire-type’ furnaces. Recent experiments carried out on the Great Orme and at other Bronze Age mines in Britain have shown us how these fully or partially-oxidised ores may be smelted in simple hearths, providing us with a model for production alongside samples for analysis, and for comparing source metal with metalwork.

KEYWORDS: EXPERIMENTAL, MINING, FIRESETTING, GOLD EXTRACTION, COPPER SMELTING

Introduction

Mining and smelting are both activities which are difficult to interpret from the ancient archaeological record, since in many cases we are dealing with absent, confusing, or indeed negative evidence concerning the identity of the minerals being mined and the various stages of the subsequent extractive process. For this reason, pro-active experimentation based sometimes on very little surviving evidence has been used as a means to predict the types of traces which might be found; the route these experiments take invariably being guided subjectively, by attempting the simplest or minimalist approach, the only pre-condition here being a considerable familiarity with handling original materials and tools, as well as a ‘closeness’ to the relevant archaeological investigation – preferably as researcher, experimenter, and excavator. Such an approach may be deemed neither processual

nor post-processual in nature (Hodder, 1982); being at the same time an ‘immersed’ activity undertaken as a craft, as well as an objectively pursued experiment.

Considering the task of metal mining, whatever minerals were being sought as an ore will in most instances have been extracted, processed, and then finally removed from site. With ‘primitive mining’, we might be looking at a quite time-consuming selection of ore, followed by hand-crushing, hand-picking and piecemeal separation of mineral. When we compare the prehistoric approach to that for modern mining, the former may sometimes appear to be the more efficient (or perhaps thorough) in terms of the removal of mineral, so much so in fact that what might seem a perfectly straightforward question, i.e. ‘was this a copper or lead mine’ might be a difficult one to answer, since both ores occur together, and there maybe little trace of either (Bick, 1999; Mighall, et al., 2000). Even

if we could confirm it was a copper mine, we would still need to ask the question whether it was the sulphide or oxide minerals that they were extracting, or for that matter a combination of the two? (see Craddock, 1995, p.11 and p.32; Timberlake, 2003, pp.100-102; Timberlake and Marshall, 2013, p.80).

Mine spoil as an artefact of the mining process will normally survive the test of time, yet this may also have a subsequent history of re-deposition and mixing, including contamination with later infill. Few if any mines have not been re-worked at some point. Thus, the archaeology of these deposits can be complex and difficult to interpret. Even so, some prehistoric mining tools, such as stone hammers and crushing stones, have a good record of survival, yet these implements are often re-cycled (sometimes over hundreds if not thousands of years), then re-deposited, with the fragments of their use thus ending up scattered widely across a site.

A significant number of prehistoric tools would have been wholly or even partly made from organic materials (such as the handles of hammerstones), and once broken or worn these would have been discarded, and more often than not thrown down and used as floor materials within the waterlogged areas of the mine, where they might survive. Alternatively such objects might be consigned to the poorly-preserved oxidising environment of the waste heaps, where there was little chance of survival. On other occasions, these tools may have ended up being re-cycled and consumed as fuel within the next fireset hearth (Timberlake, 2003, p.71). Because of this, much less than expected ever survives of the full range of tools used, and still less of the minerals extracted. What we do have instead are the dispersed fragments of a known activity still poorly understood, alongside the negative evidence of the ore(s) removed.

Experiments in the mining and processing of prehistoric ores

Experimentation with stone mining tools

The earliest experiments in mining using un-modified stone tools against fireset and unfireset rock at our experimental site at Cwmystwyth Mine in Wales in 1987/1988 left us with the over-riding impression that such tools must originally have been used with some sort of fixed or flexible handle; for reasons of effectiveness as well as self-preservation (Pickin and Timberlake, 1988).

Handles made of hazel sticks or twisted willow withies were first used by us in mining experiments a year later (see Craddock, 1990). Large cobbles could be hafted this way without grooving them, sometimes with little or no notching of the stones required. Experimentally this was a distinct improvement, although the use of willow permitted too much 'wobble' in the hammer-head, thus reducing the effectiveness of the tool through delivering

more glancing blows, a problem alleviated by using slightly more rigid hazel stick handles. Hemp twine and leather, later substituted by rawhide strips, were used for binding and knotting the cobbles in position. These were loosely modelled on the images of hafted tools recovered with the mummified remains of a 1800 year-old Indian miner euphemistically referred to as 'Copper Man' whose body was discovered within the Restauradora Mine, Chuquicamata within the Atacama Desert of Northern Chile in 1899 (Bird, 1979). My colleague Brenda Craddock then had the opportunity to study another similarly-hafted hammer from Chuquicamata (Fig. 1) when this item turned up on



Fig. 1. Hammerstone with wood and skin hafting and handle from Chuquicamata, Chile (photo: Paul Craddock).

loan at the British Museum in 2000 (Craddock, B., et al., 2003). That investigation confirmed our perceptions of how these tools were made; a design that in many specific details also resembled what we had found during the course of preliminary experimentation, the latter partly based on the model we had already predicted. However, a new analysis of the tool did help to refine this, which in turn fed into our experimental approach. In fact, the criterion we subsequently adopted for continuing to use these hafting techniques in our reconstructions was the global similarity we noted in the shape and modifications present in 'prehistoric' stone mining tools (ibid., p.63); it being reasonable also to assume that the hafting of these cob-

bles would likewise have been similar. We might refer to this phenomenon as being an example of a ‘simultaneous or repeated re-invention’ – where similar (or identical) designs are governed by similar utilitarian needs.

It did not take long to realize that such hammers could only have been used underarm, if the stones were to be retained within the haftings! This type of skill-acquisition in experimentation offered up simple yet obvious answers to a number of questions regarding the use of hammer-stones within the Bronze Age mine at Cwmystwyth (Timberlake, 2003); for example, how and why were large numbers of triangular-shaped cobbles used only at the broad end? Quite simply, with each use of the tool the cobble would be jammed back into the ligature of the hafting, whilst the use of the other end without extensive notching of the cobble would eject it (ibid., p.94).

The bruising of the fibres, their twisting, then the looping of a single withy (hazel) handle around the cobble and its fastening with rawhide suddenly seemed obvious as a simple technique for the hafting of short-lived mining hammers. As a result, the strength and efficiency of the experimental tools improved. Larger cobbles could now be hafted, whilst accurate work could still be achieved using smaller hammers (< 1 kg); in some cases these have dislodged up to a ton of rock with only minimal repairs to the haftings (Timberlake, 2007, p.30). The facets and spalling surfaces produced on these cobbles have since been examined with an eye to recognizing the very same types of wear amongst the tools recovered from the excavations. Similar sorts of bi-lateral notches pecked or ground into the sides of the experimental cobbles for hafting have now been recognized within excavated examples, as have the facets on the flat surfaces of pebbles for the insertion of wedges to secure this, alongside wear marks resulting from their use as ore crushing anvils. Interestingly we also predicted the re-use of some of the large stone flakes or spalls detached from the hammerstones during primary rock-breaking as chisels or wedges. We then found evidence for this tool use within the Bronze Age mine (Timberlake and Craddock, 2013, p.45), the wear on the flake edges clearly recognisable from the rounding-off of the fracture surfaces.

However, the true worth of this experimental approach was most impressively demonstrated following our examination of the broken bindings of the tools we had just been experimenting with. By documenting these we believed we would be able to predict how, why and where such handles might break, and more importantly, what these fragments might look like if we found them preserved within archaeological deposits. This familiarity with the material enabled Brenda Craddock to immediately recognize one half of a withy handle she saw lying within a waterlogged area of the excavations on Copa Hill in 1995 (Fig. 2). At the same time she was able to predict the probable find of a second half of the same broken handle some centimetres away from the first; both pieces being found where the broken haft for the hammer haft failed and was thrown down upon the wet floor of the mine



Fig. 2. Broken withy handle for a hammerstone found within the Bronze Age Copper Mine on Copa Hill, Cwmystwyth 1995 (photo: Simon Timberlake).

some 4000 years ago (Timberlake, 2002, p.345; 2003, p.72). Unknowingly, we had re-enacted the same event within one of our own experiments, and as consequence were well-informed as to what to expect.

Experimentation with the use of antler picks

Picks of red deer antler were first used in mining experiments at Cwmystwyth in 1990 as a means to test their effectiveness against hard rocks. These tools were used in a very different way to metal picks, functioning as quite effective mallets to knock out freshly fireset rock, or else as levers to prise away blocks after this rock had first been fractured and loosened-up by hammer stones (cf. the mode of antler pick use in Neolithic flint mines). Approximately 1.5 tons of fireset rock were removed using one experimental pick. This alternation between the use of stone and antler tools in breaking down the recently fireset rock use proved so effective that we suggested these picks might have been used regularly within the mines, despite the lack of archaeological evidence (Timberlake, 1990a). It wasn't that surprising therefore when we found examples of similar tools the following year within the mine on Copa Hill – these turned up just as soon as we encountered the right conditions for their preservation (as determined by the Eh / pH values and waterlogging of the surrounding mining sediments). Convinced by our experimental method, and a better understanding of the ‘mindset’ of the prehistoric copper miner, we adapted our excavation technique to work much more slowly and carefully within what we now recognised to be the more promising areas of the mine. Of the more complete tools we found, one was a broken pick and the other a hammer / pick; both made of red deer (*Cervus elephus*) antler. The latter implement had been roughly prepared (with the end of the shaft broken off and the second tine removed by an axe), then used first as a prising pick, subsequently as a percussive tool, until the first tine had been worn down to a stub. This was then turned around, and used on the hardest part of the antler (i.e. the crown) as a mallet. This type of secondary use and wear was exactly what we had



Fig 3. Pecking a notch around a cobble to make a hammerstone for hafting, Sakdrisi Mine, Georgia 2013 (photo: Simon Timberlake).

experienced ourselves during the course of our earlier experiments. It was a case of instant recognition.

Many other small fragments of antler have since been found within the mine – most of these indifferently preserved. From the quantification of all this and the evidence of our experimental work it has been estimated that each pick could have assisted in the removal of between 15 and 25 tons of rock. It is conceivable therefore that upwards of 100 to 300 antlers may have been brought up to site (Timberlake, 2003, p.84). It is useful to compare this sort of estimate with the evidence recovered from some of the Neolithic flint mines where antler picks were the main tools of extraction, typically in the very much softer chalk rocks. At Grimes Graves in Norfolk, several hundred picks were found per shaft (Mercer, 1981).

Experimental mining and gold extraction at Sakdrisi Mine, Kazreti, Georgia

In 2011 and 2013, firesetting, mining and gold extraction experiments were carried out at the site of a late 4th–early 3rd millennium BC gold mine of the Kura-Axes culture, a site being excavated by a joint German-Georgian archaeological team of as part of the 2007–2014 Bochum Caucasus project (Stöllner, et al., 2014).

Sakdrisi Mine has been claimed, with some justification, as being the earliest example of (hard-rock) gold mining in the ancient world (Stöllner, et al., 2008). Its greatest enigma is that the gold grains present within the quartz-hematite veins making up the gossan zone of this massive sulphide deposit are so small (< 0.5 mm) as to be invisible to the naked eye in hand specimen. Although it is possible that the source of this gold was once traced by progressive alluvial recovery along the bed of the nearby Mashavera River, it remains difficult to comprehend how this particular deposit consisting of quartz veins carrying only 10-100 ppm of gold in a very finely dissem-



Fig 4. 'Chuquicamata-type' experimental mining hammer used at Sakdrisi Mine in 2011 (photo: Deutsches Bergbau-Museum Bochum).



Fig 5. 'Mitterberg-type' experimental mining hammer used at Sakdrisi Mine in 2011 (photo: Deutsches Bergbau-Museum Bochum).

inated form was identified from amongst hundreds of other less-enriched ones. Moreover, how did they come up with an effective strategy to work it?

Experiments in mining were undertaken by Simon Timberlake, Thomas Stöllner and Brenda Craddock during the summer seasons of 2011 and 2013. The specific experimental sites consisted of several unworked veins exposed within a rock section located on the side of a modern prospection road immediately to the west of Mine no.2 (i.e. the 'face' and Veins A-C, see Fig. 6), another at an underground location within one of the modern mine galleries, and several further ones located inside of the ancient open works (i.e. Area B2/3 F.10135 and the nearby NW Rift). The hardness (i.e. degree of silicification) of the rhyodacitic country rock varied considerably between these various locations, this proving a difficult variable to quantify.

Making tools

Following a metrical/morphological study of the cobbles used as mining tools, a series of experiments were devised which involved collecting a range of suitably-sized,

	Fireset 1	Fireset 2	Fireset 3	Fireset 4	Fireset 5	Fireset 6	Fireset 7	Fireset 8	Fireset 9	Fireset 10	Fireset 11
wood (kg)	207	47	84	173	47	77.4	50	89	50	50	20
wood sp.	oak	oak	oak	oak	oak	oak	oak	oak	oak	oak	oak
wood size (m)	0.8-1.1	0.5-0.8	branch	0.3-0.8	branch	0.8	0.5	0.5-0.8	0.5	0.5	branch
duration (hrs)	2.4	2	1	1.75	2.15	2.6	1	2.4	1.2	1.4	1.1
max temp (°C)		796	500	577	746	762	746	666	826	472	577
water douse (kg)	Y	N	N	Y	N	Y	N	Y	N	N	N
exfol rock (kg)	9.2			4.3	2	5.6		3.26	0.66	6.3	0.3
pick rock (kg)	35	14	12.2	9.4	7.7	7.5	69	22	6.6	5.1	1.4
hammer rock (kg)	134	86	26	34.5	24.1	15.75		16	2.9	6.6	7.8
depth (mm)						10-20		10			
site	face	vein A	underg	vein B	vein B	vein B	vein C	face	F10135	NW Rift	vein B
mining time (hrs)				1.5	1	1		1		0.5	0.5
TOTAL rock (kg)	178	100	38	48	34	29	69	41	10	18	10
ratio wood: rock	1: 0.86	1: 2.13	1: 0.45	1: 0.3	1: 0.72	1: 0.4	1: 1.38	1: 0.46	1: 0.2	1: 0.36	1: 0.5

Tab. 1. Experimental firesetting and mining experiments at Sakdrisi Mine (2011 + 2013).

ovate wedge shaped cobbles of mostly fine-grained crystalline igneous rocks weighing between 1-4 kg from the bed of the nearby Mashavera River. Some 32 of these cobbles were then hafted in a variety of ways for comparison in terms of their use style, effectiveness in removing rock, and robustness against both fireset and un-fireset rock.

All of the hammers were constructed by Brenda Craddock, the majority of the cobbles first being lightly notched or semi-grooved around their mid-points (i.e. centre of gravity of the stone), these being etched out through the repetitive percussive pecking action of small quartz or hard rock pebbles (Fig. 3); an incomplete and variably deep groove between 2-5 mm deep and 10-15 mm wide taking anything between 45 minutes and 90 minutes to fashion onto these hard diorite, basalt, andesite and rhyodacite porphyry rocks. At least five different haft types were experimented with; ranging from the 'Chuquicamata' type (Fig. 4) consisting of cobbles held within double twisted withies made from freshly collected green willow (*Salix* sp) and hazel (*Corylus* sp) with fastenings made from wet rawhide animal skin, the 'Mitterberg' type of stone pick-hammer (see Rieser and Schrattenthaler, 1998/99) consisting of elongated pebbles carefully mounted and tied onto the cut branch ends of thorn wood (Fig. 5), plus a variety of other forms including simple stick-held stones, wrapped 'slings' made from twisted hazel, plus a variety of plant fibre rope handles made from nettle, bramble etc. Hand-held stones were also experimented with, along with wooden picks, wedges, and several types of pick fashioned from red deer antler.

Firesetting

Over the two field seasons 11 different firesetting and mining experiments were undertaken at Sakdrisi; the results of which in terms of weight of rock mined using both

fire, pick and hammers, with or without the use of water for dousing the rock are provided in table 1.

It is difficult however to see a clear pattern in these results. Much higher temperatures (up to 800 °C) over a longer duration should have proved to be more effective in breaking-up the rock, yet this does not always appear to be the case. In fact, the most effective rock reduction took place in Fireset 2, without dousing, and using only 50 kg wood against Vein A. The next best result was Fireset 7 in the mining of Vein C, followed by Fireset 1 associated with the mining of the rock face exposed on the side of the prospecting road, the latter producing 178 kg of mined rock. Possibly, the common factor here was the similarity between all these sites in terms of the weathering of the rocks, their relative hardness, presence of secondary iron oxidation, and the presence or absence of joints or cracks. This was certainly the case with the more recently broken rock face. In fact, the relative ease of working the latter sites contrasted with the hardness and resilience of the rocks found at the ends of prehistoric workings (such as F.10135 and the NW Rift); the re-mining of which resulted in the considerable fracturing of the experimental hammers. The extreme hardness of these rocks proved to be the main limiting factor here. Thus the relatively poor wood fuel: rock extraction average of 1:0.5 achieved here contrasts with the better results from Wales (between 1:1 and 1:2) in the case of similar experiments carried out against well jointed quartz-veined sandstones and shales (Timberlake, 2007, p.29).

However, one observation on the mining not immediately obvious from the calculation of rock produced was the ease with which the narrow hematite-quartz veins at Sakdrisi could be removed compared to the surrounding country rock as these excavations became deeper and more characteristically hollowed, as was found with Veins B and C (Fig. 6). The duration of burn time spent above

500 °C was particularly important in this instance. We saw the effectiveness of this most clearly in Firesets 5 and 6 where the quartz vein became visibly calcined, then granulated and powdery enough to allow it to be 'scraped out' using just an antler pick (Fig. 7) after having been fired at a constant temperature of around 700 °C. Professor Holman noted this same quartz granulation effect in his fire-setting experiments carried out at the Royal School of Mines in London in 1927, as did James Mitchell when examining the Roman gold workings at Dolaucothi in South Wales in 1909 (Holman, 1927; Timberlake, 1990b, p.51). At Sakdrisi, no particular benefit was noted in fire-setting using brushwood (i.e. thin wood) fuel. In fact the burning of short sections of split oak was generally found to be much more effective in the targeted mining of small veins.

Much more work needs to be done to properly assess the efficacy of the range of prehistoric mining tools experimented with. However, it was noted that large cobble hammers weighing up to 4 kg and mounted within two hazel withy handles tightly wrapped in rawhide were quite effective in shattering the hard but well-fired country rock when hit in glancing underarm blows (Fig. 8), whilst small hammers of 1 kg or less, particularly when mounted in the 'Mitterberg' style, could be used both overarm and underarm to open up one side or other of a small vein working in order to facilitate the mineral removal using a combination of both hammer and pick.

Experiments in gold extraction

Our final role in this project was to try and reconstruct the gold mining, milling and washing process as suggested by the archaeological evidence.

Mining of the gold-bearing quartz-hematite was followed by the crushing of this ore by ourselves and the site workers using mortar stones, with the fine milling taking place upon grind stones recovered from the excavations. The subsequent recovery of the gold was achieved by washing (or panning) this in order to obtain a concentrate from which the 'head' of fine gold grains could be physically separated (see Stöllner, et al., 2012; Timberlake, 2014a). It is interesting to compare the account below with the gold mining and processing experiments carried out at the Bronze Age mine of Ada Tepe in Bulgaria, reported within the two papers by Popov, et al. and Stoychev, et al. in *Experimentelle Archäologie in Europa* 13 (2014).

Crushing and separation of the mined rock

All of the potentially gold-bearing vein stuff was carefully separated out from the rock waste, the hematite:quartz-waste rock ratio ranging from 1:2:3 to 1:3:2 (by weight). The quartz-hematite contact samples were then processed separately from the quartz vein material; in part because we knew that the Soviet-period assays suggested considerable variation in the gold values within and between individual veins, and partly because we could see that the prehistoric miners had followed certain veins, or parts of veins, but not others. It was decided therefore



Fig. 7. The use of antler picks to remove a fireset quartz vein at the experimental mining site at Sakdrisi Mine in 2013 (photo: Deutsches Bergbau-Museum Bochum).



Fig. 8. Mining using a large hafted hammerstone at the site of Vein A at Sakdrisi Mine (photo: Deutsches Bergbau-Museum Bochum).

to experiment with assaying each metre of the vein (Fig. 9), both through milling and then panning this for gold recovery, and through PXRF analysis carried out upon the rock itself, and after crushing. We needed to know whether it would have been possible (as well as practical) for the prehistoric miners to visually determine where the richest gold values lay. Were these close to the vein contacts, within the quartz, or in the hematite?

Experimentally we arranged for different individuals to work on different parcels of ore; first crushing these on the anvil stones, then milling them within the hollows of

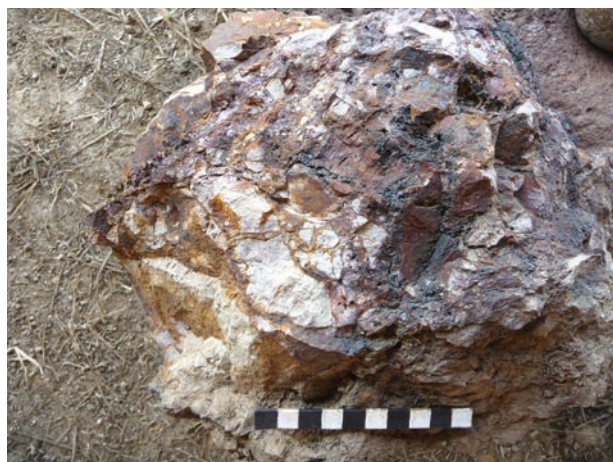


Fig. 9. Hematite-veined quartz as a gold ore for milling and assaying, Sakdrisi Mine 2013 (photo: Simon Timberlake).



Fig. 11. Experimental processing of ore at Sakdrisi Mine using saddle-quern-type grindstones (photo: Simon Timberlake).



Fig. 10. Using a multiple-hollow mortar stone for crushing quartz-hematite to a 'grit' sized fraction, Sakdrisi Mine 2013 (photo: Simon Timberlake).

multiple-hole mortar stones recovered from the Bronze Age mine (Fig. 10) using either small pounding cobbles or flat-sided crushers, the goal of this being the reduction of the ore to a grit (2-3 mm diameter) grain size.

The parcels of crushed ore were then fine-ground to a powder upon large 'saddle-quern type' grind stones using suitably flat or slightly convex worn rubbing stones (Fig. 11). Our washings of these residues showed that a grain size of between 0.25 mm-0.5 mm was probably the best fraction for gold recovery. By increasing this to > 1 mm the gold values of the same samples did not improve,

but in some cases tailed off. As it turned out these large grind stones proved to be ideal for the final stages of milling the ore, providing some clarity as to the function of these within the mine and in the workshop areas of the nearby Kura-Araxian settlement of Dzedzvebi.

Gold washing and recovery

Samples of pulverised ore weighing between 0.5 and 1 kg were then panned in clean water. Pan washing these samples for 10-15 minutes removed the quartz and produced a dark concentrate of hematite. Given the very small grain size of the gold (the largest grains being only 0.5 mm in diameter), the remaining iron oxides proved difficult to remove, yet a number of the samples with significant hematite and goethite contents (30-40, % $Fe_2O_3 + FeO.H$) did yield some of the best heads of gold (Fig. 12).

Visual determination (confirmed by analysis) suggested that most of gold was associated with the hematite, but that this was quite variable in its gold content, ranging from around 1 ppm to 180 ppm Au. Moreover, experimentation had shown us how it was possible to assay this ore on-site using really quite primitive techniques; following which reasonably informed decisions could be made as to which vein to exploit. Interestingly, this 'continuous vein assaying' technique is much the same as the approach to gold mining today; it is just done in a more sophisticated way.

A combination of PXRf and laboratory analysis of some of the ore samples remaining within those veins associated with the 'rich' shoots of Mine1/2 suggests that the gold ore recovered from the most completely stoped-out parts of this working could have had a mean value of around 130 ppm Au (g per ton), whilst for the mine as a whole it might have been as much as 77 ppm Au (g per ton) (Stöllner, et al., 2014, pp.91-92), with a minimum cut-off of about 1 ppm Au (ibid., pp.86-87). However, our experimental work suggests that a realistically achievable cut-off grade is more likely to have been around 5 ppm (Timberlake, 2014a, p.53). This we estimated was the absolute minimum that we could have extracted using a

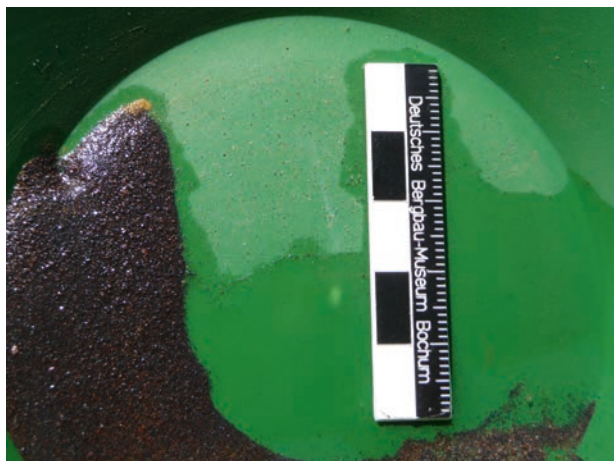


Fig. 12. A small head of gold flakes washed out of the powdered hematite as part of the wet assaying of the ore at Sakdrisi Mine 2011 (photo: Simon Timberlake).

feather quill to remove gold (approximately 50 < 0.5 mm wide flakes) from a pan, which also turns out to be the best grade we obtained from processing 0.87 kg of hematite crushed from what was probably a rejected prehistoric ore. However, we must not lose sight of the fact that here we have to calculate from evidence which is now absent. In fact, we are always making such assumptions when estimating the richness of an anciently worked-out mine, assumptions which are based on what was left. All of the above experiments show that gold-winning at Sakdrisi was practically possible, yet would have been a very difficult task, with the method described above being just one approach to the working of this ore body and the recovery of gold.

Our engagement in the totality of this mining process confirmed to us that 'continuous assaying' was probably an essential part of the labour-intensive prehistoric mining operation necessary to extract fine-grained (and macro-invisible) gold. Because of this, we recognized the importance of there being an 'assaying place' located somewhere within the heart of the mining complex from which future directions in the mining operation could be dictated. Experimental prediction in this case was conveniently answered by our recognition of an original working area (the same one as used by us for milling ore during our experiments), and a few metres away from this a neatly cut oval-shaped cistern which had been dug into the rock outcrop on the edge of Mine no.1 (Fig. 13). We used this cistern as a water supply as well as a drain for the washing of the gold assays (Stöllner, pers com.). As we raised water in buckets to pan with from this naturally rain-filled cistern, it seemed obvious to us that through undertaking these experiments on-site we were in a much better position to understand the processes involved, thus more easily predict the sorts of materials and features we should be using.

Although assay washing for gold would have been carried out the mine, the extracted ore once coarse or fine crushed at the mine would have been removed to a pro-



Fig. 13. The rock-cut assaying cistern within the Kura-Araxian mine (Mine no.2), Sakdrisi 2011 (photo: Simon Timberlake).

cessing site located on the banks of the Mashavera River for washing and gold recovery. This activity would have been carried out on a much larger scale using some sort of sluice box system, or else brushwood, sheep fleeces or stretched skins to collect the gold, which would then have been burnt to recover the metal (the so-called 'Golden Fleece' of ancient Colchis as related in the Greek mythology of Jason and the Argonauts; see also Agricola, 1556: Hoover and Hoover, 1950, p.330). A washing site for gold is much more likely to have been located mid-way between the mine and the settlement at Dzedzvebi.

Production estimates

Based on experimental work, field archaeological evidence and sample analysis it is possible to make some very rough calculations as to the scale and resource implications of the mining work and the production of gold. Much of this has been looked at already by Stöllner (et al., pp.88-92), although my own rule-of-thumb calculations based in part upon mining experiments suggest that upwards of 9000 tons of wood may have been used in fire-setting operations during the estimated 300–400 year period of Kura-Araxian mining, when between 250–460 kg gold may have been extracted (the upper fig. here is that calculated by Stöllner, et al., *ibid.*, p.92). Figures based just on provisional experimental parameters suggest that it might have taken 4 workers up to 4 days of 7-8 hours each to mine and prepare 30 kg of ore concentrate ready for washing (this is based on a ratio of time divided between mining and ore preparation of 1:3.2). Therefore in total, using the equation of 15 man years (330 days of 8 hours each) to produce 1 kg of gold (Stöllner, et al., 2014), we could be looking at between 3750 and 6900 man years to excavate the Kura-Araxian workings of Sakdrisi and extract the 250–460 kg of gold. If mining was continuous throughout this 400 year period (which seems very doubtful) we would be looking at a minimum workforce of between 10-20 full-time miners, ore processors and gold-

washers, alongside an equivalent workforce of approximately the same number to provide food, collect and prepare firewood, and to make and repair tools. A much more likely scenario is that both the mining and gold washing were seasonal activities, perhaps with the same individuals involved in both (during alternate seasons), possibly alongside their contributions to the normal agricultural year. Periodic working implies a much larger number of people being involved, and a more community-organized operation (see also Stöllner, et al., 2014, pp. 104-105).

Comparison with Kestel and Ada Tepe

There are certain similarities between this site and the Late Bronze Age gold mine of Ada Tepe in Bulgaria. Both deposits are gossan exposures which have been worked by fire-setting and 'primitive' mining methods for gold. However, at Ada Tepe the rock appears considerably more weathered and joint-filled, making it easier to break up with fire and remove large pieces of rock using just wooden wedges and hammers (Popov, et al., 2014, p.34). Much more interesting I think is the similarity between Sakdrisi and Dzedzvebi and the Early Bronze Age tin mine and processing settlement sites of Kestel and Göltepe in the Taurus Mountains of Southern Anatolia (see Yener, et al., 1989; 2003).

Working at the Kestel Mine in 1996 we were faced with similar sorts of issues regarding the nature of the mineral being mined, and how an 'invisible ore' (in this case tin) was known about and extracted. As with Sakdrisi the mine appeared to be a hematite deposit, which it could be argued was much more likely to have been worked for pigment (Muhly, et al., 1991), yet in places this ore body contained up to 1 % cassiterite (tin oxide). Fortunately a combination of archaeological excavation, geochemical and mineralogical sampling, and experimental work carried out at these sites I think aptly demonstrated that the finely dispersed tin within this hematite was extracted from the mineral by further pulverizing this ore in a series of different workshops located at the nearby settlement of Göltepe. This process employed a complex sequence of enrichment which involved winnowing (or washing) as well as blowpipe smelting of the tin into beads upon the surface of large flat crucibles. The important ingredient here (apart from their obvious metallurgical skills) was the ingenuity of the processors, alongside a quite different approach to timescale, economy, and the effort of collective labour.

Reconstructing the earliest smelting processes

Preservation of all stages of a smelting operation would be a rare occurrence within the archaeological record. Furnaces are broken down to extract metal from incomplete smelts, and the components of the furnace

walls and tuyeres are recycled. Meanwhile slags produced in the earlier smelting operations could have been broken up and crushed in order to release entrapped prills of metal for re-melting; the ground residue of these slags being used as temper within ceramics or refractory materials, and in the walls of new furnaces. Indeed, it is quite possible that proper slags were never produced at all during these operations, at least not in the earliest and most primitive smelting hearths typical of the Chalcolithic–Early Bronze Age (Craddock, 1994, p.75). Paul Craddock has succinctly summarised the situation: '..... at best the evidence is enigmatic and at worst non-existent' (Craddock, P., 2003, p.8).

The nature of copper ores

Some 10 years of experiments attempting to smelt Welsh chalcopyrite using simple pit furnaces and various combinations of roasting and co-smelting reduction, led us to re-assessing the types of ores mined and the sorts of mineral deposits worked at the beginning of the British Bronze Age (Timberlake and Marshall, 2013). Whilst it is true that tiny amounts (perhaps just 0.5 %) of the iron-copper mattes produced during these experimental smelts were, after roasting and reduction, converted to copper metal (see Timberlake, 2007, p.34; Craddock, et al., 2007), it seems much more likely that the ores they used were instead carefully selected samples rich in oxidised copper minerals removed from the surface and sub-surface deposits of partially or fully weathered low-grade chalcopyrite. Their ability to do this has been suggested by recent experiments carried out on 'rotted chalcopyrite'/malachite mixtures, the smelting of which within simple 'hole in the ground' furnaces produced copper prills inside of a spongy slag; the 'slag' consisting of little-altered pieces of chalcopyrite surrounded by a copper-iron sulphide matte, fused quartz and iron oxides. The most recent experiments have neither been fully analysed nor properly published, yet the possibility of this has previously been suggested (Timberlake, 2010, p.291). In fact, our current work suggests that this could have been a viable strategy for the exploitation of these near-surface deposits alongside a more selective hand-picking of rich oxide or other supergene minerals.

Experimentation with primitive furnaces

Since 2004 experiments have been carried out at Butser Ancient Farm (UK) in an attempt to gain a better idea of the evidence and processes associated with the earliest production of metal (Timberlake, 2005, 2007 and 2013) (Fig. 14). This same work has been repeated on numerous occasions during the teaching of prehistoric experimental archaeometallurgy during a short course undertaken within the grounds of the Archaeological Institute, Bochum in December 2014. Hand-picked malachite or crushed mixtures of malachite, gangue minerals and rock (containing a minimum of 50% copper) have been



Figure 14. Undertaking an experiment with a 'hole in the ground' copper smelting furnace during the Prehistoric Metallurgy Course held at Butser Ancient Farm, UK (photo: Simon Timberlake).

successfully smelted within an open wood or charcoal fire in which marginally reducing conditions have been maintained at temperatures of around 850-900 °C. Such roasting / reduction to copper oxide, then to copper metal will have taken place in the solid state, but for this new metal to melt and coalesce into copper prills, a temperature of at least 1100 °C is needed. Our experiments using different-sized pits have demonstrated how 500 g of malachite can be easily smelted using just a shallow pit or posthole 20 cm in diameter and 10 cm deep under 15 cm of burning charcoal, with the process completed in less than 25 minutes. However, such a hearth will become effectively more reducing if it is clamped using a piece of turf to form an oven. In fact, the digging of a pit can be avoided completely if the charcoal pile is large enough, and the ore lies towards the bottom. However, to create sufficiently reducing conditions and a high-enough temperature to smelt copper within a wood fire, a much larger pile of embers is required; up to 30 cm deep and a minimum of 50 cm wide (Fig. 15). In both cases a constant forced draught needs to be directed downwards, but just above the level of the ore being smelted. This can be done using a clay tuyere or organic pipe linked to a pair of



Figure 15. Smelting within a wood fire ember pile using bag bellows. Experiment 6A, Pločnik, Serbia 2013 (photo: Simon Timberlake).

bag bellows, or under optimal conditions through channelling a moderately constant velocity wind. The position of the tuyere is critical, but in other respects the nature of these furnaces or hearths may be quite simple, variable in form, and with few recognizable features.

A successful smelt may be carried out if attention is paid to maintaining the temperature within the interior of the fire (i.e. the presence of a bright yellow-orange colour seen beneath a dark surface indicates a temperature of between 1050 and 1100 °C), and by ensuring the continuation of sufficiently reducing conditions (i.e. the presence of a blue-mauve colour flame upon the surface). Similarly, sufficient time should be allowed for a smelting conversion to take place (as indicated by a strong green colour to the flame), whilst at the same time preventing too much oxidation. A second green flame 'event' will almost certainly indicate that the smelted copper is now being re-oxidised, a cindery mass of red copper oxide often being the end result. This re-oxidation process can be halted fairly quickly by removing some of the burning charcoal and then dousing the fire with water. An alternative would be to re-reduce the copper oxide by adding fresh charcoal, then clamping the furnace down. In essence therefore, the evidence for the simplest Bronze Age copper smelting furnace may just be that for a controlled fire, with or without a pit underneath, and perhaps with the traces of a burnt turf surround or capping. We should thus be aware of this model when trying to identify such activity in the archaeological record. Where slag, cinders, metal prills,

or copper ore are not visibly associated with the charcoal and ash, such early furnaces may prove quite difficult to recognize. In fact, some smelting features may well have been identified as domestic hearths, and vice versa.

Our experimental experience of constructing and operating such simple furnaces has enabled us to predict what hasn't yet, but may eventually be found within the UK – i.e. traces of Early Bronze Age copper smelting (Timberlake, 2009). The careful examination of any sediment found associated with these hearths will be the deciding factor in all this. Small traces of crushed ore, calcined rock, and some finely broken conglomeratic 'slag' containing magnetic iron oxides and traces of (now largely oxidised) copper metal prills may be all that remains of such a process. This seems to have been the case at the Late Bronze Age copper smelting site of Pentrwyn on the Great Orme's Head (North Wales), where some of the metal associated with the metallurgical sediment appears to have been removed following the crushing of the slag pieces, the washing or hand sorting of the fines, and the picking out of the metal prills (Williams, 2013, p.107). Yet, it could be the charcoal itself which provides the best clue as to the function of the hearth. Charcoal is a great adsorber of heavy metals, and because of this geochemical soil sampling using a PXRF may be the simplest and quickest way to determine the likely metallurgical function of a burnt pit (Jenkins and Timberlake 1997, p.29, p.65). Although there are other possible explanations for pits or hearths associated with copper anomalies, this method does at least have potential in the search for the earliest evidence of smelting and metallurgy.

The smelting of Bronze Age copper ores (UK)

The Great Orme Mine, Llandudno, North Wales

A number of smelting experiments were carried out at the Great Orme Bronze Age mine in May 2015 in support of research work being carried out by Alan Williams at the University of Liverpool. The smelting was done using pre-analysed Great Orme ores that had been gathered by him from the Bronze Age working and then hand sorted. The ores were mainly an intimate mixture of goethite and malachite, with a copper content of around 25 % and which contained significant minor amounts of arsenic and nickel impurities. This is a more realistic secondary copper ore than the tropically-weathered pure malachite which is commonly used in smelting demonstrations. One experiment was carried out within a charcoal-filled pit hearth using animal skin bag bellows and ore crushed to less than 5 mm which was dropped loose into the charcoal. A maximum temperature of 1192 °C was recorded in the area of the hearth where the ore was introduced. This experiment produced some good, well-formed copper prills after 53 minutes of smelting. Full analytical results are still being obtained, and will appear

in a future paper, but the initial results suggest relatively high levels of arsenic and nickel being transferred into the copper metal. These results are consistent with the composition of some Acton Park metalwork as suggested by work on the ores and on copper prills from the nearby smelting site at Pentrwyn (Williams, 2013, pp.103-104). Another smelting experiment was then carried out using a wood fire, as described earlier in this paper. Whilst some copper metal was formed, the separation of this from the slag to pure copper prills was incomplete, either because of the redox conditions, the duration of the smelt, or the temperature (up to 779 °C was recorded using a fixed thermocouple, although a moveable thermocouple recorded temperatures in excess of 1200 °C at various different points in the wood ash pile). Unfortunately, the copper from this smelt could not be separated sufficiently from the slag to allow a macro-analysis of both minor and trace elements.

Cupriferos sandstone and azurite-rich nodules from Alderley Edge, Cheshire

Copper smelting experiments were conducted in 1997 and in 1998 at Church Quarry on Alderley Edge. Pisolitic nodules of azurite were gathered from the Engine Vein Mine nearby, then crushed to a paste (Fig. 16) and mixed with charcoal, sawdust and horse dung and rolled into balls of about 40 mm diameter which were then dried and roasted upon the top of small clay-lined charcoal-filled bowl hearths (Timberlake, 2007, pp.31-32). These ore-dung balls were then smelted at temperatures of around 1000 °C for an hour and a half before removal. Many of these proved to be incompletely smelted, yet the surface of the balls were coated with a copper film which had replaced some of the organic, whilst inside copper prills were found which were in the process of being formed – an example of a smelting process frozen in time.

Yet, other samples of malachite and azurite collected from Early Bronze Age workings on Alderley Edge were



Figure 16. Azurite nodules as a copper ore from Engine Vein Mine, Alderley Edge, being prepared for smelting in 1997 (photo: Simon Timberlake).

collected for an experiment which took place in September 2011 within the grounds of West Dean College, Chichester (Timberlake, 2013). These ores were first concentrated through crushing and hand-picking, and then smelted at temperatures of between c. 900–1100 °C within three lidded crucibles inside of a bowl furnace blown by bag bellows. Copper prills formed during this smelt were separated by hand from the surrounding (loose) calcined sand, the latter having disaggregated but not fused; hence no trace of a slag was produced. The malachite-cemented sandstone which was probably the most abundant 'prehistoric' ore contained less than 20 % copper, which when smelted gave a metal with 6-20 % lead. However, the azurite nodules considered by us to be a 'rich' ore that was relatively easy to extract from the surrounding mudstone beds contained only 25 % copper by weight, although the metal produced from this was very pure (i.e. up to 97 % Cu). The filmy 'vein' malachite on the other hand contained up to 75% copper oxide, yet in most cases, this mineral would have proved far too difficult and time consuming to separate from the rock by hand. All of the copper prills from these smelts were then combined and re-melted. The metal produced was poured into an open soapstone mould and cast into a miniature copper axe, with just a small amount of excess metal and copper oxide waste remaining. The analysis of this axe showed a relative loss in lead (to just 0.3% Pb), indicating the possible refining effect of re-melting and casting the metal. However, the arsenic content remained high (0.5 % As).

Smelting of zinc-rich copper carbonate ores from Ecton, Staffordshire

In 2009, a closed crucible smelt of a small quantity of copper ore collected from the robbed spoil heap at the Clayton Pipe (Ecton Mine) was undertaken by the author within an open bowl hearth at Butser Ancient Farm in Hampshire. This yielded prills of metal consisting of 77-79 % copper, 10-14 % zinc and 2-7 % lead (a natural leaded brass) without producing a slag (SEM-EDS analysis by D. Dungworth). Analysis of the ore suggested that it was composed of tenorite, malachite and aurichalcite with smaller amounts of cerussite and smithsonite, a similar composition to some of the ores from the Bronze Age workings at Stone Quarry and The Lumb nearby (Timberlake, 2014b, pp.167-8). A not dissimilar metal type could well have been produced in the Bronze Age. The lead content of this might well be reduced by more careful ore selection, but a moderate zinc content would probably still be characteristic of this source.

Supergene copper minerals from the prehistoric spoil tips on Copa Hill, Cwmystwyth

Copper minerals were collected in 2013 from the tips of this Bronze Age mine by the author and Alan Williams (Timberlake and Marshall, 2013, p.80). A few of these

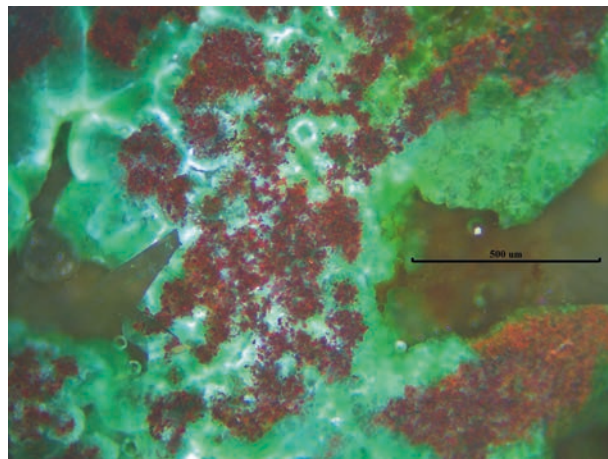


Figure 17. Microscope view (under x-polars) of malachite surrounding cuprite and native copper from the Comet Lode Open-cast tips on Copa Hill, Cwmystwyth (photo: Alan Williams 2013).

specimens were looked at under a polarising microscope and revealed cores of native copper and cuprite surrounded by malachite and azurite replacing chalcocopyrite (Fig. 17). Up to 20 g of this 'ore' was then crushed and hand-picked for crucible smelting within a small bowl furnace. Unfortunately most of the metal produced was lost, but at least 1 g consisting of sub-millimetre prills of copper and at least one or two discrete prills of lead were recovered, all of which await full analysis. Such experiments as this carried out on a larger scale, and repeated, should help to characterize the type of metal produced from this mine during the Early Bronze Age.

Experimental wood-fired smelting of a 'Chalcolithic-type' copper ore at Pločnik, Serbia 2013

In September 2013, the author was invited to participate in an experimental archaeometallurgical workshop held at Pločnik in southern Serbia as part of the AHRC-funded 'Rise of Metallurgy in Eurasia' project. The purpose of these experiments was to attempt to replicate through a range of possible models one of the earliest 'metal-making' recipes, as reconstructed from the analysis of 7000 years old smelting debris from Vinča culture sites in Serbia (Radivojević, et al., 2010; 2014). One of the important experimental findings of this workshop was the success achieved in smelting copper and producing a fully-formed slag cake within the ash-pile of a wood fire using a forced air draught. I am grateful to Miljana Radivojević for permission to report on this work in advance of full publication.

Assumptions are often made by archaeometallurgists concerning the need for charcoal to produce temperatures sufficiently high enough and conditions reducing enough for smelting; hence the requirements for charcoal production for which there is little convincing evidence of in the prehistoric archaeological record. It was for this reason that a model was suggested for a



Figure 18. A slag cake with copper prills formed during Experiment 6A, Pločnik, Serbia in 2013 (photo: Simon Timberlake).

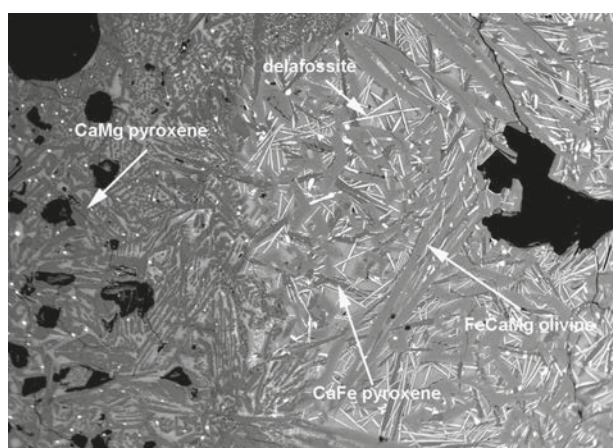


Figure 19. SEM image of Ca-Mg pyroxene-rich slag containing delafossite and prills of copper. Experiment 6A, Pločnik, Serbia 2013 (photo: M. Radivojević).



Figure 20. Copper re-melted within a crucible beneath the blown embers of a woodfire during the Prehistoric Metallurgy Course held at Butser Ancient Farm in 2014 (photo: Simon Timberlake).

possible bonfire-type wood smelting hearth within Experiment 6A.

A shallow (200 mm deep) and 0.5 m long pit or 'scoop' was dug at the experimental site, on top of which

50 kg of seasoned and split oak cordwood consisting of c. 0.3 m long pieces plus brushwood kindling was piled. This was lit and burnt as a large fire for approximately 2 hours, at times reaching temperatures of 800-900 °C, following which a circular pile of ashes and embers about 1 m across remained. These were then raked up into a cone over the centre of the pit and a hole dug into the edge down to the level of the sloping floor. Into this was placed a pile of finely-crushed hand-picked ore consisting of malachite and other oxidised copper minerals collected from one of the possible mine sources at Ždrelo ('Ždrelo green'). This was placed close to the tip of a 300 mm long clay tuyere which was connected up to animal skin bag bellows. The embers of the fire were then built up over this ore pile as smelting commenced, with fresh embers being continually raked forward to cover these as they burnt down to an ash. Temperatures up to 1300 °C were recorded near the tuyere end, with average temperature inside the pit of almost 1000 °C.

After 2 hours of smelting, a molten slag cake weighing more than 250 g was removed using tongs (Fig. 18). After quenching in water hundreds of copper prills (some up to 5 mm in diameter) could be seen embedded within a dense black slag; the latter consisting of Ca-Mg pyroxene (diopside) and Ca-Mg-Fe olivine rich slag containing both iron oxides and delafossite (Fig. 19). Delafossite suggests the presence of very marginally reducing conditions which might be expected within the slightly less-oxidising ash bed or ash pit associated with a wood fire, or else an open and shallow charcoal hearth. The pyroxene in the slag may well have come from the re-melting of the diopside-rich rock associated with the Ždrelo ore, which was quartz-poor, and potentially therefore a good self-fluxing furnace charge. Interestingly, the formation of the slag cake may well have protected the enclosed copper prills from re-oxidation. The prills were removed from the slag following its crushing and added to a collection of smelted metal from which a casting was attempted.

This wood-fired copper smelting experiment has now been repeated several times back in the UK using different types of ore, and with varying degrees of success. The production of a proper slag was not repeated, the only significant amount of copper made having been smelted inside of a crucible. However, copper metal was also melted in a crucible placed within the blown embers (Fig. 20), suggesting that these wood-fired hearths might also have been used in copper alloy metalworking, including that undertaken for the casting of objects.

Summary conclusions

The experimental investigations described in this paper should be of interest to both mining archaeologists and archaeometallurgists, which have been given the sorts of questions tackled and the types of insights gained.

Mining experiments undertaken by the author and his colleagues in Wales and Georgia have demonstrated

how hard rocks may be mined effectively using just unmodified cobbles held within stick and withy handles. The use of antler picks in mining was also predicted, then proved archaeologically; these tools proving to be both resilient and effective when used to remove previously fire-set rock. However, experimentation has shown just how difficult and slow fire-setting can be, yet these same experiments have also provided us with clues as to how the small veins might be removed prior to the larger rocks being broken down.

At Sakdrisi it has been possible to show how sub-visible gold present within the hematite-quartz veins can be extracted using just the most basic of stone tools. This vein mineral was processed using mortars and grindstones, the powder then being washed to remove the lighter quartz and heavier iron minerals in order to recover the gold. It seems likely that this was a technique used on-site as a means of continual assay within a variable ore body composed of hematite veins with differing gold concentrations.

Experimental archaeometallurgy has been crucial in helping reconstruct the earliest (and probably simplest) smelting furnaces, the archaeological traces for which we can predict, but at present have little evidence of. Experimenting with credible Bronze Age ores from known Bronze Age copper mines in the UK has provided us with some interesting findings which can now be used as a basis for further work. These include ideas on the types of smelting installations, the likely trace elements to be found in the metal, and any changes associated with re-melting.

Of greatest significance though was an experiment carried out in Serbia which demonstrated how wood might have been used to smelt copper within simple pit hearths through the production of an ember heap into which a forced draught was then blown using bag bellows. Oxidised copper and gangue minerals were then smelted to produce copper metal and a slag. Repeat experiments in the UK have also produced copper, some of which was then re-melted in a crucible under wood embers, raising the question as to whether these hearths could also have been used in casting and metalworking.

Postscript

Almost all of the above ideas concerning the nature of mining and early metallurgy have been generated through experiment, and almost all of them are in their infancy, still awaiting the follow-up of systematic experimental research and laboratory analysis. In many ways the Deutsches Bergbau-Museum Bochum FA Montanarchäologie and Archaeological Institute of the Ruhr University are well-placed to encourage this type of work in the form of funded PhD research. Today, the growth of experimental archaeological studies bears a fitting testimony to the ethos of the RITAK school.

Acknowledgements

Brenda Craddock and other members of the Early Mines Research Group (UK) were instrumental in the success of the UK mining experiments, likewise she was solely responsible for the manufacture of the hafted hammerstones used in Georgia, for which I am very grateful. The gold-mining experiments at Sakdrisi were carried out at the request of Thomas Stöllner of the Deutsches Bergbau-Museum Bochum and Irina Gambaschidze of the National Museum of Georgia. I am grateful to Thomas and the DBM archaeological team for funding and facilitating our stay there. Fergus Milton helped with the copper smelting experiments at Butser Ancient Farm, David Dungworth the work at West Dean College, and Paul Craddock some sample analysis at the British Museum. In particular, I would like to thank Alan Williams for assisting me with the experiments at Cwmystwyth and on the Great Orme, and also for allowing me to report on the Orme experiments in advance of full publication. Similarly, I am grateful to Miljana Radivojević for inviting me to Serbia, and also for permitting me to report on the results of Experiment 6A in advance of the completion of her PhD research.

Bibliography

- Agricola, G., 1556. *De Re Metallica* (H. Hoover and L. Hoover, eds. 1950 transl.).
- Bick, D.E., 1999. Bronze Age Copper Mining in mid Wales – fact or fantasy?, *The Journal of Historical Metallurgy*, 33(1), pp.7-12.
- Bird, J.B., 1979. The 'Copper Man': a prehistoric miner and his tools from Northern Chile. In: E.P.Benson, ed. *Pre-Columbian Metallurgy of South America*, Washington, pp.105-132.
- Craddock, B., 1990. The experimental hafting of stone mining hammers. In: P.Crew and S. Crew, eds., 1990. *Early Mining in the British Isles: Plas Tan y Bwlch*. Occasional Publication, 1, Maentwrog, Snowdonia.
- Craddock, B., Cartwright, C., Craddock, P.T. and Wray, W.B., 2003. Hafted stone mining hammer from Chuquicamata, Chile. In: P. Craddock, J. Lang, eds. *Mining and Metal Production through the Ages*, British Museum/Archetype, London, pp.52-68.
- Craddock, P.T., 1994. Recent progress in the study of early mining and smelting in the British Isles, *Journal of Historical Metallurgy*, 28(2), pp.69-84.
- Craddock, P.T., 1995. *Early Metal Mining and Production*, Edinburgh University Press.
- Craddock, P.T., 2003. Introduction. In: P. Craddock, J. Lang, eds. *Mining and Metal Production through the Ages*. London British Museum Press.
- Craddock, P., Meeks, N. and Timberlake, S., 2007. On the Edge of success: the scientific examination of the products of the Early Mines Research Group smelting experiments. In: S. La Niece, D. Hook, P. Craddock, eds. *Metals and Mines: Studies in Archaeometallurgy*. London: British Museum Press, pp.37-45.
- Hodder, I., 1982. *Symbolic and Structural Archaeology*. Cambridge: University Press.

- Holman, B. W., 1927. Heat treatment as an agent in rock breaking. *Transactions Institute Mining Metals*, 36, pp.219-262.
- Jenkins, D. A. and Timberlake, S., 1997. *Geoarchaeological research into prehistoric mining for copper in Wales*, A report to the Leverhulme Trust (unpubl.), University of Bangor.
- Mercer, R. J. ed., 1981. *Grimes Graves Excavations 1971-72*, Vol. 1. London: Historical Metallurgy Society.
- Mighall, T., Timberlake, S., Grattan, J. and Forsyth, S., 2000. Bronze Age Lead Mining at Copa Hill, Cwmystwyth – fact or fantasy? *Historical Metallurgy* 34(1), pp.1-12.
- Muhly, J. D., Begemann, F., Öztunali, Ö. et al., 1991. The Bronze Age metallurgy of Anatolia and the question of local tin sources. In: E. Pernicka, G. Wagner, eds. *Archaeometry* 90. Basel: Birkhäuser, pp.209-220.
- Pickin, J. and Timberlake, S., 1988. Stone hammers and fire-setting: a preliminary experiment at Cwmystwyth Mine, Dyfed. *Bulletin Peak District Mines Historical Society*, 10(3), pp.165-167.
- Popov, H., Tsintsov, Z., Jockenhövel, A., Georgiev, P., 2014. Feuerersetzen beim Abbau der goldhaltigen Quarzgänge im spät-bronzezeitlichen Goldbergwerk auf dem Ada Tepe, Südbulgarien. *Experimentelle Archäologie in Europa (Bilanz 2014)* Heft 13, p. 27-44.
- Radiojević, M., 2014. A Letter From...Serbia, *The Crucible* (HMS News) Issue 85, pp.12-15.
- Radiojević, M., Rehren, T., Pernicka, E., Slijivar, D., Brauns, M. and Boric, D., 2010. On the origins of extractive metallurgy: new evidence from Europe. *Journal of Archaeological Science*, 37, pp.2775-2787.
- Rieser, B. and Schratenthaler, H.P., 1998/99. Urgeschichtlicher Kupferbergbau im Raum Schwaz-Brixlegg. Tirol. *Archaeologica Austriaca*, 82-83, pp.135-179.
- Stöllner Th., Gambaschidze, I. and Hauptmann, A., 2008. The earliest gold mining of the Ancient World? Research on an Early Bronze Age gold mine in Georgia. In: Ü. Yalçin: H. Özbal, A.G. Paşamehmetoğlu, eds. *Ancient Mining in Turkey and the Eastern Mediterranean: Proceedings of an International Conference*. Ankara: Atılım University, pp.271-288.
- Stöllner, Th., 2014. Gold in the Caucasus: New research on gold extraction in the Kura-Araxes culture of the 4th millennium BC and early 3rd millennium BC. In: H. Meller, E. Pernicka, R. Risch, eds. *Metalle der Macht*. Tagungen des Landesmuseums für Vorgeschichte Band, 11, Halle: Landesmuseum für Vorgeschichte.
- Stöllner, Th., Craddock, B., Timberlake, S. and Gambaschidze I., 2012. Feuerersetzen im frühesten Metallerzbergbau und ein Experiment im frühbronzezeitlichen Goldbergbau von Sakrdissi, Georgien. In: K. Oeggl, V. Schaffer, eds. *Die Geschichte des Bergbaus in Tirol und seinen angrenzenden Gebieten*. Proceedings zum 6. Milestone-Meeting des SFB HiMAT 2011, University of Innsbruck. Innsbruck: Innsbruck Univ. Press, pp.65-76.
- Stoychev, R., Penkova, P. and Grozeva, M., 2014. Practical challenges of archaeometallurgy of gold found in the Thracian gold mine at Ada Tepe, Southeast Bulgaria – Analytical approaches and experimental reconstructions. *Experimentelle Archäologie in Europa Bilanz 2014*, 13, pp.45-58.
- Timberlake, S., 1990a. Firesetting and primitive mining experiments, Copa Hill, Cwmystwyth. In: P. Crew, S. Crew, eds. *Early Mining in the British Isles: Plas Tan y Bwlch Occasional Publication*, 1. Maentwrog, Snowdonia, pp.53-55.
- Timberlake, S., 1990b. Review of the Historical Evidence for the Use of Firesetting. In: P. Crew, S. Crew, eds. *Early Mining in the British Isles*. Occasional Paper, 1. Gwynedd: Plas Tan y Bwlch, pp.49-52.
- Timberlake, S., 2002. Ore prospection during the Early Bronze Age in Britain. In: M. Bartelheim, E. Pernicka, R. Krause, eds. *The Beginnings of Metallurgy in the Old World*. Archaeometrie. Freiburger Forschungen zur Altertumswissenschaft, Bd. 1. Rahden/Westf.: Marie Leidorf, pp.327-357.
- Timberlake, S., 2003. *Excavations on Copa Hill, Cwmystwyth (1986–1999): An Early Bronze Age Copper Mine within the uplands of Central Wales*. British Archaeological Reports, 348, Oxford: Archaeopress.
- Timberlake, S., 2007. The use of experimental archaeology. Archaeometallurgy for the understanding and reconstruction of Early Bronze Age mining and smelting technology. In: S. La Niece, D. Hook, P. Craddock, eds. *Metals and Mines: Studies in Archaeometallurgy*. London: British Museum Press, pp.27-36.
- Timberlake, S., 2009. Copper mining and metal production at the beginning of the British Bronze Age. In: P. Clark, ed. *Bronze Age Connections. Cultural contact in Prehistoric Europe*. Oxford: Oxbow Books, pp.95-122.
- Timberlake, S., 2010. Geological, mineralogical and environmental controls on the extraction of copper ores in the British Bronze Age. In: P. Anreiter, et al. eds. *Mining in European History and its Impact on Environment and Human Societies: Proceedings of 1st conference of SFB-HiMAT 2009*. Innsbruck: Innsbruck: University Press, pp.289-296.
- Timberlake, S., 2013. From ore to artefact: smelting Alderley Edge copper ores and the casting of a small copper axe. In: D. Dungworth, R. Doonan, eds. *Accidental and Experimental Archaeometallurgy*. Occasional Publication, 7. London: Historical Metallurgy Society, pp.135-152.
- Timberlake, S., 2014a. The study of cobble stone, bone, antler and wooden mining tools in prehistoric metal mining: new evidence from the British Isles and beyond. In: J. Silvertant, ed. *IES Yearbook 2014 (Institute Europea Subterrannica)* Netherlands and Trento, Italy, pp.26-55 .
- Timberlake, S. 2014b. Prehistoric copper extraction in Britain: Ecton Hill, Staffordshire, *Proceedings of the Prehistoric Society*, 80, pp.159-206.
- Timberlake, S. and Craddock, B. R., 2013. Prehistoric metal mining in Britain: the study of cobble stone mining tools based on artefact study, ethnography and experiment. *Chungara Revista de Antropología Chilena*, 45(1), pp.33-59.
- Timberlake, S. and Marshall, P., 2013. The beginnings of metal production in Britain: A new light on the exploitation of ores and the dates of Bronze Age mines. P. Craddock, ed. *The Origins of Metallurgy in Europe*. Historical Metallurgy, 47(1), pp.93-109.
- Williams, R. A., 2013. Linking Bronze Age copper smelting slags from Pentwyn on the Great Orme to ore and metal. P. Craddock, ed. *The Origins of Metallurgy in Europe*. Historical Metallurgy 47(1), pp.75-108.
- Yener, K. A., Özbal, H., Kaptan, E., Pehlivan, A. N. and Goodway, M., 1989. Kestel: An Early Bronze Age source of tin ore in the Taurus Mountains. Turkey, *Scienc*, 244, pp.200-203
- Yener, K. A., Adriaens, A., Earl, B. and Özbal, H., 2003. Analyses of Metalliferous Residues, Crucible Fragments, Experimental Smelts, and Ores from Kestel Tin Mine and the Tin Processing Site of Goltepe, Turkey. In: P. Craddock, J. Lang, eds. *Mining and Metal Production through the Ages*. London: The British Museum, pp.181-197.

Michael Klaunzer

A new player in the game?

An archaeological and archaeometallurgical approach in detecting long distance relations in Late Chalcolithic Anatolia

ABSTRACT: The settlement of Arslantepe (South-East-Anatolia) developed in autonomous manner, but was also influenced by contacts with the cultural sphere of the Mesopotamian Uruk culture (e. g. architecture, wheel thrown pottery, use of seals) and contemporaneously also with cultural groups from the Caucasian highlands (e. g. Kura-Araxes pottery, metallurgy). Considering new ^{14}C -data from the necropolis of İzkiztepe (being no longer a late Early Bronze Age cemetery) it is possible to connect the whole region of North-Anatolia more to the south-east, especially to Arslantepe. Based on archaeological comparisons as well as on natural science analyses it seems that in Late Chalcolithic Arslantepe and İzkiztepe had at least sporadic contact and maybe they exploited the same ore sources or had the same suppliers of raw material.

KEYWORDS: LATE CHALCOLITHIC, ARSLANTEPE, İKIZTEPE, PALACE HOARD, ROYAL TOMB, CEMETERY, METALLURGY, ARCHAEOLOGICAL COMPARISON, CHEMICAL ANALYSES, LEAD ISOTOPE DATA

Introduction

It has recently been stated that the emergence of complex technologies and their organization can be linked to indigenous progresses. Early metallurgical developments obviously took place in regions where miner-

al resources were abundant. So, technological (metallurgical) and social innovations occur for example in the highlands of Anatolia or the Balkans, simultaneously and independently. These technological developments can be observed before formal interactions with Mesopotamian communities began (Lehner and Yener, 2014).¹



Fig. 1. Map showing main archaeological sites mentioned in the text and cultural regions of Transcaucasia (Kura-Araxes culture) and Mesopotamia (Uruk culture) (map based on google-earth, graphic: Michael Klaunzer).

Arslantepe, Province Malatya

Arslantepe is one of these places that obviously profited well from the geographic location in the upper Euphrates within and near abundant mineral resources (e. g. mining districts of Keban, Ergani Maden etc.). Arslantepe is located in the Province of Malatya in South-Eastern-Anatolia (Fig. 1) and looks back on a long history of settlement activities from the Chalcolithic to Roman and Byzantine times (di Nocera, 2004, p.18). Some of the most important cultural layers represent the Late Chalcolithic and the beginning of the Early Bronze Age (Arslantepe VI A and VI B1-2). Radiocarbon analyses suggest an absolute dating of these layers from 3350-2900 B.C. (Palmieri, 1981, p.102, table 1).

During period Arslantepe VI A which is corresponding with Late Uruk culture in Mesopotamia (approx. 3350-3000 B.C.), a monumental building complex (palatial complex) was erected in the south-west of the hill (Frangipane, 1997, p.49). In some of the buildings lots of wheel thrown mass produced bowls, thousands of cretulae (sealings/seal impressions in clay) as well as animal bones were found. The whole architectural complex is linked to an advanced administrative structure of a central institution that controlled the production of goods and organized their systematic (ritualized) redistribution (Frangipane, 1997, pp.66-70; Frangipane, 2012, pp.27-33). These observations can be linked to similar and contemporaneous developments in the Uruk culture of southern Mesopotamia, based on long lasting and close relations between these ancient cultures (Frangipane, 2001, pp.3-4)

In Room A 113 of the massive Building III (that was part of the Palatial complex), Alberto Palmieri and his team discovered the hoard of twelve spearheads, nine swords and one quadruple spiral (the so called "palace hoard"). All items were made of arsenical copper and were lying in two bundles near one of the walls. The assemblage is an excellent example of the high quality of

craftsmanship in the late 4th millennium B.C. (Palmieri, 1981, pp.104, pp.109-110, fig. 3-4; di Nocera, 2010, pp.257-261) (Fig. 2).

At the end of the 4th millennium B.C., the palatial complex was destroyed and a new group of people, probably pastoralists from the Caucasian highlands settled in Arslantepe beside the local population. Houses built in wattle and daub structures and the characteristic Kura-Araxes potteries (red-black ware) are connected to this influence from the north-east (Frangipane, 2001, p.4).

In 1996, an outstanding grave, called "royal tomb", was excavated on the mound. The grave complex dates to the end of the 4th and beginning of the 3rd millennium B.C. (Layer Arslantepe VI B1) and describes the changing situation at Arslantepe in the beginning of the Early Bronze Age and the increasing influence of the cultures from the highlands in the north-east. Four persons were buried in a pit immediately above a stone cist where the main burial was found. Beside ceramic vessels of Uruk tradition and pottery of Transcaucasian origin, the grave furniture consisted of several kilograms of metal objects (weapons, tools, vessels and jewellery) made from different metals (copper, arsenical copper, arsenical copper rich in nickel, copper-silver, silver and gold) (Frangipane, 1998; Hauptmann, et al., 2002). Most of the metal items out of the royal tomb have got comparable objects from the Caucasian metallurgy (e. g. pins with double spiral head, spiral rings (hair rings), also spearheads and diadems) (Kushnareva, 1997, pp.196-203, fig. 73, 75). The metal finds suggest intense interactions between local people (at least the elites) of Arslantepe and nomads (specialists in metallurgy?) from the Caucasian highland (Frangipane, 1998; Frangipane, 2001, pp.6-7, Palumbi, 2004, p.116).

Whereas cultural interactions with the north-east (Caucasian highland) and south-south-east (Uruk culture) can definitely be stated, interaction spheres to the region north-west of Arslantepe are more difficult to determine. In the following, special attention is drawn to some metal artefacts from the palace hoard of Arslantepe that

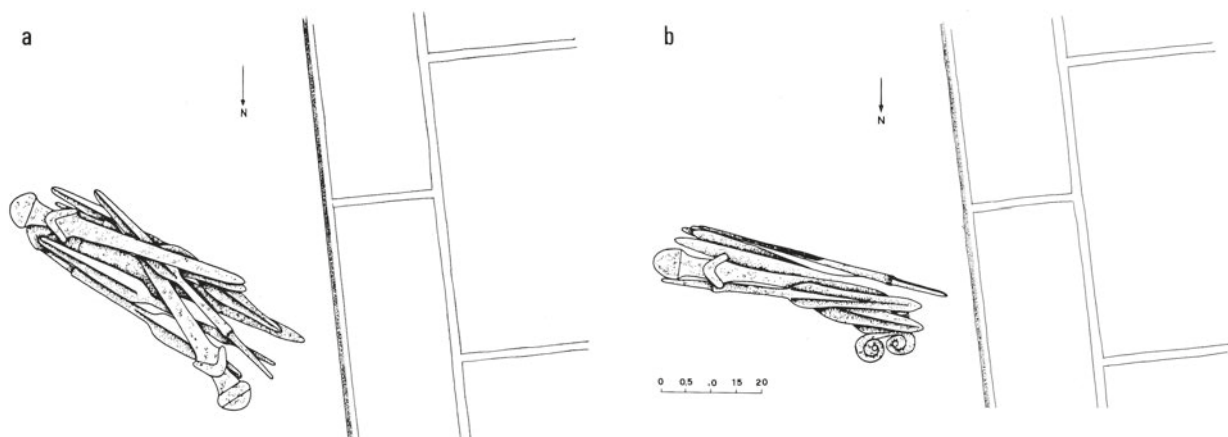


Fig. 2. Arslantepe: Late Chalcolithic palace hoard with swords, spearheads and quadruple spiral in situ (Frangipane and Palmieri, 1983, p.314, fig. 18).

find their parallels in grave goods of the necropolis of İkoztepe near the Black Sea coast and, more general, in the region of North Anatolia.

İkoztepe, Province Samsun

İkoztepe, a tell settlement consisting of four hills, is situated in a favourable geographic position on the Baфра-plain near the Black Sea coast (Fig. 1). Excavations resulted in an almost complete stratigraphy from Chalcolithic to Middle Bronze Age and also Late Iron Age (Bilgi, 2001, pp.24-32). Beside architectural remains, İkoztepe is well-known for an extended graveyard with over 650 graves, traditionally assigned to the late Early Bronze Age (around the mid and second half of the 3rd millennium B.C.) (EBA II-III) (Bilgi, 2005, pp.15-16).

The necropolis of İkoztepe has led to many controversies. Criticism was attracted because of certain grave goods that find their parallels more in Late Chalcolithic times than in late Early Bronze Age. Moreover, the extensive and almost exclusive use of arsenical copper for most of the metal items seems to fit better with metallurgy of the Late Chalcolithic and beginning Early Bronze Age than with Late Early Bronze Age metallurgical artefacts (e.g. Parzinger, 1993, p.237; Lichter, 2008, pp.180-187; Zimmermann, 2011, pp.304-305). In this case, the whole cemetery of İkoztepe should better be assigned and dated to the 4th millennium B.C., like the Chalcolithic graves of İlipinar in Western Anatolia (Roodenberg, 2001; Begegnann, et al., 1994; Lichter, 2008, p.187).

M. L. Welton could confirm these assumptions by performing some new ¹⁴C-dates of some of the burial remains (bones) from the cemetery, in the course of her PhD thesis. The analyses suggest a date in the late 4th millennium (Late Chalcolithic) rather than the second half of the 3rd millennium B.C. (Welton, 2010, pp.103-104).² On the basis of the new radiocarbon dates, the whole necropolis can possibly be dated back some 1000 years. This implies an enormous impact on Anatolian prehistory because such an extended, extramural graveyard is not known in Late Chalcolithic Anatolia until now.

People from İkoztepe were buried in simple earth inhumations in supine, stretched position and the grave can be equipped with a variable number and quality of grave goods. In male graves, there are sometimes rich weapon inventories, in outstanding female graves we find more jewellery, sometimes weapons (daggers) and rare grave goods like pottery vessels, in comparison to burials with only a few or completely without grave goods. Furthermore, this means that we can observe a social stratigraphy that was generally accepted within the group (Yakar, 1985, p.32). Warriors (with regard to the grave goods, they had the highest social status) and related females represent the top of the social hierarchy.

The equipment of a male warrior, as indicated by the metal implements in the graves, consisted of a variable number of metal artefacts (arsenical copper), mostly



Fig. 3. İkoztepe: Sk. 448 as an example of a well-equipped burial with jewellery and weapon inventory (after Bilgi, 2005, plate 20 and fig. 23).

weapons (spearheads, daggers, axes), sometimes together with one or two pincers and jewellery items (ear rings, bracelets, pearl necklaces) (Fig. 3 – e. g. burial Sk. 448 with various metal artefacts).

Quadruple Spirals

Beside weapons, some of the warrior graves also include a quadruple spiral. These artefacts are an exclusive male grave good that were found in 14 warrior graves; in some other graves similar objects, like horned emblems, were found, too.³

The spiral is a common and widely distributed motive with a long tradition in the prehistoric world. As early as in Paleolithic times, the spiral was carved into bones or used as decoration for ceramic vessels in Neolithic. From Early Bronze Age onward, the spiral appears more frequently in the Ancient Near East. The motif can have different forms, for example S- or C-Form or as a running spiral, and can be found in form of seals or impressions in clay, as part of paintings, on artefacts (e. g. as a part of ceramic pots⁴) or as objects (Crowley, 1989, pp.105-112, pp.453-457, fig. 281-308).

In form of clay impressions or as a seal, the quadruple spiral was found at Arslantepe (layer VI B, 3000-2900 B.C.) (Palmieri, 1981, p.110, fig. 10, 2) as well as in the Amuq plain (Phase G, late 4th and early 3rd millennium B.C.) (Braidwood and Braidwood, 1960, p.330, fig. 253,

7; chronology of Phase Amuq G: see Yener and Wilkinson, 1999, p.17).

More often, the spiral appears as tubular beads with spiral endings from the middle of the 3rd millennium B.C. onward. However, this kind of quadruple spiral is significantly smaller than the spirals from Arslantepe and İkištepe. Tubular beads show a wide distribution from Greece (Mycenae), the Aegean and Anatolia to the Caucasus and Mesopotamia. Chronologically, they can be dated from the 3rd to the end of the 2nd millennium B.C. (Culican, 1964, pp.36-43; Maxwell-Hyslop, 1989, pp.215-220; cf. Trejster, 1996, p.210).

In general, early forms of quadruple spirals are considered as a symbol of water. The tubular beads with spiral endings are associated with deities (e. g. depicted on seals) or priests and other persons of high social standing (used as amulets). In this case, the symbol of the quadruple spiral has as well apotropaic function (protective) (Maxwell-Hyslop, 1989, pp.218-220).

Quadruple spirals as part of the warrior equipment

Mostly, the quadruple spirals from the warrior graves of İkištepe were lying at the hips of the deceased. Ö. Bilgi interprets them either as belt buckles or as some kind of religious item of unknown function (Bilgi, 1984, p.72; cf. Palmieri, 1981, p.109, fig. 3, 4). Some of the pieces still show rests of textiles on them (e. g. quadruple spiral of Grave Sk. 395, cf. Bilgi, 1990, p.164, fig. 19, 440); they could have been sewn on the clothing of the dead.

As an object, like in the graves of İkištepe, the quadruple spiral (as well as horned emblems and a few other objects like a double spiral) is firstly associated with male individuals and secondly with weapons. They could be interpreted as some kind of insignia of warriors.

When we compare the quadruple spiral of the contemporaneous (Late Chalcolithic) palace hoard of Arslantepe, which was associated with weapons as well (swords and spearheads), we detect some remarkable

similarities (although the quadruple spiral at Arslantepe comes from a different context). Fig. 4a-b (see also Fig. 6a) shows a comparison of two quadruple spirals: on the left side a spiral from grave Sk. 545 of İkištepe and on the right side the piece found in the Arslantepe hoard.

Both quadruple spirals are almost identical. They are made of arsenical copper and are similar in size. The spiral of Arslantepe is heavier than the other one.

In order to discuss the provenance of metals, archaeometallurgists look upon chemical elements in the composition of artefacts that characterize the ore and the metal smelted out of it. These elements, especially silver (Ag) and nickel (Ni), remain in the metal even after roasting, smelting and melting/casting the metal (Pernicka, 1990, pp.76-77, tab. 8; Pernicka 1999, p.165, pp.169-170, tab. 1).

In Fig. 5, the nickel and silver values of some of the quadruple spirals from İkištepe⁵ are shown in comparison to the artefacts from the palace hoard of Arslantepe (swords, spearheads and quadruple spiral). The spiral of Arslantepe (indicated by a red arrow) has got silver and nickel contents that are comparable with the spirals of İkištepe. The material and typological similarity of the quadruple spirals could probably indicate the same origin of the raw material. Of course, we must not overestimate one single analysis that would lead to premature conclusions. However, material and typological similarities are striking.

These observations (chronological and typological conformity and similar material composition) could possibly indicate that İkištepe was the production site, maybe also the place of origin of quadruple spirals. Whatever significance they had, it seems that İkištepe kept relations to or had (at least sporadic) contacts with Arslantepe already in Late Chalcolithic times.

However, the quadruple spiral from the palace hoard of Arslantepe is not the only comparable artefact. The spiral was deposited together with spearheads and swords, and for these finds we also detect other comparable objects in the region of North-Anatolia (İkištepe and region of Tokat) (Fig. 6).

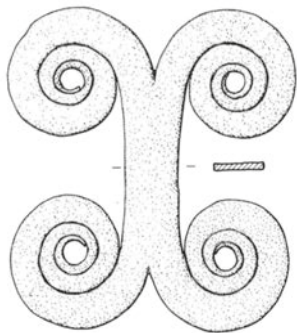


Fig. 4a. Quadruple spiral İkištepe Grave Sk. 545, Late Chalcolithic (3300-3000 B.C.), arsenical copper, h 14,5 cm; w 13 cm; t 0,4 cm; wt 280 g. Bilgi, 1990, fig. 19, 438.



Fig. 4b. Quadruple spiral Arslantepe Palace hoard, 3350-3000 B.C., arsenical copper, h 13,5 cm; w 13,3 cm; t 0,6 cm; wt 396 g. Palmieri, 1981, Fig. 3, 5 (© British Institute at Ankara).

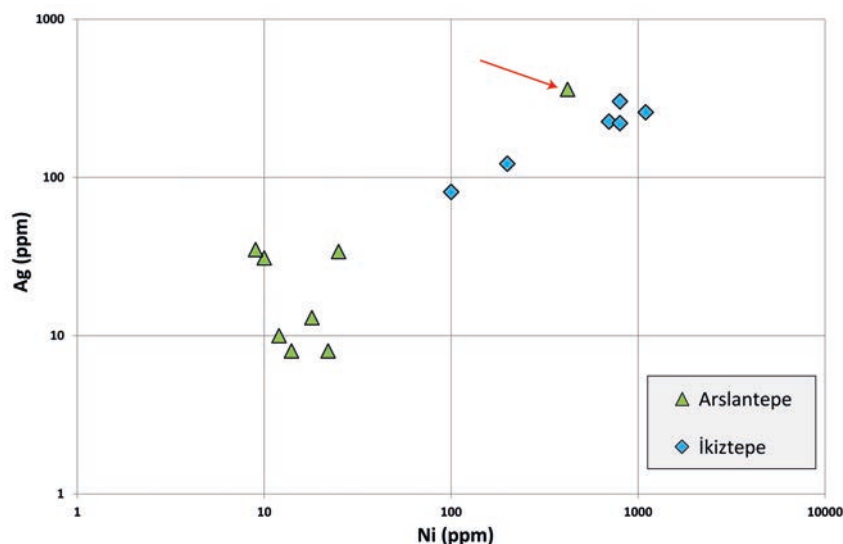


Fig. 5. Binary silver-nickel-diagram of some of the quadruple spirals from İkitzepe in comparison to artefacts from the palace hoard of Arslantepe; the spiral from Arslantepe (indicated by red arrow) is in the range of the İkitzepe spirals. A similar origin of the raw material, maybe the same production site (North Anatolia) can be assumed (data of Arslantepe given by Hauptmann, et al. 2002, p.49, table 5; İkitzepe: H. Özbal, unpublished data).

Spearheads

The spearheads found in the palace hoard as well as in the royal tomb of Arslantepe have got a quite common form: the blade is leaf-shaped, with or without mid rip, and tapers off to a slim middle piece with circular cross section that ends in a straight tang.

Almost similar spearheads with more or less the same features were found from North-Central-Anatolia as far as Mesopotamia (Stronach, 1957, pp.113-115, fig. 8, 4; for further comparisons in the Ancient Near East see also Gordon, 1951, pp.48-51, fig. 2, pp.15-35). Differences can be observed in the length and form of the blade, the tang and the diversity of the solid middle piece. For instance, this type of spearhead occurs in Horoztepe (Özgüç and Akok, 1957, p.216, fig. 13), Tülintepe (Harmankaya, 1993; Yalçın and Yalçın, 2008, pp.106-109, fig. 6-10), Birecik (Sertok and Ergeç, 1999, p.93, p.106, fig. 10, A-B) or in the royal cemetery of Ur (Woolley, 1934, pl. 227, type 2a, 2b, 3).

A very similar spearhead type appears as a grave good in the necropolis of İkitzepe. The only difference to the examples from Arslantepe is the tang that is bent sharply (u-form) at the spearheads of İkitzepe (see for instance Bilgi, 1990, p.121, pp.209-210, fig. 10-11).⁶ (Fig. 6b)

Comparable spearheads with bent tangs are known from the Museum of Sivas, Central Anatolia (without context) (Bilgi, 1993, p.602, fig. 3), from Silifke/Cilicia (Bittel, 1955, pp.117-118, fig. 10) or from "Tbilissi"⁷ and Achalziche in Georgia (Kushnareva, 1997, p.199, fig. 73, 3-4).

Although this type of spearhead has a wide distribution and dates chronologically from the late 4th millennium (Arslantepe) to the second half of the 3rd millennium (Horoztepe), connections or contacts from North-Central-Anatolia to the east (Caucasian highland) and south-east can be stated as early as in Late Chalcolithic times.

Swords

The swords of Arslantepe represent the oldest examples of this weapon type (swords with a solid hilt) ever found (with secure context). It is possible that these weapons also signalize a new meaning of warfare which was, like the economic structure, organized by ruling elites (Palmieri, 1981, p.109). The contents of arsenic in the copper ranges between 4-5 wt% in swords (Caneva and Palmieri, 1983, p.639), indicating that this kind of alloy was intended. A little arsenic in copper improves the material properties, so the weapons were most probably functional and made for fighting and not exclusively for symbolic and/or ritual purposes. On the other hand, three of the swords are decorated with silver inlays in form of triangles and zigzag bands (the earliest examples of this technique), and besides, the location of these finds in the palatial complex (palace hoard) perhaps indicates that in the beginning swords were used primarily for prestigious purposes (Palmieri, 1981, p.104, pp.109-110, fig. 3-4; Caneva and Palmieri, 1983, p.649, tab. 1, sample No. 30; di Nocera, 2010, p.261).

Just recently, T. Zimmermann et al. published a sword of the same type as in the palace hoard of Arslantepe (sword type "Arslantepe"). The sword belongs to the Collection Necdet Dilek and was purchased by the Museum of Tokat in North-Anatolia (Fig. 1; Fig. 6c). Unfortunately, there are no hints, neither of the site where it was found nor about the external circumstances (Zimmermann, et al., 2011, pp.1-7, fig. 1, e; fig. 2). Correspondingly, the following consideration must be regarded as cautious. It is possible that the sword stems from the region of Arslantepe (or elsewhere) and found its way to North Anatolia indirectly, by art trade.

However, formal properties (size, weight, type) of the sword of Tokat and the examples from Arslantepe correspond, as well as the material, so for example, the

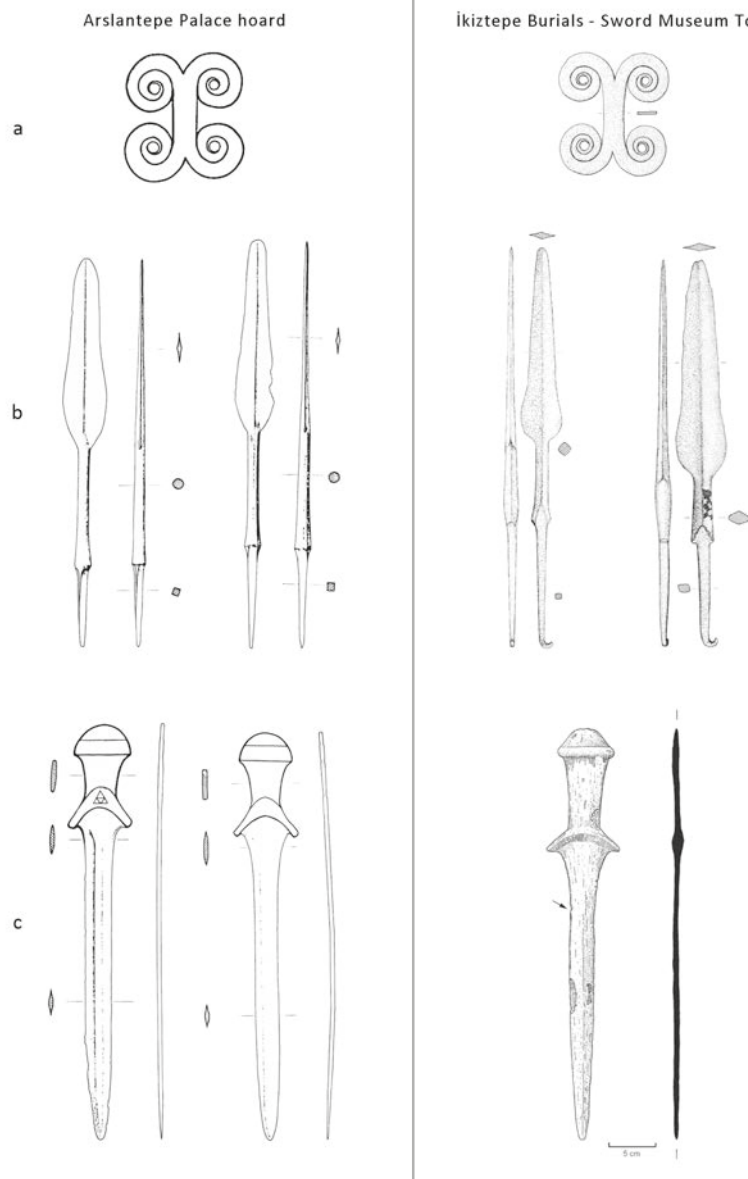


Fig. 6. Comparison of finds from the Late Chalcolithic palace hoard of Arslantepe and finds from the region North-Central-Anatolia (İkiztepe and region Tokat) (Palmieri, 1981, pp. 107-108, fig. 3, 2, 4-5 and fig. 4, 2-3 (© British Institute at Ankara); Bilgi, 1990, fig. 19, 438 and fig. 10, 70, 75; Zimmermann, et al., 2011, Abb. 2).

metal used for the weapons is comparable: a p-XRF-analysis shows high arsenical copper with a little nickel content.⁸ The swords from Arslantepe have lower arsenic contents, but nickel is similarly low (Caneva and Palmieri, 1983, p.641, pp.647-648; Hauptmann, et al., 2002, p.47, p.49, tab. 3, 5).

Moreover, along the edge of the blade Zimmermann et al. observed notches that indicate the practical use of this kind of weapon. Consequently, swords were used most probably for battles/fighting actions (for closed combats and as a cutting or stabbing weapon) at the end of the 4th and beginning of the 3rd millennium B.C. Although swords are not proven in the necropolis of İkiztepe, the sword of Tokat (even though of unknown origin) can be considered as another indicator of cultural contacts to the region of North-Central-Anatolia and confirms supposed connections and contacts in Late Chalcolithic times.

Lead isotope data of İkiztepe and Arslantepe

Last but not least, lead isotope analyses (LIA) of artefacts from the graveyard of İkiztepe are presented here. LIA are a good tool in order to find the origin of metals and metal artefacts respectively (Gale and Stos-Gale, 2000; Stos-Gale and Gale, 2009; Begemann and Schmitt-Streckler, 2008; Klein, 2007). In the following, lead isotope data of 18 analyzed objects from the cemetery of İkiztepe⁹ (all made of arsenical copper) are shown in comparative manner and opposed to metal artefacts from Arslantepe (palace hoard and royal tomb).

The purpose of this study is to show differences and similarities between the LIA-data from İkiztepe and Arslantepe that should underline the supposed contacts and interactions between the two sites. However, the origin of the metals (i. e. provenance studies) is not discussed here,

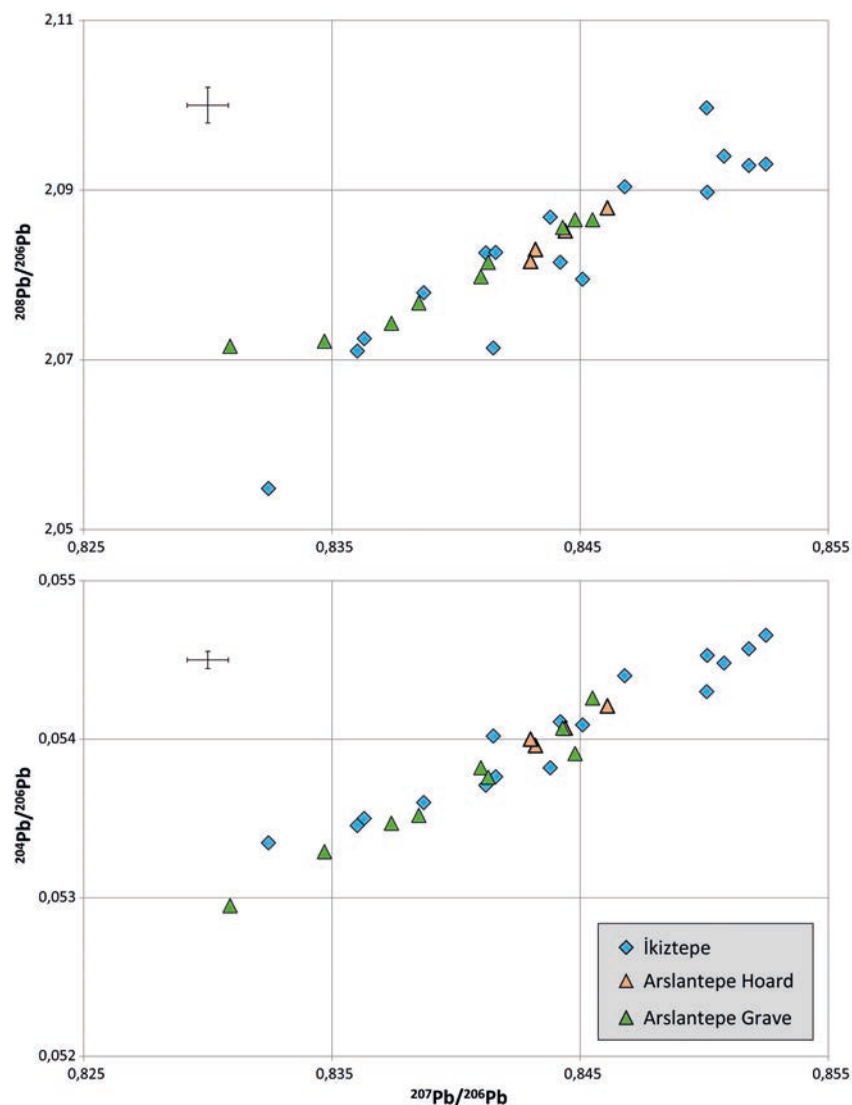


Fig. 7. ^{206}Pb -normalized isotope abundance ratios of arsenical copper artefacts from the graveyard of İkiztepe, the "Palace hoard" and the "Royal tomb" of Arslantepe suggest at least for some of the artefacts the same origin of the raw material; Experimental uncertainties $<0,1\%$ (Hauptmann, et al., 2002 and PhD-Thesis of Michael Klauzner).

because this would go beyond the scope of this article. Provenience studies are very complex and it's often very difficult to decide which ore deposit might have provided the raw copper for the arsenic containing copper artefacts (compare the problems and difficulties that Hauptmann et al. (2002, pp.61-63) faced when they were searching for the origin of the arsenical copper artefacts found at Arslantepe).

In Fig. 7, lead isotope analyses of arsenical copper objects from İkiztepe and Arslantepe are opposed. We can see a wide spreading of the LIA-data from İkiztepe as well as from the royal tomb of Arslantepe. Most artefacts from the palace hoard of Arslantepe cluster in a small group and could possibly stem from the same ore source. It is interesting that the data from İkiztepe and Arslantepe (hoard and grave) show some overlapping. It would be conceivable that Arslantepe and İkiztepe had the same suppliers of raw materials or exploited the same ore sources.

Conclusions

The comparison of archaeological artefacts from Arslantepe with finds from the region of North-Central-Anatolia and their typological parallels (e. g. quadruple spirals, spearheads, swords) suggest relations in Late Chalcolithic times. By considering new radiocarbon data from the necropolis of İkiztepe – assigning the graves to the second half of the 4th millennium B.C. – it is most likely that the two regions had contacts and exchanged goods, maybe also raw materials. Natural science analyses (chemical and lead isotope analyses) give further hints of the proposed contacts. The region of Arslantepe obviously had connections to the Mesopotamian Uruk culture as well as to the East-Anatolian and Caucasian cultures, but it seems that Arslantepe also kept contact with the region of North-Central-Anatolia at least in the late 4th millennium.

One of the urgent research questions is how the people got into contact and respectively, how they met each other in prehistoric times. One explanation or scenario for the late 4th millennium could be that the contact happened when transhumance brought people from different cultural groups together. Those people, who moved into the landscape, could have discovered mineral resources that have been exploited in the following. Perhaps, there is some kind of early barter, gift exchange or even prestigious goods exchange but anyway, the mechanisms behind cultural groups and their exchange (between warriors from İkiztepe and the ruling people from Arslantepe) are difficult to determine.

If we consider prestigious goods and their barter and exchange between elites of different cultural groups, the question of what kinds of commodities were exchanged is still to be answered. Maybe there was the supply of raw materials (ore, even raw metals) to the local artisans at Arslantepe where objects were produced in the settlement. Perhaps, people from İkiztepe can be identified as some kind of intermediaries who produced or delivered metals – just before Transcaucasian influence got stronger at Arslantepe in the beginning of the 3rd millennium B.C. (indicated by wattle and daub structures, particular metal objects, Kura-Araxes ware).

The sword of Tokat could be the result of a supply with raw metals from North-Anatolia that was a gift of exchange or a custom work and didn't find its way to the final destination. On the basis of the new dating of the necropolis of İkiztepe, the whole cultural environment of North-Central-Anatolia gets more involved in the major key players of the Late Chalcolithic times.

Acknowledgement

First of all I would like to thank Dr. Hadi Özbal, Boğaziçi University, for providing metal samples of İkiztepe. Many thanks go to Prof. Dr. Sabine Klein from Goethe-University Frankfurt for performing lead isotope analyses of samples from İkiztepe as well as Dr. Michael Bode from Materialkundliches Labor (Deutsches Bergbau-Museum Bochum) for conducting chemical analyses. For scientific support I would like to thank Dr. Ünsal Yalçın and Dr. Andreas Hauptmann. I am also grateful that Seltan Acar M.A. took over the proofreading of the article.

Notes

- 1 For early metallurgy in Anatolia see Yalçın, 2000; for developments on the Balkans and South-East-Europe see Pernicka, et al., 1993; 1997; Radivojević, et al., 2010; Radivojević, et al., 2013.
- 2 There are ¹⁴C-dates for only two skeletons; nevertheless, these dates confirm the early dating of the necropolis of İkiztepe. However, we must consider the freshwater reservoir effect in performing radiocarbon dating. This effect can be observed, e. g. by consumption of fish (which can be expected for people of İkiztepe) that can make samples some hundreds to thousand years older than they are in reality (Philippson, 2013).

- 3 Quadruple spirals were found in 14 male burials (Bilgi, 1984, pp.72-73, fig. 18, 272-277; Bilgi, 1990, p.164, fig. 19, 438-445). In some cases horned emblems also occur (e. g. Grave Sk. 176 (Bilgi, 1984, p.72, fig. 18, 271) or Graves Sk. 462, Sk. 569 and Sk. 554 (Bilgi, 1990, p.163, fig. 19, 435-437). In burial Sk. 172 (Bilgi, 1984, p.71, fig. 18, 269), a double spiral was found.
- 4 A quadruple spiral is depicted in relief on a Kura-Araxes vessel from the settlement of Kvemo-Aranisi, Aragvi plain (middle of the 3rd millennium B.C.) (Bobokhyan, 2008, p.184, citing Ghlonti, 2006, p.56, fig. 2).
- 5 There wasn't enough sample material left of the here shown quadruple spiral from burial Sk. 545. In the course of the analysis in the 1980ies, the nickel value wasn't determined for this artefact.
- 6 According to D. B. Stronach, spearheads with bent tang correspond to Type 5a (Stronach, 1957, pp.113-115, fig. 8, 5).
- 7 Unknown origin without context; finding place "Tbilissi" is stated.
- 8 A non-destructive analysis performed on the sword shows 89, 5% copper, 9, 9% arsenic and 0, 5% nickel (Özen and Zarasız in Zimmermann, et al., 2011, 5-6, fig. 5).
- 9 Data of lead isotope analyses will be published in the course of the author's PhD thesis.

Bibliography

- Begemann, F., Pernicka, E. and Schmitt-Strecker, S., 1994. Metal Finds from Ilıpınar and the Advent of Arsenical Copper. *Anatolica*, 20, pp.203-219.
- Begemann, F. and Schmitt-Strecker, S., 2008. Bleiisotopie und die Provenienz von Metallen. In: Ü. Yalçın, ed., 2008. *Anatolian Metal IV. Der Anschnitt*, Beiheft 21. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum, pp.125-134.
- Bilgi, Ö., 1984. Metal Objects from İkiztepe-Turkey. *Beiträge zur Allgemeinen und Vergleichenden Archäologie*, 6, pp.31-96.
- Bilgi, Ö., 1990. Metal Objects from İkiztepe-Turkey. *Beiträge zur Allgemeinen und Vergleichenden Archäologie*, 9-10, pp.119-219.
- Bilgi, Ö., 1993. Some unstratified Metal Weapons from the East Anatolian Museums. In: M. Frangipane, H. Hauptmann, M. Liverani, P. Matthiae, M. Mellink, eds. 1993. *Between the Rivers and over the Mountains*. Archaeologica Anatolia et Mesopotamica Alba Palmieri dedicatea. Rome, pp.601-604.
- Bilgi, Ö., 2001. *Orta Karadeniz Bölgesi Madencileri – Metallurgists of the Central Black Sea Region*. TASK Vakfı yayınları, 4, Monografi Serisi, 1. Istanbul: TASK Vakfı.
- Bilgi, Ö., 2005. Distinguished Burials of the Early Bronze Age Graveyard at İkiztepe in Turkey. *Istanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Anadolu Araştırmaları Dergisi* XVIII(2), pp.15-113.
- Bittel, K., 1955. Einige Kleinfunde aus Mysien und aus Kilikien. *Istanbuler Mitteilungen*, 6, pp.113-118.
- Bobokhyan, A., 2008. *Kommunikation und Austausch im Hochland zwischen Kaukasus und Taurus. ca. 2500-1500 v. Chr.* British Archaeological Reports International Series 1853. Oxford: Archaeopress.
- Braidwood, R. J. and Braidwood, L. S., 1960. *Excavations in the Plain of Antioch I - The Earlier Assemblages Phases A-J*. Oriental Institute Publications 61, Chicago: The University of Chicago Press.
- Caneva, C. and Palmieri, A., 1983. Metalwork at Arslantepe in Late Chalcolithic and Early Bronze Age I: The Evidence from Metal Analysis. *Origini*, XII(2), pp.637-654.
- Crowley, J. L., 1989. *The Aegean and the East – An Investigation into the Transference of Artistic Motifs between the Aegean, Egypt, and the Near East in the Bronze Age*. Jonsered: Paul Åströms.

- Culican, W., 1964. Spiral-End Beads in Western Asia. *Iraq*, 26(1), pp.36-43.
- di Nocera, G. M., 2004. La Misura del Tempo. In: M. Frangipane ed. 2004. *Alle origini del potere. Arslantepe, la collina dei leoni*. Milano: Electa, p.18.
- di Nocera, G. M., 2010. Metals and Metallurgy. Their Place in the Arslantepe Society between the end of the 4th and Beginning of the 3rd Millennium BC. In: M. Frangipane, ed. 2010. *Economic Centralisation in Formative States. The Archaeological Reconstruction of the Economic System in 4th Millennium Arslantepe*. Studi di Preistoria Orientale 3. Rome: Sapienza Università di Roma, Dipartimento di scienze storiche, archeologiche e antropologiche dell'antichità, pp.255-274.
- Frangipane, M., 1997. A 4th-millennium temple/palace complex at Arslantepe-Malatya. North-South relations and the formation of early state societies in the northern regions of Greater Mesopotamia. *Paléorient*, 23/1, pp.45-73.
- Frangipane, M., 1998. Arslantepe 1996: The Finding of an E.B.I "Royal Tomb". XIX. *Kazı Sonuçları Toplantısı I*. Ankara, pp.291-309.
- Frangipane, M., 2001. The transition between two opposing forms of power at Arslantepe (Malatya) at the beginning of the 3rd millennium. *Türkiye Bilimler Akademisi Arkeoloji Dergisi*, 4, pp.1-24.
- Frangipane, M., 2012. Fourth Millennium Arslantepe: The Development of a centralized society without urbanization. *Origini*, 34, pp.19-40.
- Frangipane, M. and Palmieri, A., 1983. A protourban centre of the late Uruk period. *Origini*, 12(2), pp.287-454.
- Gale, N. H. and Stos-Gale, Z. A., 2000. Lead isotope analysis applied to provenance studies. In: E. Ciliberto, G. Spoto, eds. 2000. *Modern Analytical Methods in Art and Archaeology*. Chemical Analysis Series 155. New York: Wiley, pp.503-584.
- Ghlonti, M., 2006. Vessels with relief ornaments from the Aragvi Valley. *Dziebani*, 17/18, pp.51-61 (Georgian with English summary).
- Gordon, D. H., 1951. The Chronology of the Third Cultural Period at Tepe Hissar. *Iraq*, 13(1), pp.40-61.
- Harmankaya, S., 1993. Tülintepe Höyüğü (Elazığ) Maden Buluntuları. VIII. *Arkeometri Sonuçları Toplantısı*, pp.369-379.
- Hauptmann, A., Schmitt-Strecker, S., Begemann, F. and Palmieri, A., 2002. Chemical Composition and Lead Isotopy of Metal Objects from the "Royal" Tomb and other related Finds at Arslantepe, Eastern Anatolia. *Paléorient*, 28(2), pp.43-70.
- Klein, S., 2007. Dem Euro der Römer auf der Spur – Bleiisotopenanalysen zur Bestimmung der Metallherkunft römischer Münzen. In: G.A. Wagner, ed. 2007. *Einführung in die Archäometrie*. Heidelberg: Springer, pp.139-152.
- Kushnareva, K. Kh., 1997. *The Southern Caucasus in Prehistory – Stages of Cultural and Socioeconomic Development from the eighth to the second millennium B.C.* University Museum Monograph, 99. Philadelphia: University of Pennsylvania Museum.
- Lehner, J. W. and Yener, K. A., 2014. Organization and Specialization of Early Mining and Metal Technologies in Anatolia. In: B. W. Roberts, C. P. Thornton, eds. 2014. *Archaeometallurgy in Global Perspective*. New York: Springer, pp.529-557.
- Lichter, C., 2008. Varna und İkiztepe – Überlegungen zu zwei Fundplätzen am Schwarzen Meer. In: I. Simeonov Ivanov, V. Slavčev, eds. 2008. *The Varna Eneolithic Necropolis and Problems in Prehistory in Southeast Europe. Studia in Memoriam Ivani Ivanov*. Acta Musei Varnaensis, VI. Varna: Regionalen Istoričeski Muzej, pp.191-208.
- Maxwell-Hyslop, R., 1989. An Early Group of Quadruple Spirals. In: K. Emre, M. Mellink, B. Hrouda, N. Özgüç, eds. 1989. *Anatolia and the Ancient Near East – Studies in Honor of Tahsin Özgüç*. Ankara: Türk Tarih Kurumu, pp.215-223.
- Özgüç, T. and Akok, M., 1957. Horoztepe Eserleri – Objects from Horoztepe. *Bellefen*, 21/82, pp.201-219.
- Palmieri, A., 1981. Excavations at Arslantepe (Malatya). *Anatolian Studies*, 31, pp.101-119.
- Palumbi, G., 2004. La più antica Tomba "Reale". Dati archeologici e costruzione delle ipotesi. In: M. Frangipane, ed. 2004. *Alle origini del potere. Arslantepe, la collina dei Leoni*. Milano: Electa, pp.114-121.
- Parzinger, H., 1993. *Studien zur Chronologie und Kulturgeschichte der Jungstein-, Kupfer- und Frühbronzezeit zwischen Karpaten und Mittlerem Taurus*. Römisch-Germanische Forschungen, 52. Mainz am Rhein: Philipp von Zabern.
- Pernicka, E., 1990. Gewinnung und Verbreitung der Metalle in prähistorischer Zeit. *Jahrbuch RGZM*, 37, pp.21-129.
- Pernicka, E., 1999. Trace Element Fingerprinting of Ancient Copper: A Guide to technology or Provenance? In: S. M. M. Young, A. M. Pollard, P. Budd, R. A. Ixer, eds. 1999. *Metals in Antiquity*. British Archaeological Reports International Series, 792. Oxford: England Archaeopress, pp.163-171.
- Pernicka, E., Begemann, F., Schmitt-Strecker, S. and Wagner, G. A., 1993. Eneolithic and Early Bronze Age copper artefacts from the Balkans and their relation to Serbian copper ores. *Prähistorische Zeitschrift*, 68(1), pp.1-54.
- Pernicka, E., Begemann, F., Schmitt-Strecker, S., Todorova, H. and Kuleff, I., 1997. Prehistoric copper in Bulgaria – Its composition and provenance. *Eurasia Antiqua*, 3, pp.41-180.
- Philippson, B., 2013. The freshwater reservoir effect in radiocarbon dating. *Heritage Science*, 1:24. [online] Available at: <www.heritagesciencejournal.com/content/1/1/24> [Accessed 10 December 2014].
- Radivojević, M., Rehren, Th., Pernicka, E., Šljivar, D., Brauns, M. and Borić, D., 2010. On the origins of extractive metallurgy: New evidence from Europe. *Journal of Archaeological Science*, 37(11), pp.2775–2787.
- Radivojević, M., Rehren, Th., Kuzmanović-Cvetković, J., Jovanović, M. and Northover, J. P., 2013. Tainted ores and the rise of tin bronzes in Eurasia, c. 6500 years ago. *Antiquity*, 87, pp.1030-1045.
- Roodenberg, J., 2001. A Late Chalcolithic Cemetery at Ilipinar in Northwestern Anatolia. In: R. M. Boehmer, J. Maran, eds. 2001. *Lux Orientes – Archäologie zwischen Asien und Europa. Festschrift für Harald Hauptmann*. Internationale Archäologie – Studia honoraria 2. Rahden/Westf.: Verlag Marie Leidorf, pp.351-355.
- Sertok, K. and Ergeç, R., 1999. A New Early Bronze Age Cemetery: Excavations near The Birecik Dam, Southeastern Turkey. *Anatolica*, 25, pp.87-107.
- Stos-Gale, Z. A. and Gale, N. H., 2009. Metal provenancing using isotopes and the Oxford archaeological lead isotope data-

- base (OXALID). *Archaeological and Anthropological Sciences*, 1, pp.195-213.
- Stronach, D. B., 1957. The Development and Diffusion of Metal Types in Early Bronze Age Anatolia. *Anatolian Studies*, VII, pp.89-125.
- Trejster, M. J., 1996. Die trojanischen Schätze. In: W. P. Tolstikov and M. J. Trejster, *Der Schatz aus Troja. Schliemann und der Mythos des Priamos-Goldes*. Katalogbuch Ausstellung in Moskau 1996/97. Stuttgart/Zürich: Belsar, pp.197-236.
- Welton, M. L., 2010. *Mobility and Social Organization on the Ancient Anatolian Black Sea Coast: An Archaeological, Spatial and Isotopic Investigation of the Cemetery at Ikiztepe, Turkey*. PhD. University of Toronto. Available at: <https://tspace.library.utoronto.ca/bitstream/1807/26259/1/Welton_Megan_Lynn_201011_PhD_Thesis.pdf> [Accessed 25 May 2013].
- Wooley, C. L., 1934. *Ur Excavations Volume I and II – The Royal Cemetery*. British Museum and University Museum Philadelphia. Oxford.
- Yakar, J., 1985. Regional and Local Schools of Metalwork in Early Bronze Age Anatolia, Part II. *Anatolian Studies*, 35, pp.25-38.
- Yalçın, Ü., 2000. Anfänge der Metallverwendung in Anatolien. In: Ü. Yalçın, ed. 2000. *Anatolian Metal, I*. Der Anschnitt, Beiheft 13. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum, pp.17-30.
- Yalçın, Ü. and Yalçın, H. G., 2008. Der Hortfund von Tülintepe, Ostanatolien. In: Ü. Yalçın, ed. 2008. *Anatolian Metal IV*. Der Anschnitt, Beiheft 21. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum, pp.101-123.
- Yener, K. A. and Wilkinson, T. J., 1999. Amuq Valley Regional Project. *The Oriental Institute 1998-1999 Annual Report*, 9-18. [online] Available at: <https://oi.uchicago.edu/sites/oi.uchicago.edu/files/uploads/shared/docs/ar/91-00/98-99/98-99_Amuq.pdf> [Accessed: 28 August 2014].
- Zimmermann, Th., 2011. Frühe Metallobjekte zwischen westlichem Schwarzmeer und Taurusgebirge in kultischem und profanem Kontext – Neue Studien zu Rohstoffen, Technologie und sozialem Zeigerwert. In: U.-L. Dietz, A. Jockenhövel, eds. 2011. *Bronzen im Spannungsfeld zwischen praktischer Nutzung und symbolischer Bedeutung*. Beiträge zum internationalen Kolloquium am 9. und 10. Oktober 2008 in Münster. *Prähistorische Bronzefunde*, XX(13). Stuttgart: Franz Steiner, pp.297-313.
- Zimmermann, Th., Dilek, N. and Önder, T. K., 2011. Ein neues Schwert vom Typus ‚Arslantepe‘ – frühmetallzeitliche Wafentechnologie zwischen Repräsentation und Ritual. [Mit einem archäometrischen Beitrag von L. Özen and A. Zararsız, Ergebnisse der Röntgenfluoreszenzanalyse.] *Prähistorische Zeitschrift*, 86, pp.1-7.

Ingolf Löffler

New thoughts about Iron Age metallurgy in Faynan: A discussion

ABSTRACT: *In Faynan area the copper production took place on real industrial scale in two major phases during the 12th–11th and the 10th–9th centuries BC, with smaller activities at Khirbet Faynan in the 9th and 8th century BC. Because of iron tools, single and twin shafts were dug in the underground. Analogous to the mining techniques, a new furnace construction with special refractories and multiple composed tuyères was invented. The contribution will give a survey of the Iron Age mining and mining technology and tries to perform, on the basis of old and new archaeological features and finds, a reinterpretation of the Iron Age furnace technology.*

KEYWORDS: IRON AGE, MINING, COPPER METALLURGY, SMELTING TECHNIQUE

Introduction

This article will present a short overview of technological innovations of mineral exploitation through the Iron Age by mining activities as well as the production and reconstruction of copper smelting in the Faynan copper district in Jordan, located halfway between the Dead Sea and the Red Sea (Fig. 1).

The main mineralization in the Faynan mining district, and the ancient mines and smelting sites, spreads over an area of ca. 20 x 25 km, from the sand dunes at Barqa al-Hetiye in the southwest to Wadi al-Jariya in the north, and from Umm el-Amad to the wadis Dana, Khalid and Abiad (Fig. 1).

As already pointed out by Hauptmann (2007, pp.73-83, pp.145-152), during the Iron Age intensive mining activities were developed in the mineralization in the Burj limestone or dolomite-limestone-shale.

Mining and Smelting sites

The Iron Age copper mining and smelting sites are mainly concentrated at a few places: Ore (Weisgerber, 2003, pp.84-85; 2006, pp.13-17) from the mines in the wadis Khalid, Dana, Ghuweibe, Jariye as well as from Umm es-Zuhur was brought to Faynan, Khirbet en-Nahas (KeN) and Khirbet el-Jariye (KeJ), where it was smelted to metal (Fig. 1).

Additional exploited formations probably exist in the Wadi Ratiye “Talkopf” area and a new discovered area with densely clustered, innumerable circular depressions

covering several square kilometres, was found west and northwest of KeJ. This huge depression field or “mining field” was recently investigated. The authors were not really sure concerning the dating. Due to its immediate vicinity to the mining and smelting site of KeJ, they assume that these flat round pits mainly date to the Iron Age (Ben-Yosef, Levy and Najjar, 2009, p.99).

New data sets of ¹⁴C-dates from Levy et al. (2005; 2008), Ben-Yosef, Levy and Najjar (2009) and recalibrated ¹⁴C-dates from Hauptmann (2000; 2007) obviously indicate phases of metal production in the Faynan area during the 12th–11th and especially during the 10th–9th centuries BC, with lower production until the 5th century BC, which super-imposed and reworked the earlier period(s) of the Bronze Age. Recycling of EBA slag (Hauptmann and Löffler, 2013, p.80) was performed at KeN, KeJ and at Faynan 5. Recycling of EBA slag is also reported from the smaller Iron Age smelting sites of Ras en-Naqab (Hauptmann, 2000; 2007, pp.123-126) and Khirbet Hamra lfdan (Levy et al., 2002).

At the largest smelting sites KeN – “The ruins of copper” – and KeJ (Fig. 1), metal production took place on an industrial scale during the 10th and 9th century BC (Hauptmann and Löffler, 2013, pp.77). Other places of metal production (Hauptmann 2000; 2007) are the area of Faynan 5 (Fig. 2, western slag heap), during the 10th– 5th century BC, and the smelting sites in the Wadi Dana around the Khirbe of Faynan itself, which is presently being excavated by T. Levy.

Close to Khirbet al-Ghuwebe (KaG) was another, seemingly smaller smelting site (Glueck, 1935, pp.22-23; Weisgerber, 2006, p.15) without any evidence of large tap

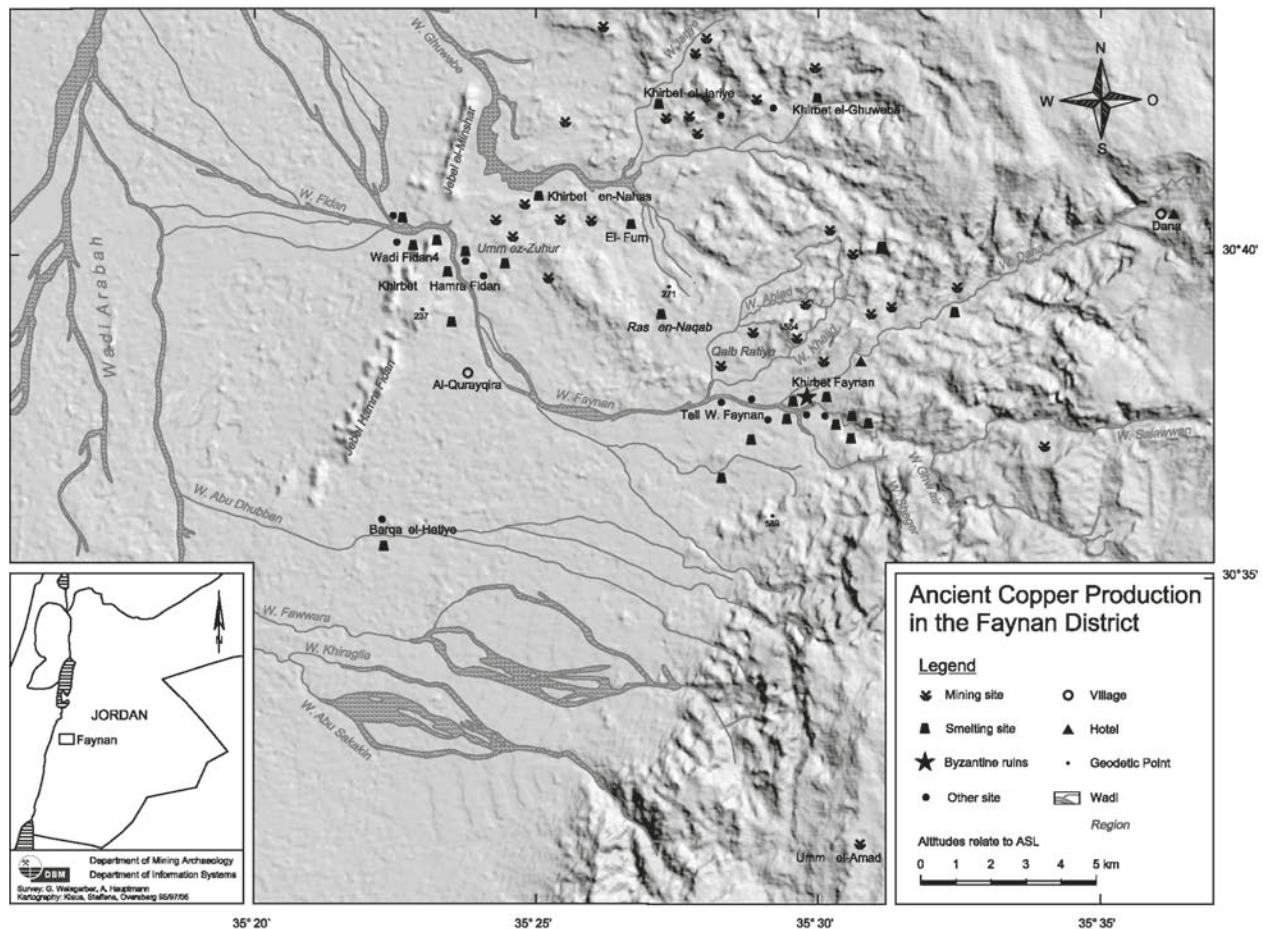


Fig. 1. Geographical overview of the Faynan mining district at the foot of the Jordanian Plateau. Ancient mining and smelting sites and some other important archaeological find spots. Each mining symbol represents a site where up to 50 or more mines (underground) have been explored (Hauptmann, 2007, fig. 6.1).

slag like at KeN. The associated ceramic indicates early Iron Age (I) occupation. The accumulation shows similarities to the pottery from KeJ (Ben-Yosef, 2010, pp.447-448).

The Iron Age mining and smelting sites like KeJ are connected with larger centralized building structures. The mining and smelting sites were controlled and supplied by the large building structures (Weisgerber, 2006, pp.15-16). Larger sites, like KeN, were fortified and at KaG two hill forts (7th/6th century BCE) were built (Ben-Yosef, 2010, pp.418) at the edge of the mining district (Weisgerber, 2006, p.15), in order to protect the copper production and trade. These structures are the basement for the necessary infrastructure that is needed for smelting the ores — a supply of experts, manpower, water, food and fuel.

Mining Technology

Through the application of new technologies, the Iron Age miners were able to get access to parts of the deposits which were not available for EBA miners (Weisgerber, 2006, p.13).

By well understanding the geological features and the knowledge of the need for ventilation new shafts were opened. The new invention of special single ventilation shafts (Weisgerber, 2003, pp.84-85; 2006, pp.13-17) like in the Wadi Khalid mine 17 (Fig. 3) can reach a depth of 40 m or more. The use of iron tools probably enabled such work and made the exploitation close to and beneath the foothills of the nearby cliff possible. The installation of the shafts directly to geological faults allows an effective reduction of the already loosened side of the rock.

The most fascinating feature of Iron Age deep mining are the double or twin shafts. In the Faynan Area, normally round twin shafts were applied. Mostly, they are sunken, only separated by 0,5 m thick rock walls in order to optimize the extraction of ore and the ventilation of the underground mines (Fig.4). Today, they are open to a depth of about 10 m, once, they reached to the ore stratum at depths of 40 m or more (Weisgerber, 2003, pp.84-85; 2006, pp.13-17). The dating of the twin shafts is often unclear, because of the absence of archaeological excavations.

The hauling of persons, ore, waste, tools and food became more complicated with the increasing depth, and thus, ropes and winches had to be utilized. In addition, the



Fig. 2. The satellite image (Ikonos-satellite data) shows the archaeological remains around the Khirbe of Faynan (KF). In the western and to the northern areas are slag heaps from the Iron Age (EZ), in parts surrounded from heaps dated from the Early Bronze Age. Straight south of the Wadi Faynan, near the mouth of the Wadi Ashegher the Roman-Byzantine smelting (RB) site is situated. The remains of the aqueduct (A) are connected with a rectangular water reservoir (Z), which itself runs a Roman mill. At this point the wide irrigation system reaches to the west (Courtesy of European Space Imaging/© European Space Imaging GmbH).

ventilation, lighting and stabilization of the underground room-and-pillar-constructions had to be ensured. Post-holes (Fig. 4) for windlasses (Weisgerber, 2003, pp.84-85; 2006, pp.13-17) have been identified several times beside the mouth of shafts, mainly of twin shafts. The axle for the winch has been constructed directly over the central region of the shafts. This is quite different from the Egyptian shaft windlasses at Timna, where the machine was situated in front of the shafts.

The windlasses at Faynan were probably operated by levers starting at the axle positioned in a cross form in the beam. No crank was used (Weisgerber, 2006, p.14). Additional step holes were dug into the faces of the shafts (Fig. 5). At Timna (Weisgerber, 2006, p.15) on the other side of the Wadi Araba, steps or step holes in the shaft walls exist, too.

As the faces of the shafts have traces of steps, lifting and lowering of persons was a combination of climbing and the use of windlasses.

The construction of deep vertical shafts raises the question how to find technical solutions for air supply during the sinking of a single shaft, like the shaft 17/1 in Wadi Khalid (Fig.3), and the mining of ore.

Morin et al. (2013, p.13) investigations showed that in winter time, the atmospheric air is colder than the shaft walls and flows slowly downwards like a "waterfall". Due to its current thermal exchange with the walls, the air in the shaft is warmer. The warmer air concentrates in the center of the shaft and moves upwards. Fresh air runs down from the surface to the base of the shaft as a result of an irregular convective flow.

In summer time (Weisgerber, 2006, p.15), the air filling of the shaft reaches the wall temperature. Due to this, the air in the shaft remains colder and heavier than atmospheric air above. During the day, the shaft works as a cold air trap and natural air convection could still exist but would remain extremely slight. Atmospheric air temperature during the night or heat released by miners at work in the shaft and by oil lamps can also engender a kind of air convection. In contrast to the winter time, the terms in the shaft are obviously worse for respiration during summer days. A driving during the summer night is conceivable. The use of bellows and pipe systems is more likely. Based on this technology driving is throughout the year possible.

After finishing a ventilation shaft, the mine can be operated the whole year long. The reason for this is the air

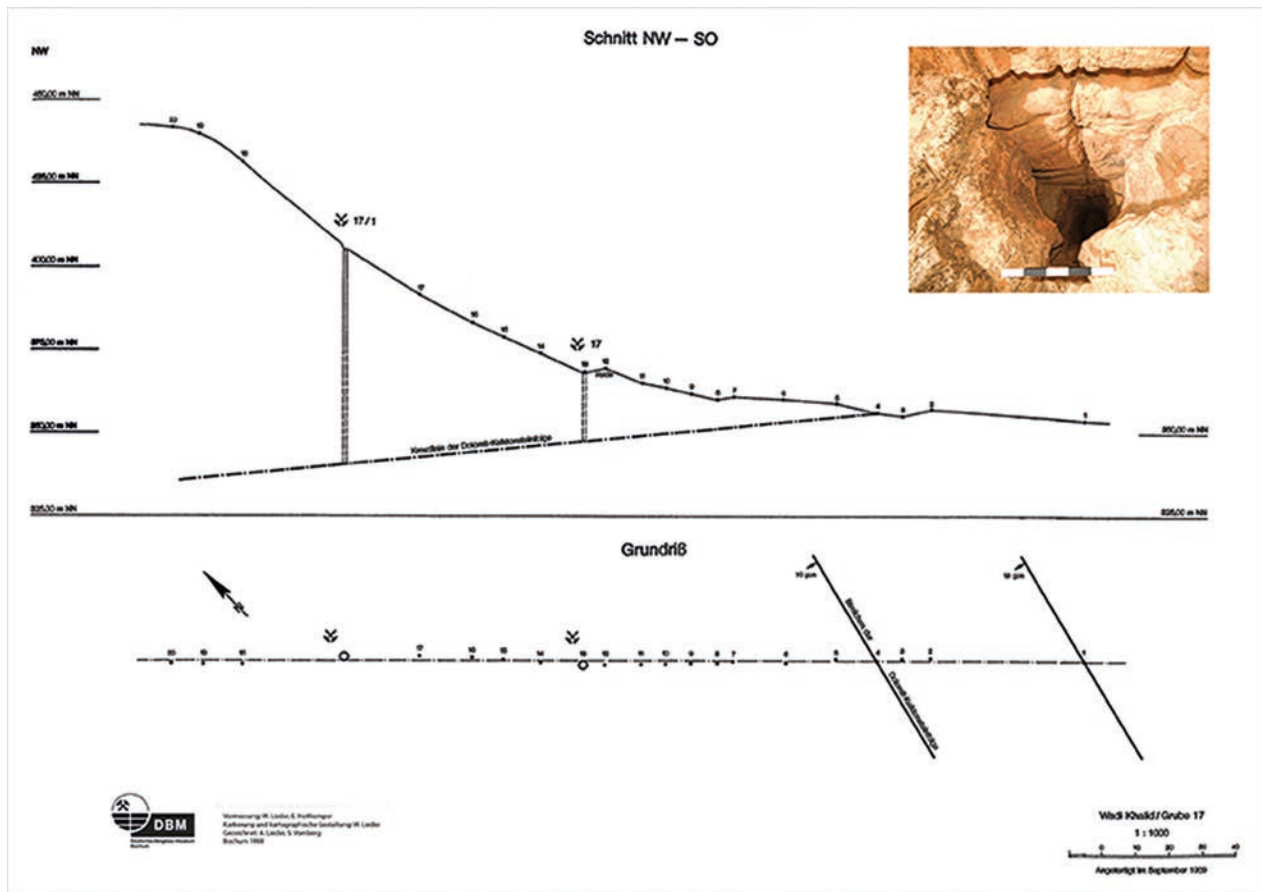


Fig. 3. Wadi Khalid mine 17. Deposit, mine and ventilation shaft (map). Ventilation shaft 17/1 (photo: Deutsches Bergbau-Museum Bochum, I. Löffler; map: W. Lieder, S. Vomberg).



Fig. 4. Wadi Ghuwebe. Iron Age twin-shaft construction, dated by pottery from the tailings. The three diagonally positioned post holes indicate the kind of winch in operation with a thin, central positioned axle (photo: G. Weisgerber, Deutsches Bergbau-Museum Bochum).



Fig. 5. Wadi Khalid, mine 2, "Triple Shaft". The shaft is located at the bottom of the steeply arising Ras Gebel Khalid formation in order to explore at this point the copper ore deposit of the DLS-zone below. The double shaft construction is dated by pottery from the tailings to the Iron Age. Step holes were dug into the face of one Iron Age shaft (photo: I. Löffler, Deutsches Bergbau-Museum Bochum).

circulation in the ventilation system between shafts and mine, such as the mine 17 in Wadi Khalid (Fig. 3).

The depth of the single and double shafts raises the question of the construction time. The diameters of the twin shafts of mine 5 at Wadi Abiad and Gebel Ghuwebe (Fig. 4) are about 1 m and correspond to an area of approximately 0,78 m². With a calculated driving of 5,76 m³ per month (Conophagos, 1980, pp.195-196) this results in a theoretical shaft driving of 7,38 m per month and 88,56 m per year. If the shaft is constructed close to a fault the driving will be faster (Fig. 3, shaft 17/1).

Overall, about 50 Iron Age shafts and/or mines were opened in the Faynan mining district (Hauptmann and Löffler, 2013). These sophisticated mining installations, where the preparations alone took approximately a year or more before the ore could be extracted, could not have been organized by a small group of people (Weisgerber, 2006, p.15). According to Hauptmann and Löffler (2013), mining and smelting activities to such a large extent and of such a degree of resources investment and sophistication were probably undertaken by large enterprises and by a number of experienced experts.

In general, no typical Iron Age mine in the Faynan mining area has completely been excavated. There is only one entrance at the smaller mine 18 at Umm ez-Zuhur, opened by erosion, but which does not really help us to understand the procedures of Iron Age mining (Weisgerber, 2006, p.14).

Metallurgy

The copper production in the Faynan mining district achieved an industrial scale during the Iron Age, dated

back to the 12th–11th century BC and especially the 10th–9th century BC (Hauptmann and Löffler, 2013, p.84). Comparable to the development of mining techniques, the copper smelting technology in this period (Hauptmann, 2000, pp.155-161; 2007, pp.242-254) was using new furnace constructions with special refractory and multiply composed *tuyères*. The new kind of slag tapping arrangements and the fabrication of large tapped slags characterize the outstanding result of these technical innovations. According to the calculations made by Hauptmann (2007, p.147), between 6,500 and 13,000 tons could have been produced during the Iron Age in the Faynan mining district.

Iron Age furnace technology

In contrast to the Early Bronze Age copper smelting installations, Iron Age furnaces were constructed of slag-tempered (Tite, et al., 1990; Hauptmann, 2000, 2007; Al-Shorman, 2009) clay. Corresponding to the archaeological field evidence in the Faynan district, the features of the furnaces are comparable to those from the contemporary smelting sites at Timna 30 Locus 10 (Hauptmann, 2000, p.73; 2007, p.102).

The reconstruction of the Iron Age smelting furnace by Bachmann and Rothenberg

In the absence of comparable furnace remains, a reconstruction of possible Iron Age smelting (from Timna)

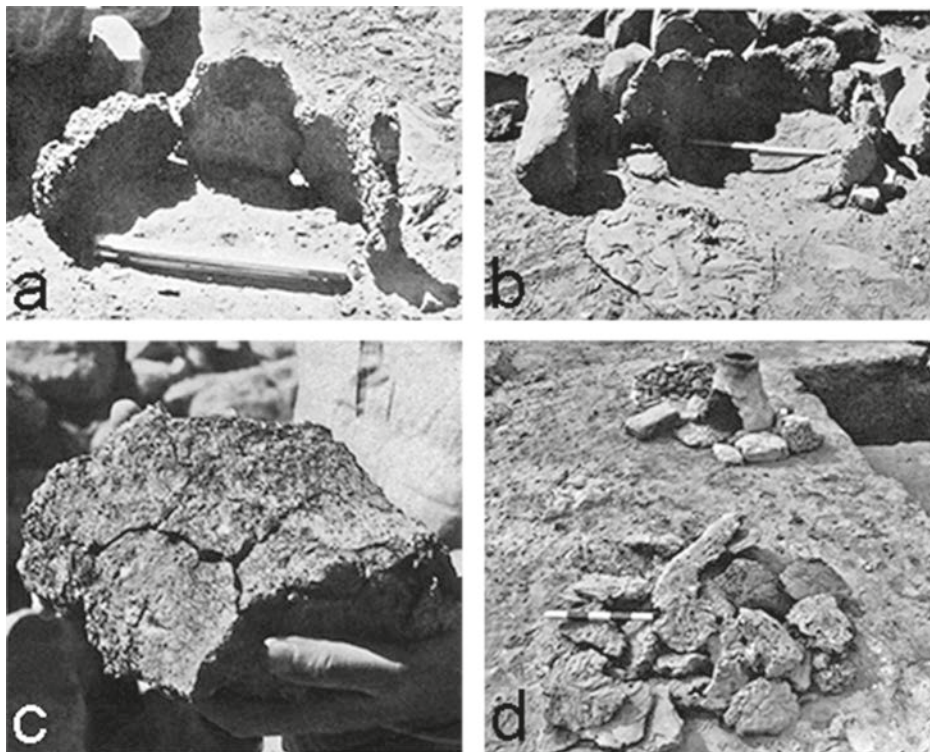


Fig. 6. Site 30, Layer I: Fragments of furnace wall, added to a small (a) and a large semi-circle (b) (Bachmann, Rothenberg, 1980, figs. 234, 235). Double-curved furnace lining fragment (c) (photo: G. Weisgerber, Deutsches Bergbaumuseum Bochum). Furnace reconstruction (d) with original fragments and plaster in the rear area. In the front area are fragments of tapped slag. Furnace opening intentionally left open (Bachmann, Rothenberg, 1980, fig. 242).

Fig. 7. Iron Age furnace reconstruction based on finds from Timna Site 30, Stratum I dump E4 (Bachmann, Rothenberg, 1980, fig. 239).

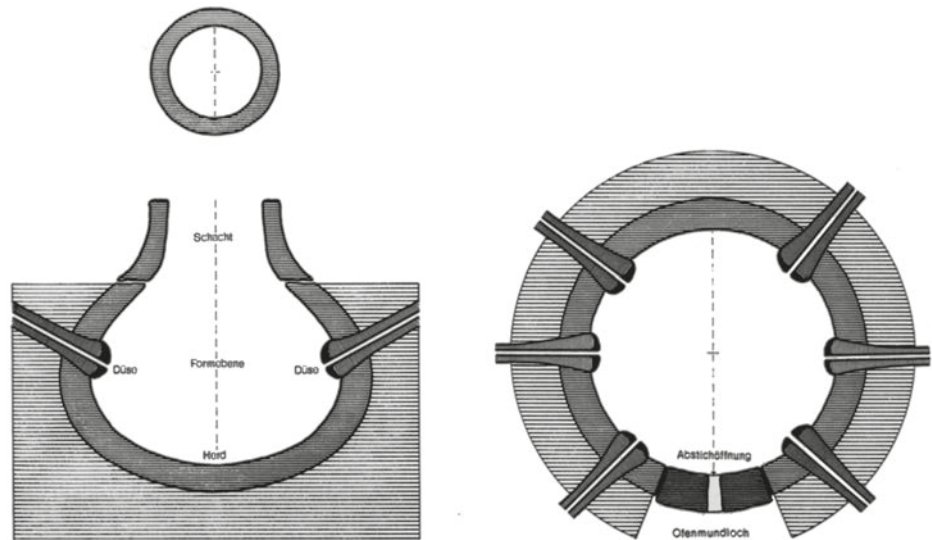


Fig. 8. Timna 30 Locus 10, set stones around the furnace, wall and working platform. Slag sand inside the structure. Stone foundation of smaller stones below the furnace (photo: G. Weisgerber, Deutsches Bergbau-Museum Bochum).



was suggested by Bachmann and Rothenberg (1980, pp.218-223, figs. 232-235.; Rothenberg, 1990, pp.44-54), only based on the features of Timna, Site 30. For the rebuilding of the smelting furnace, Bachmann and Rothenberg did not use the furnace finds and features of Locus 10 but only took the furnace remains from the waste dump of E 4.

They found two semi-circular furnace fragments (Bachmann and Rothenberg, 1980, pp.218-219) and reconstructed two diameters about 0, 23 and about 0, 54 cm (Figs. 6, a and b), but they do not know their purpose and their position in the furnace construction. In addition, a convex-concave shaped furnace fragment (Fig. 6, c) was documented where slag had stuck on the convex side. They assumed that these fragments were a part of the transition zone (Fig. 7) of a pear-shaped reaction chamber and recognized that they must have been positioned very close to the actual reaction space.

From other fragments (Fig. 6, d; Fig. 7) they constructed a chimney-like shaft (Bachmann and Rothenberg, 1980, p.219, p.221, fig. 239). The authors neither explain how the S-shaped furnace wall is connected to the

open area of the shaft or chimney nor how these areas may have been touched by slag (see Figs. 6, a-c).

Bachmann and Rothenberg propose a pear-shaped furnace (Fig. 7), nestling between stones and soil for heat isolation, with a volume of about 0, 04–0, 06 m³. Furthermore, the authors propose without any evidence (Rothenberg, 1990, p.47) that 4–6 *tuyères* were inserted into the surrounding furnace lining to ensure artificial air supply. After the complete excavation (Fig. 8), Rothenberg (1990, p.47) reconstructed a rather smaller furnace which had been repaired after repeated use and thereby deformed. A secondary use as a storage pit (Fig. 8, b) for slag sand is described, too.

The new reconstruction of an Iron Age smelting furnace

During the processing of the archaeological findings and features of the site Faynan 5 (dating: Hauptmann, 2007, Table 5.1), new insights into the Iron Age furnace technology could be won. Along with new archaeological

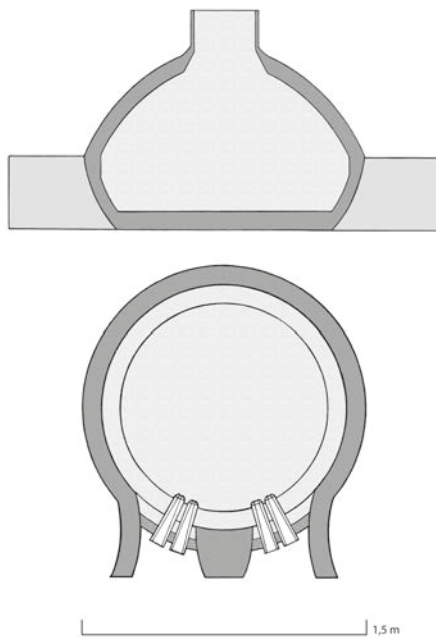


Fig. 9. Reconstruction of an Iron Age smelting furnace based on the finds and features of Faynan 5, Timna Site 30, Stratum I and KeN, Area R Locus 145. The position of the tuyères based on the reconstruction of the smelting furnace from Africa and the features of the Excavations in Faynan and Timna. No tuyères were found in situ. They were positioned in the furnace front area and were quarried out after each run to remove the remains of copper containing slag.

finds and features from KeN, Area A, Locus 145, (Ben-Yosef, 2010) and the old features of Timna 30, a new reconstruction was aimed:

The furnace was embedded in the soil on stones for heat isolation and was stabilised with a working platform of stones and/or plate-shaped slag – Faynan: Locus 5.2 and Locus 5.4; Timna: Site 30, Layer I, Locus 10: (Rothenberg, 1980, pp.98-203; 1990, pp.46-48), KeN: (Ben-Yosef,



Fig. 11. Cupola furnace from Faynan 5.2. Surrounding stone foundation and obtained dome construction of the furnace made of slag tempered clay. The remains of the reaction chamber adjacent to the remnants of the previous working platform made of plate-like taped slags (photo: A. Hauptmann, Deutsches Bergbau-Museum Bochum).

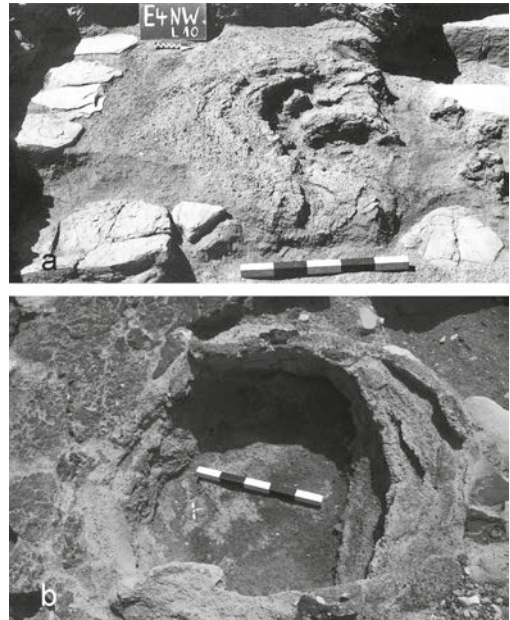


Fig. 10. Timna 30, Locus 10 (a), multi-phase furnace with working platforms (set stone slabs), remnants of the multi layered furnace wall and S-shaped opening of the furnace behind the scale (photo: G. Weisgerber, 1974, Deutsches Bergbau-Museum). (b), multi-phase cupola furnace. Slag sand- / clay mixture eroded and multi layered furnace wall in the rear region of the furnace (right). Thinly tapering repair layers in the direction of the furnace opening. Round smeared mouth of the furnace opening in the lower left area of the slightly S-shaped outgoing part adjacent to the working platform (left) (photo: A. Hauptmann, Deutsches Bergbau-Museum Bochum) containing slag.

2010, pp.658-664). The furnace linings were made of clay and crushed slag and could withstand temperatures up to 1100 °C – Timna: Tite et al. (1990, pp.173-174); Faynan: furnace lining, Loc. 5. 2 (sample: JD 1/48 = 5507/55071, 55072), 1100°C; furnace bottom: Loc. 5. 1 (sample: JD 1/42 = 5501), 1100°C (Schneider, 1987). The outer diameter of the furnace is approximately 1, 2 to 1, 5 m and the inner diameter up to one meter. The height of the dome-

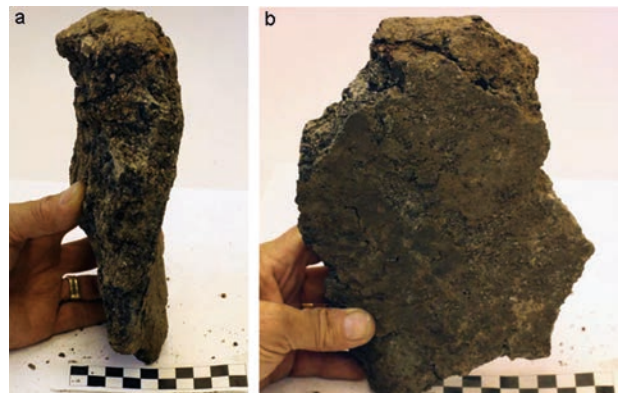


Fig. 12. KeN Area M, Locus 745. Shaft fragment with approach and edge (height 15-18 cm). Profile view (a) side view (b) (Ben-Yosef, 2010 fig. 7.29, with permission to reproduce by the author and the Levantine Archaeology Laboratory, UCSD).



Fig. 13. Reconstruction of a smelting furnace of Timna 30, Stratum I by the excavation team of 1976. There is no connecting point between the S-shape form and the approach of the shaft (photo: Deutsches Bergbau-Museum Bochum).

shaped/lenticular design is minimum 50-80 cm (Figs. 8-11). The dome has probably a chimney-like opening at the top. Repairs of the furnace wall caused an increase in the wall thickness in the rear region of the furnace and resulted in a reduction of the reaction chamber (Fig. 10). The furnace front lining/area were broken after each run to remove the remains of copper containing slag, and to empty the furnace from unburned and unsmelted material (Hauptmann and Löffler, 2013, p.79).

Based on the furnace wall fragments, round components (Figs. 6; a, b, d) were reconstructed which can be assigned to chimney-like forms (Bachmann and Rothenberg, 1980, p.218; Rothenberg, 1980, p.199).

Almost identical components were found, among other things in KeN Area M (Ben-Yosef, 2010, p.677). The rim fragment (Fig. 12) of a shaft without any slag shows a short shaft with a height of 15-18 cm.

The components with smaller diameter could be used for the chimney, and the larger ones could be used as the furnace opening. It is shown by the roundish formed area on the furnace opening at Faynan 5.4 (Fig. 10, b). The reconstruction of the furnace of Timna excavation team of 1976 (Fig. 13) already shows the shape of the Iron Age smelting furnace. The approach of the chimney is incorrectly positioned, since the furnace is not a shaft furnace, but a cupola furnace, and the chimney is not located on the charging port but on the furnace dome. In



Fig. 14. Experimental iron smelting (a). Reconstruction of an African iron smelting furnace. The large nozzles are located directly in the specially manufactured furnace opening, which can be opened by any trip without destroying large parts of the furnace. Reaction chamber (b) of the upper iron smelting furnace (Source images a and b: <http://warehamforgeblog.blogspot.de/2011/03/heat-under-africa.html>. Full and complete copyrights: © Darrell Markewitz). The nozzles are directed at different angles to the melt. This feature corresponds to the different angles of the slagging at the nozzles from Tinma and Faynan (Rothenberg, 1990; Hauptmann, 2007; Al-Shorman, 2009; Ben-Yosef, 2010).

addition, the ends of the S-shaped forms do not fit with the approach of the chimney (Figs. 9, 10, 13).

The furnace opening was stabilized by a work platform (Figs. 8, 10, 11) in front of the furnace. The opening area of the furnace front is approximately up to 90 cm (Fig. 10, 11) wide and the sides of the furnace wall going slightly concave to the outside. The S-shaped form of the opening leads to a slightly pear-shaped construction of the furnace. This has already been observed on the feature photos of the furnace Locus 10 (Rothenberg, 1980,

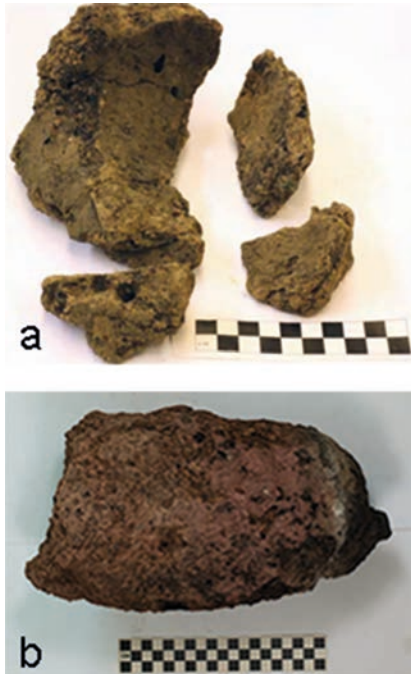


Fig. 15. Furnace lining with nozzle hole (a), KeN Area M, locus 707. Large nozzle (b), side view) from KeN area R, Locus 071. Length 31 cm, diameter 15 cm (Ben-Yosef, 2010, fig. 73.33,3 fig. 7.37, with permission to reproduce by the author and the Levantine Archaeology Laboratory, UCSD).



Fig. 16. Parts of large Iron Age nozzles and nozzle caps from KeN Areas M, R (Ben-Yosef, 2010, fig. 7.41, with permission to reproduce by the author and the Levantine Archaeology Laboratory, UCSD).

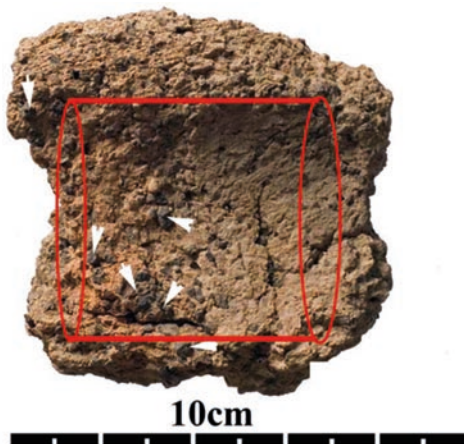


Fig. 17. Portion of a nozzle tube (KeN 136.2) from KeN (Al-Shorman, 2009, Fig. 4.29; photo: Deutsches Bergbau-Museum Bochum).

p.198-200; 1990, pp.46-48, fig. 71). The curved furnace wall transition (Fig. 10) to the streaked feed opening is clearly visible. The furnace opening could contain one or more specially designed openings (Figs. 9, 14) which are separated by a web rib such as at those recent furnaces from Africa (Fig. 14).

However, in the two drawings of the furnace (Rothenberg, 1990, fig. 69) (Fig. 8, a) Locus 10 has got no

S-shaped opening and no last building stages of the furnace, in contrast to the feature photo (Fig. 10, a).

S-shaped furnace fragments with slag traces (Fig. 6, c) are proven in Timna 30, Layer I (Rothenberg, 1990, p.46), as well as in KeN, Area M (Ben-Yosef, 2010, p.677, fig. 7.28). The slagging probably occurred in conjunction with the use of nozzles that are situated in the furnace opening.

The unique artefact (Fig. 15, a) of a large piece of furnace wall shows the probable position of the large nozzle in the furnace opening (Ben-Yosef, 2010, p.658-659). The dimensions of the opening correspond to the space requirement of the large nozzle (Fig. 15, b) which has an inclination of about 10° in the direction of the furnace bottom (Ben-Yosef, 2010, p.689). At no find places *tuyères* were found in a furnace *in situ*. They are almost exclusively in fragmented condition and were probably quarried with parts of the furnace opening in order to get access to the melt.

Summary

The detected traces of slag and the S-shape / pear-shaped design of the furnace show that pieces, formerly designated as shaft fragments, are part of the furnace opening which contains the large *tuyères*.

In all well-documented furnaces the front part is destroyed, which is connected with the adjacent working

platform (Figs. 10, 11). This platform allows getting access to the interior of the furnace in order to enable, apart from the first charging of fuel and ore and tapping the slag, the removal of the smelting products, as well as the repeated reparation of the furnace¹. I also assume a charge of the furnace during the smelting process through the chimney. All the features and the result of the reconstruction clearly show that the pear-shaped floor plan in the area is horizontal (Figs. 9-10) and not vertical standing like in the reconstruction of the furnace in 1980 (Fig. 7).

Supplement

Bachmann and Rothenberg (1980, p.221) suggest that the furnaces were working with an artificial air supply and that far larger air intakes and possibly wind tunnels would have been necessary. The large Iron Age *tuyères* (Figs. 16, 17), however, are constructed of two components (Rothenberg, 1990, figs. 73-78). They consist of the nozzle cap, which serves as protection, and the nozzle tube (nozzle head) that leads the air.

The air outlet port has a diameter of about 1-3 cm (Fig. 16). The rear portion of the nozzle tube will vary, with diameters of the air inlet of 8 to 14 cm (Fig. 17) (Rothenberg, 1990, fig. 78; Al-Shorman, 2009, Appendix B.3, KN 136, 2). In the front region of the nozzle, the cross section is reduced to a diameter of about 2 cm. This effect is further enhanced by the attached nozzle cap. Due to the Venturi principle, the air speed is increased in this area.

As for the EBA furnaces from Faynan 9 (Hauptmann, 2007, pp.104-108), the use of a bellow is not required for this type of air supply, as long as the air draughts by a chimney runs and the furnace opening is largely closed as it can be seen in the furnace reconstruction from Africa (Markewitz, 2015, fig. 14). Craddock in contrast sees the evidence of a use of bellows already in the use of clay *tuyères* (Craddock, 1995, p.180). Neither in Timna (Rothenberg, 1990) nor in Faynan (Hauptmann, 2007) direct evidence of some sort of bellows was documented.

However, the use of wind bellows is conceivable. The main question concerns the use of the bellows. What were they used for, smelting or melting?

Possible indirect evidence can be provided by the detection of large distinctive curved leather-stitching needles, used to build or repair the bag bellows. These kind of needles are found in some numbers at metal production sites such as Timna (Craddock, 1995, p.180). For example in the area around the smelting site Timna 30, in Stratum II (Rothenberg, 1980, p.196) the Timna excavation team found a large number of these big curved needles. Most of the excavated material from Timna 30 has not been fully published (Oral information by Craddock, 2014).

In contrast, no information on needles or leather-stitching needles is known from Timna, Stratum I (Rothenberg, 1980, pp.198-201; 1990, pp.44-54), KeN (Ben-Yosef 2010) or the Faynan 5 (Hauptmann, 2007) area. So

until now, there is no indirect evidence for the use of bellows in context with these smelting installations.

Notes

- 1 For example the EBA furnaces from Faynan 9: Hauptmann, 2007, pp.104-108.

Bibliography

- Al-Shorman, A.H., 2009. *Refractory Ceramic through the Ages: an Archaeometric Study on Finds from Fenan, Jordan and other sites*. PhD dissertation, Ruhr-University Bochum.
- Bachmann, H.-G. and Rothenberg, B., 1980. Die Verhüttungsverfahren von Site 30. In: H.G. Conrad, B. Rothenberg, eds. 1990. *Antikes Kupfer im Timna-Tal*. Der Anschnitt, Beiheft 1. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum, pp.215-236.
- Ben-Yosef, E., Levy, T.E. and Najjar, M., 2009. New Iron Age Copper-Mine Fields Discovered in Southern Jordan. *Near Eastern Archaeology*, 72(2), pp.98-101.
- Ben-Yosef, E., 2010. *Technology and Social Processes: Oscillations in Iron Age Copper Production and Power in Southern Jordan*. PhD thesis, University of California, San Diego.
- Conophagos, C.E., 1980. *Le Laurium Antique et la Technique Grecque de la Production de l'argent*. Athènes: Ekdotike Hallados.
- Craddock, P.T., 1995. *Early Metal Mining and Production*. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Glueck, N., 1935. Explorations in Eastern Palestine, II. *Annual of the American Schools of Oriental Research*, 15. New Haven (CT): American Schools of Oriental Research.
- Hauptmann, A., 2000. *Zur frühen Metallurgie des Kupfers in Fenan/Jordanien*. Der Anschnitt, Beiheft 11. Bochum, Deutsches Bergbau-Museum Bochum.
- Hauptmann, A., 2007. *Early Metallurgy of Copper. Evidence from Faynan, Jordan*. Natural Science in Archaeology. Heidelberg, Berlin, New York: Springer.
- Hauptmann, A. and Löffler, I., 2013. Technological innovations and organisational structures of prehistoric mining and metal production – examples from Faynan, Jordan. In: St. Burmeister, S. Hansen, M. Kunst, N. Müller-Scheeßel, eds. 2013. *Metal Matters. Innovative technologies and social change in Prehistory and Antiquity*. Menschen – Kulturen – Traditionen. Rahden/Westf.: Marie Leidorf, pp.65-89.
- Levy, T.E., Adams, R.B., Hauptmann, A., Prange, M., Schmitt-Strecker, S. and Najjar, M., 2002. Early Bronze Age Metallurgy: A Newly Discovered Copper Manufactory in Southern Jordan. *Antiquity*, 76, pp.425 - 437.
- Levy, T.E., Najjar, M., van der Plicht, J., Smith, N., Bruins, H., Hendrik, J. and Higham, T., 2005. Lowland Edom and the High and Low Chronologies. In: T. E. Levy, T. Higham, eds. 2005. *The Bible and Radiocarbon Dating. Archaeology, Text and Science*. London: Routledge, pp.129-163.
- Levy, T.E., Higham, T., Ramsey, C.B., Smith, N., Ben-Yosef, E., Robinson, M., Münger, S., Knabb, L., Schulze, J.P., Najjar, M., Tauxe, L., 2008. High-precision radiocarbon dating and historical biblical archaeology in southern Jordan. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105(43), pp.16460 – 16465.
- Morin, D., Herbach, R. and Rosenthal, P., 2012. The Laurion shafts, Greece: ventilation systems and mining technology in Antiquity. *Historical Metallurgy*, 46(1), pp.9-18.
- Rothenberg, B., 1980. Die Archäologie des Verhüttungslagers Site 30. In: H. G. Conrad, B. Rothenberg, eds. 1980. *Anti-*

- kes Kupfer im Timna-Tal*. Der Anschnitt, Beiheft 1. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum, pp.187-213.
- Rothenberg, B., 1990. Copper Smelting Furnaces, Tuyeres, Slags, Ingot-Moulds and Ingots in the Arabah: The Archaeological Data. In: B. Rothenberg, ed. 1990. *Researches in the Arabah 1959-1984*, Vol. II. The Ancient Metallurgy of Copper. London: Institute for Archaeo-Metallurgical Studies, pp.1-77.
- Tite, M.S., Hughes, M.J., Freestone, I.C., Meeks, N.D., and Bimson, M., 1990. Technological Characterisation of Refractory Ceramics from Timna. In: B. Rothenberg, ed. 1990. *Researches in the Arabah 1959-1984*, Vol. II. The Ancient Metallurgy of Copper. London: Institute for Archaeo-Metallurgical Studies, pp.158-175.
- Schneider, G., 1987. Analyses. [Arbeitsgruppe Archäometrie, Berlin] archive DBM: unpublished.
- Tylecot, E.R.F., 1987. *The Prehistory of Metallurgy in Europe*. London: The Institute of Metals.
- Weisgerber, G., 2003. Spatial Organisation of Mining and Smelting at Feinan, Jordan: Mining Archaeology Beyond the History of Technology. In: P. T. Craddock, J. Lang, eds. 2003. *Mining and Metal Production Through The Ages*. London: British Museum Press, pp.76-89.
- Weisgerber, G., 2006. The mineral wealth of ancient Arabia and its use 1. Copper mining and smelting at Feinan and Timna – comparison and evaluation of techniques, production, and strategies. *Arabian Archaeology and Epigraphy*, 17, pp.1-30.

Barbara Viehweider

The palaeoecological effects of prehistoric and historic mining on the vegetation and the environmental implication.

The example of Kitzbühel (North Tyrol, Austria)

ABSTRACT: *In the following, parts of a study that deals with the impact of prehistoric and historic mining on the environment and the effects of the associated subsistence economy on the vegetation in the Kitzbühel region (North Tyrol) are presented. For this study, the reconstruction of the former vegetation and its changes over time plays an essential role.*

In total, three phases of concentrated human impact are defined. A first impact on the local vegetation occurs during the Bronze Age (ca. 1600–800 BCE). At the end of the Latène period (ca. 200 BCE), a second phase of intense human influence on the vegetation with cultivation of cereals and livestock farming takes place. This phase continues until the Middle Roman Period (ca. 160 CE). A further intensification of use starts in the High Middle Ages (ca. 970 CE) and continues until the present.

The anthropogenic phase during the Bronze Age and the first half of the third phase during the Middle Ages and Early Modern Times are characterized by mining activities in the area of Kitzbühel. This is proved by geochemical analysis of the peat and validated by archaeological data and historical sources.

KEYWORDS: POLLEN ANALYSIS, VEGETATION RECONSTRUCTION, HEAVY METAL ANALYSIS, EASTERN ALPS, BRONZE AGE, MINING

Introduction and study area

Since the Neolithic, the natural landscape has been influenced by humans, either by settlement activities (e.g. urban development, agriculture) or by mining activities. This interference in natural regions induces long-lasting ecological changes in the vegetation of the affected area.

The Eastern Alps hide a multiplicity of mineral raw material deposits which have been exploited since the last ice age. The investigation area comprises the mining district of Kitzbühel (Fig. 1) which constitutes, together with the mining regions of Mitterberg in Salzburg and Schwaz-Brixlegg in North Tyrol, a significant supra-regional production area of copper.

The objective of the study presented here was to evaluate the consequences of single mining activities (exploitation, ore beneficiation, smelting) and associated settlement and agricultural activities on the local vegetation, based on pollen analysis. The palynological analysis of peat deposits allows vegetation reconstructions since the Neolithic and bridges the gap between the times (Bortenschlager, 1976; Behre, 1981; Behre and Kucan,

1986). In order to relate vegetation changes to mining activities, additional geochemical analyses were conducted on peat deposits (Shotyk, 1996; Martínez-Cortizas, et al., 2002; Breitenlechner, et al., 2010, 2013, 2014; Mighall, et al., 2002a, 2002b).

Therefore, three mires in the Kitzbühel region were palynologically and geochemically investigated. The “Rauber” mire (RAU) is located in immediate vicinity to the prehistoric exploitation site of Kelchalm (Pittioni, 1930, 1933, 1935, 1936, 1937, 1938, 1948, 1951, 1959, 1967; Klaunzer, 2008; Koch Waldner 2016) on 1754 m a.s.l. (Fig. 2). The second mire studied, called “Untermosberg” (UMB), is located in the bottom of the valley (858 m a.s.l.) in the surroundings of prehistoric ore beneficiation and smelting sites at Jochberg. The third mire, called “Bichlachmoor” (BLM), is situated on the Leberberg (Scheiber, 2011) near the pond “Gieringer” (790 m a.s.l.), east of the town Kitzbühel, and is studied with regard to the impact of agriculture and settlement activities in connection with mining (Fig. 2).

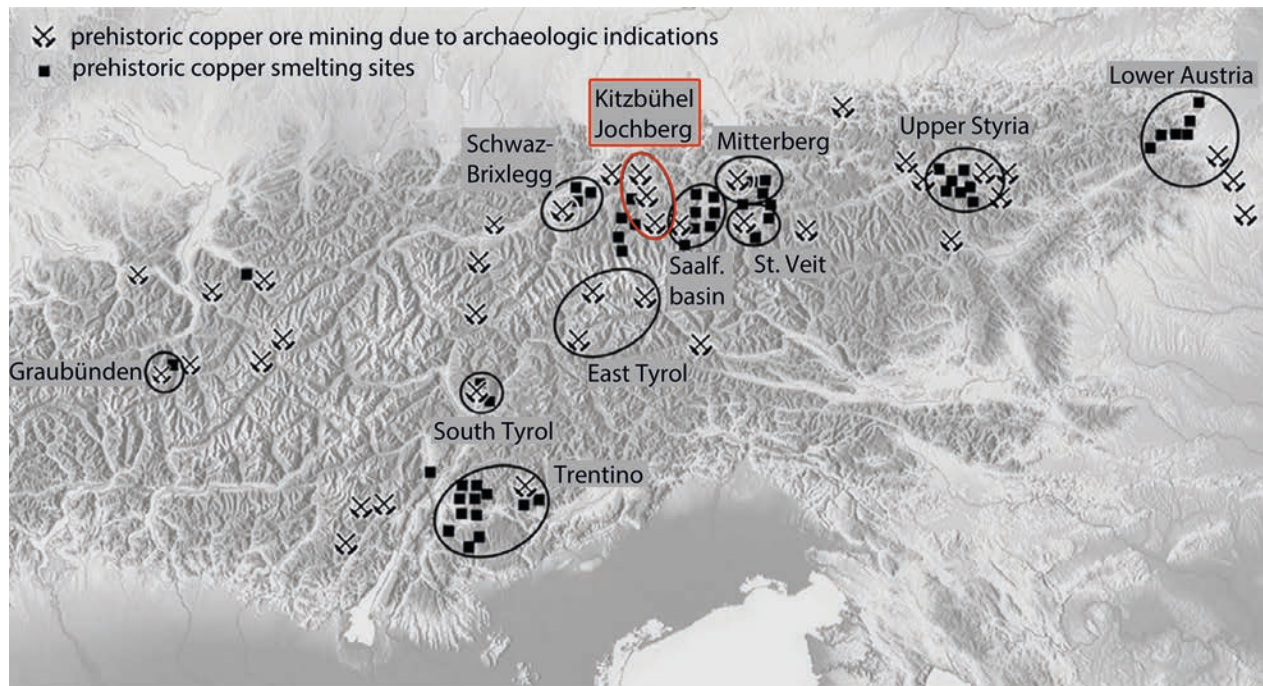


Fig. 1. Copper ore deposits and mining centres with evidence of prehistoric exploitation in the Alps (modified from Bartelheim, 2007 and Stöllner, 2009 with additions). The red circle indicates the investigation area Kitzbühel.

Material and Methods

Laboratory Methods

Former changes in the vegetation and land use are reconstructed by a pollen analysis from peat deposits. This is possible because pollen is distributed homogeneously by the wind, is chemically resistant and well preserved in peats and lake sediments (Faegri and Iversen, 1993).

For a first exploratory analysis, standardized subsamples with a constant volume of 1 cm³ were taken in intervals of 10 cm. Then, for a more intensive research, the cores were sampled in 5, 2, or 1 cm intervals. Before, chemical treatment tablets (*Lycopodium* sp., Department of Quaternary Geology, University of Lund) with a defined amount of exotic pollen were added to calculate the pollen concentrations (Stockmarr, 1971). The chemical digestion of the samples for the palynological analysis was made following the usual standardized methods by using chlorination (NaCl, HCl), acetolysis (acetic anhydride) and, if necessary, hydrofluoric acid (HF) treatment (Erdtman, 1960; Seiwald, 1980).

Durable mounts were prepared, using glycerine and coloured with fuchsin. The identification and quantification of the pollen was conducted under a light microscope with 400x magnification (in critical cases with 1000x magnification and supported by phase-contrast). For generating robust data quality, every sample was counted until standardized 1000 arboreal pollen (AP) grains. The pollen and spore types were determined with standard identification keys of the central European pollen flora (Punt,

1976; Punt and Clarke, 1980, 1981, 1984; Punt, et al., 1988; Moore, et al., 1991; Reille, 1992, 1995; Faegri and Iversen, 1993; Beug, 2004) and the modern reference collection at the Botanical Institute of the University of Innsbruck. In parallel manner, micro charcoals (*particulae carbonae* of size classes < 50 µm, > 50 µm, > 100 µm) and non-pollen palynomorphs (NPPs) like spores of fungi and zoological micro fossils were recorded as well.

Openness of the landscape

The ratio of arboreal (AP) and non-arboreal pollen (NAP) is an indicator of the openness of the landscape (Aario, 1940; Svenning, 2002; Soepboer and Lotter, 2009) and, in combination with anthropogenic indicators *sensu* Behre (1981), also a measure of human interference. Herbal taxa percentages of 4-10 % have traditionally been interpreted as an evidence of a landscape fully covered by forests (Vera, 2000). Nevertheless, NAP percentages from interglacial sites correlate well with vegetation openness (Svenning, 2002). Therefore, only taxa with local presence in the respective mire were selected for the calculation. So, the shrubs and the dwarf shrubs were counted to the NAP because they are an additional indicator for open vegetation (Svenning, 2002). A ratio of four, meaning 80 % local climax tree species and 20 % terrestrial, non-arboreal species, respectively a proportion of 4/1, corresponds to the today's open vegetation on the Kelchalm and the surroundings of the mire. If this value is observed in other depths, too, vegetation conditions that are similar to today can be assumed based on uniformitarianism (Lyell, 1830).

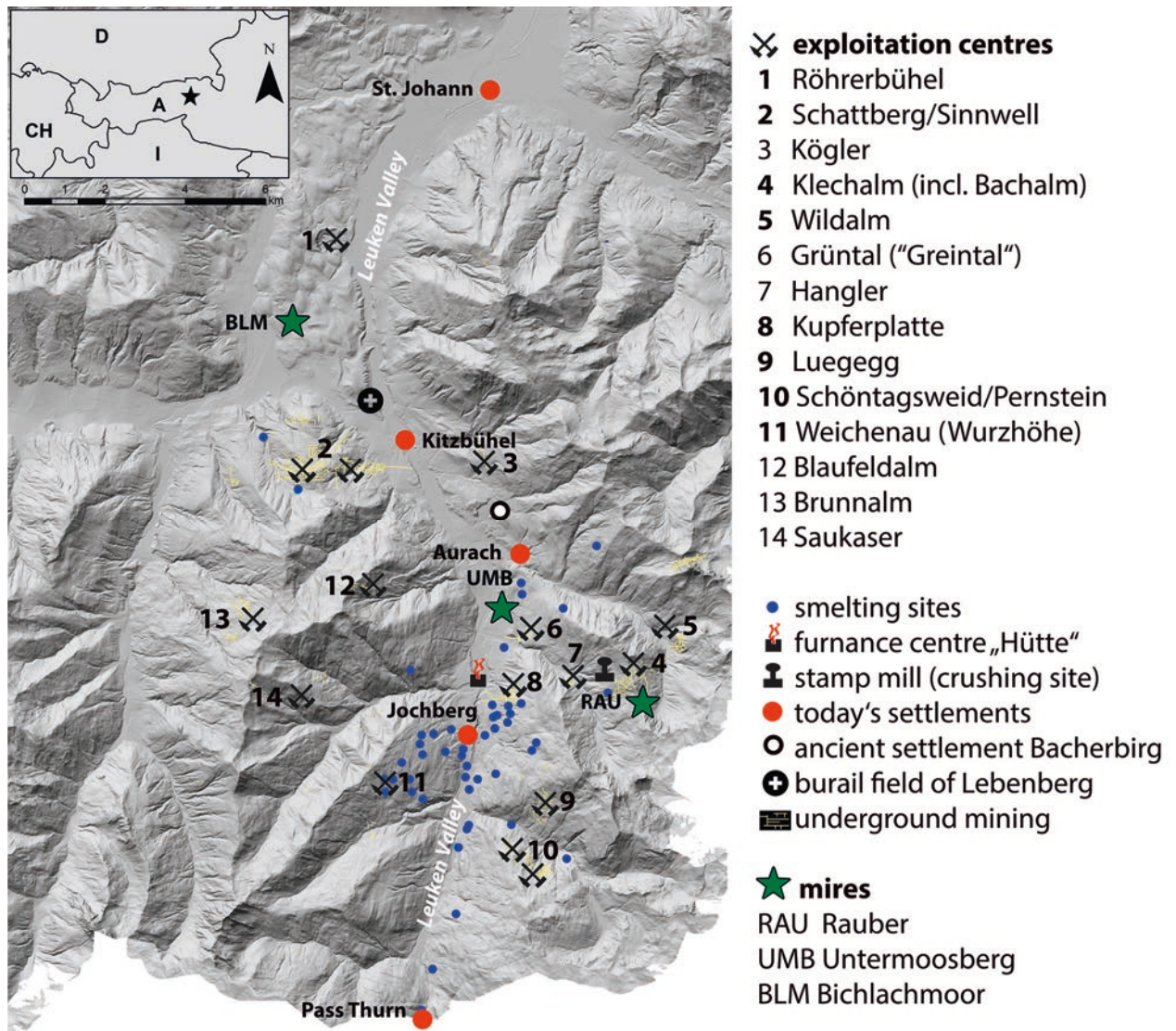


Fig. 2. Investigation area of Kitzbühel with the most important exploitation centres, today's and former settlements, smelting sites and famous archaeological sites. The green stars indicate the three mires analysed (basis map © Land Tirol 2008).

Reconstruction of human impact

The cumulative curves such as pasture/settlement/cultural indicators, charcoals and coprophilous fungi are indicating a human impact. To standardize the pollen data from all three mires investigated (RAU, UMB, BLM), the percentage values were transformed into z-scores, whereby the mean corresponds to zero and the standard deviation is one. This method is a statistical measurement of the data's relationship to the mean in a group of scores. Negative values are below and positive values are above the mean.

Scores which are higher than zero were interpreted to be indicative for human activities, negative scores were considered as natural occurrence of the taxa included in the cumulative curves. This method enables us to undertake the direct comparison of the chronological development of human activities at different sites, located in different altitudinal zones.

Vegetation reconstruction

Surface pollen samples from moss cushions are used to detect the recent pollen rain in an investigation area. The reconstruction of past vegetation is performed by the "modern analogue technique" (Overpeck, et al., 1985). Here, fossil pollen spectra are compared and numerically evaluated with recent surface pollen samples from different vegetation types in the investigation area, for a similarity measure. This serves a better interpretation of the fossil pollen spectra (Gaillard, et al., 1992; Hjelle, 1997, 1999; Mazier, et al., 2006; Mazier, et al., 2009).

For the reconstruction of the former vegetation, the pollen calibration data set of the recent surface samples was compared with the subfossil samples. Thereby, the data of the three mires (RAU, UMB, BLM) and data from additional three mires (HAS, WAS, FIB), analysed in the past and located in the surroundings of the investigation

area, were integrated in the reconstruction (Bortenschlager, 1976; Eidenhammer, 1999). First, a cluster analysis was conducted to find similarities and to build clusters of vegetation types. In a second step, the defined clusters underwent a Euclidian distance analysis. This analysis reveals similarities of the samples whereby the most likely group membership of a fossil sample or a depth to a recent surface sample was calculated and graphically displayed.

AMS-Radiocarbon dating

Radiocarbon dating is indispensable for the creation of a detailed chronology of the pollen and geochemical sequences by which a temporal sequence of the environmental changes caused by mining activities is made visible.

The radiocarbon dating of ten samples from the peat core Rauber has been conducted at the VERA-Laboratory of the Isotope Research at the Faculty of Physics, University of Vienna, Austria. The dating of the other two mires Untermosberg (13 samples) and Bichlachmoor (10 samples) was done in cooperation with the Klaus-Tschira-Laboratory for Radiometric Dating Methods at the Curt-Engelhorn-Centre for Archaeometry in Mannheim, Germany.

The calculations concerning the age-depth model were done at a 95 % confidence range with 1000 iterations. The calibrated age values correspond to a 2σ -confidence interval. The calendar age point estimates for depths were based on weighted average of all age-depth curves with a linear interpolation between the dated levels. These chronologies were used for drawing time linear pollen diagrams and for all temporal indications (converted in BCE/CE) in the text.

Geochemistry – Heavy Metal Analysis

Parallel to the pollen analysis, geochemical analysis of copper (Cu), arsenic (As), antimony (Sb), scandium (Sc), titanium (Ti) and lead (Pb) were conducted on the peat samples of the Rauber and Untermosberg mires. From the peat core Rauber, 30 samples, each of a dry weight of 0.2-1 g, were taken every 2-5 cm between 25 and 150 cm. The mire Untermosberg provided 29 samples with a dry weight of 0.2-4.7 g taken every 2 cm between 4-28 cm and every 2 or 6 cm between 40 and 82 cm depth. The peat samples for geochemical analysis were lyophilized for 24 h and packed in plastic boxes for the transport to the laboratory of the Curt-Engelhorn-Centre for Archaeometry in Mannheim, Germany.

For both mires, Rauber and Untermosberg, the elements Cu, As, Sb and Sc were analyzed by neutron activation analysis (NAA) according to Perlman and Asaro (1969) and Kuleff and Djingova (1990).

Since the elements Ti and Pb cannot be measured by NAA, they were analysed by help of a Quadrupole Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometer (Thermo

XS II Quadrupole equipment, Q-ICP MS) (Houk, et al., 1980; Shotyk, et al., 1997, 1998).

For the discussion of the geochemical data measured, the values of the volatile metal Cu and the metalloids As and Sb were normalized by the conservative element Sc (Shotyk, et al., 1998; Shotyk, et al., 2001), because the natural variation in the abundance of mineral matter has a crucial effect on the elements measured in peat samples (Shotyk, 1996; Weiss, et al., 1997, 1999a). The Sc values of both measurements, NAA and ICP-MS, are highly congruent, so the NAA Sc values were used to normalise because the concerned elements were measured with the same method.

Results and Discussion

Openness of the landscape

In the surroundings of the Rauber mire (RAU), the AP/NAP ratio of the local climax species indicates several forest openings in the past. In ca. 4300 and again in 3300 BCE, the values of NAP increase, resulting in a ratio of 4 (Fig. 3). This reflects a sparse tree covering. Then, the forest becomes denser, for more than 2000 years. In ca. 1100 and 900 BCE further openings are reflected by the AP/NAP ratio. During Roman Times around 170 CE, a change in the forest vegetation is visible, too. Since ca. 900 CE, the human impact on the forest has been obvious and a general opening, clearing and decimation of the forest takes place.

In the lowermost samples of the Untermosberg (UMB) peat core, an AP/NAP ratio of 5 reflects open vegetation. Then, at about 5000 BCE, the NAP increases, but in an insufficient manner, to a ratio of 5 (84%/16%) or less. Another opening of the vegetation is visible in ca. 1200 BCE which is additionally underlined by a ratio of 5. After ca. 1460 CE, a fundamental and consistent decline of the forest is reflected. From ca. 1700 CE on, even a ratio of 4 is achieved (Fig. 3).

Between ca. 1300 and 580 BCE, the peat core of the Bichlachmoor mire (BLM) reflects a slight opening of the vegetation with a rise of NAP from 1 % to 5 % on average. Nonetheless, a ratio of 5 was not achieved. During the Iron Age and Roman Times, the NAP decreases again. Since the Late Roman Times at ca. 300 CE, higher values with an average of 7.5 % of NAP have been reflected (Fig. 3). In the High Middle Ages, since ca. 1300 CE, the opening of the landscape has been sustained by an AP/NAP ratio of 4 (80%/20%).

Reconstruction of Human Impact

A comparison of the three investigated mires (Bichlachmoor, Untermosberg and Rauber) indicates that the anthropogenic phases are synchronous, with exception of the phase during the Iron Age/Roman Times, which expresses a generally weak signal. These phases of intense human activities are characterized by positive

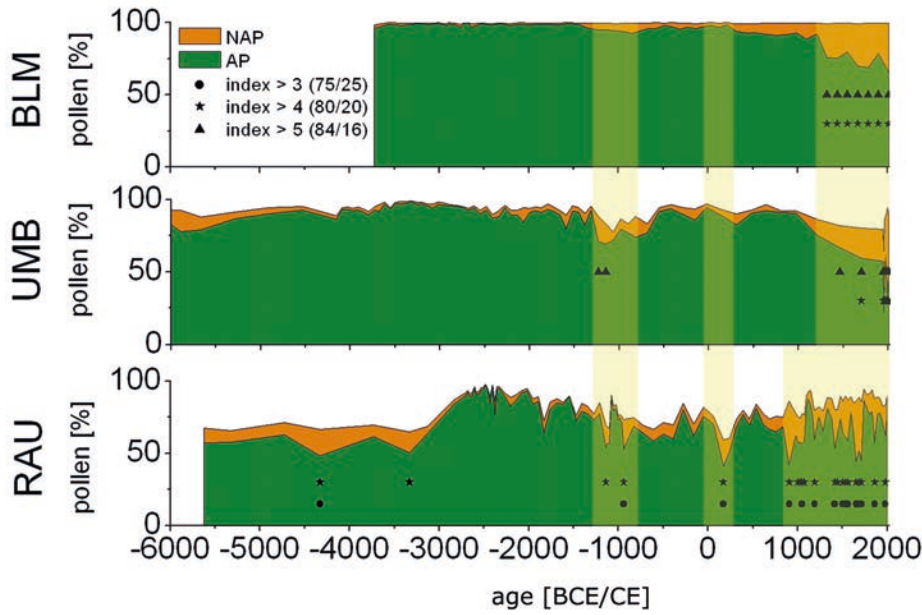


Fig. 3. Percentages of local arboreal (AP) and non-arboreal pollen (NAP) of the Rauber mire (RAU), the Untermoosberg mire (UMB) and the Bichlachmoor mire (BLM). The three different indices are presented with symbols, a ratio of > 3 is displayed in form of dots, > 4 in form of asterisks and > 5 in form of triangles. The yellow shaded bars indicate the phases of increased human impact.

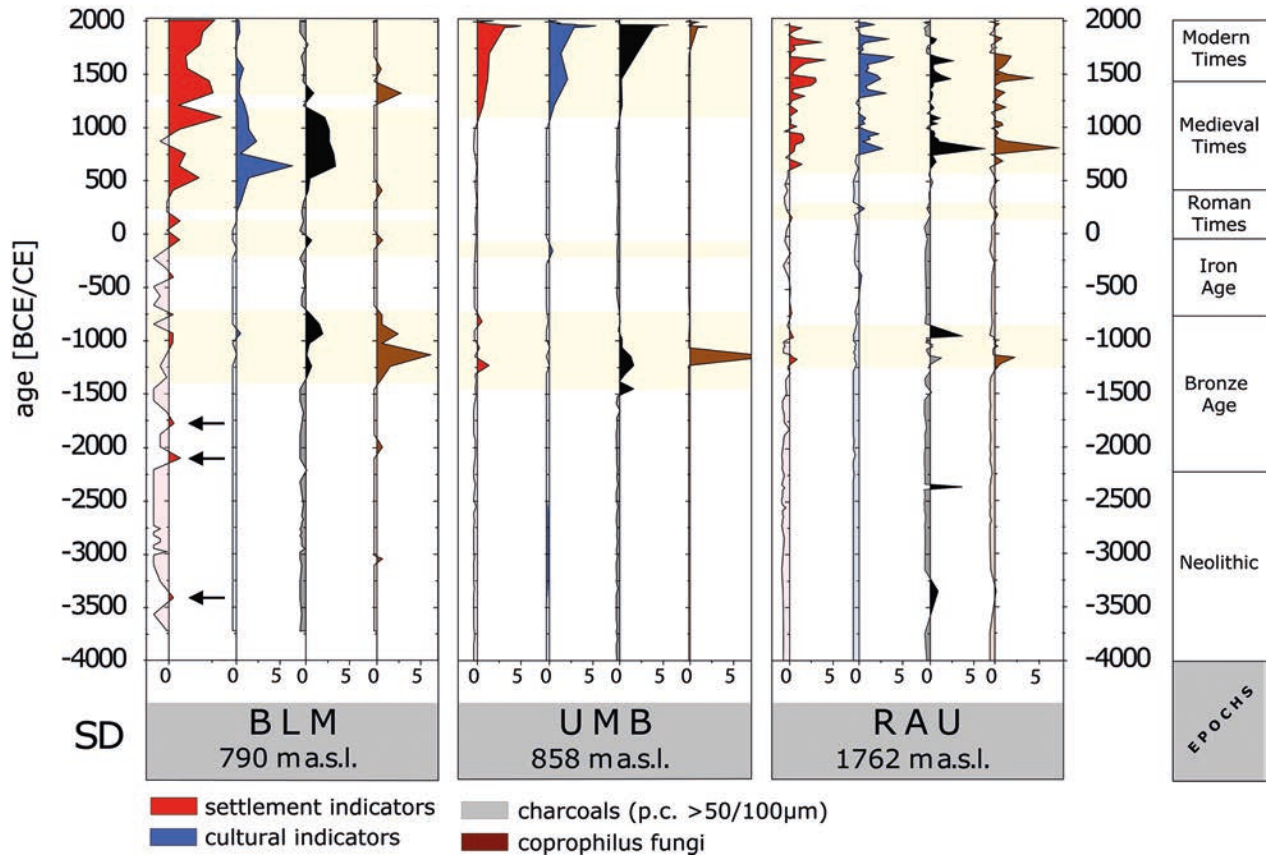


Fig. 4. Z-transformation (mean value = 0, SD = 1) of the following cumulative curves received from analysis of the peat of the three mires Rauber (RAU), Untermoosberg (UMB) and Bichlachmoor (BLM): settlement/cultural indicators, charcoals (particulae carbonae > 50/100 µm), coprophilus fungi. The yellow shaded bars indicate the phases of increased human impact.

z-scores of the settlement indicators as well as cultural indicators (mainly Cerealia). In addition, values above the mean of large sized charcoals (*particulae carbonae* > 50/100 µm) and of coprophilus fungi give evidence of human presence (Fig. 4). In contrast, the percentage values of the climax trees (*Picea* and *Abies*) decrease.

The Bichlachmoor mire, which is an archive of a regional pollen signal, indicates settlement activities in the wider surroundings of the investigation area already during the Neolithic Times and Early Bronze Age (ca. 3400, 2100 and 1800 BCE). Nevertheless, the other two analyzed mires don't show any human impact on a local scale

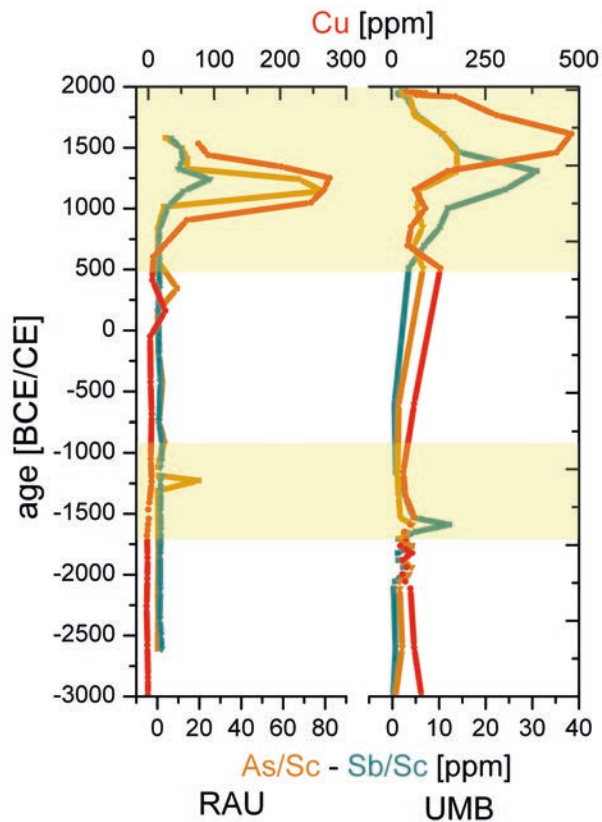


Fig. 5. Summary of the heavy metal analysis. The yellow bars indicate the mining activities in the research area during the Bronze Age and Medieval Times. Cu, As, Sb, and Sc were measured with NAA. Sc is the element used for standardization.

(Leuken Valley), apart from the charcoal peaks of the Rauber mire which can be interpreted as natural fire events, too.

A first phase of enhanced human activity with effects on the vegetation occurs during the Bronze Age (ca. 1250–700 BCE). This phase is associated with mining activities based on geochemical analysis showing increased values of Sb/Sc, As/Sc and Cu/Sc between ca. 1200 and 1000 BCE (Fig. 5). Then, during the Iron Age, the cumulative curves, especially of settlement indicators, fall below the average, suggesting that the anthropogenic impact is reduced. Only at the end of the Latène period (ca. 200 BCE), a second phase of intense anthropogenic influence on the environment with crop cultivation and animal husbandry is recorded in the pollen diagram of UMB. This second period continues until the Middle Roman Times (ca. 200 CE).

A further intensification of human influence on the environment occurs in the Early Middle Ages (ca. 500 CE). Here, the values show a maximal standard deviation between four and six (RAU 3.9; UMB 5.3; BLM 6.3, Fig. 4). This anthropogenic phase and utilisation of the area continues until today. Since the High Middle Ages (ca. 1200–1550 CE), elevated heavy metal values indicate a further mining phase (Fig. 5). Archaeological finds and findings (Leib, 2013; Pichler et al., 2009) and numer-

ous historical sources as well (Mutschlechner, 1968; Widmoser, 1967; Rupert, 1976) validate the palynological and geochemical results.

In determined time periods, namely in the Neolithic, Late Bronze Age, and Early Modern Times, the cumulative curves (settlement indicators, crops and charcoals) show single events of increased human impact during the cultural epochs. An intensification of agriculture over time is evident, too. This is also manifested in the development of the AP/NAP index, where the herbaceous proportion increases over time indicating an opening of the landscape.

Vegetation reconstruction

The analysed mires are located in different altitudes and in different vegetation belts of the investigation area. That is why each of the sites reflects a different vegetation development. The mires Hasenmoos (HAS), Fieberbrunn (FIB) and Bichlachmoor are located in the low montane level beneath 800 m a.s.l. The mires Untermosberg and Wasenmoos are located below 1300 m a.s.l., that is to say at the high montane altitude. Only the Rauber mire is situated in the low sub-alpine zone with more than 1750 m a.s.l.

The similarity analysis shows that since 5000 BCE, *Picea* has already been immigrating into the study area and evolving spruce forests (Piceetum). About 4500 BCE, *Abies* immigrates and establishes in the forests; spruce-fir forests (Abieti-Piceion) develop. In the Rauber mire during the Bronze Age and in the UMB mire during Iron Age, forests with an even higher abundance of *Abies*, so called fir-spruce forests (Piceeto-Abietetum) are displayed. In low montane regions (mires BLM, FIB, HAS) mixed spruce-fir forests with beech (Abieti-Fagetum) are manifested (Fig. 6).

Since the High Middle Ages, the species-rich mixed forests are substituted by pure spruce forests (Piceetum).

Conclusion

Settlement and change of land use

The results concerning the colonization of the investigation area provide the following conclusions:

i) When comparing the vegetation development of the three mires analysed (Rauber, Untermosberg, Bichlachmoor) it becomes apparent that the phases of anthropogenic impact are synchronous during the Bronze Age and Medieval Times. These periods are characterized by decreasing values of the climax-tree species spruce (*Picea*) and fir (*Abies*) and increasing values of pasture, settlement, and cultural indicators, as well as micro-charcoals.

ii) The first human impact on the vegetation is detected in the Early Bronze Age (ca. 2000 BCE) in the two mires Rauber and Bichlachmoor. The values of spruce (*Picea*) descend and settlement as well as rising pasture

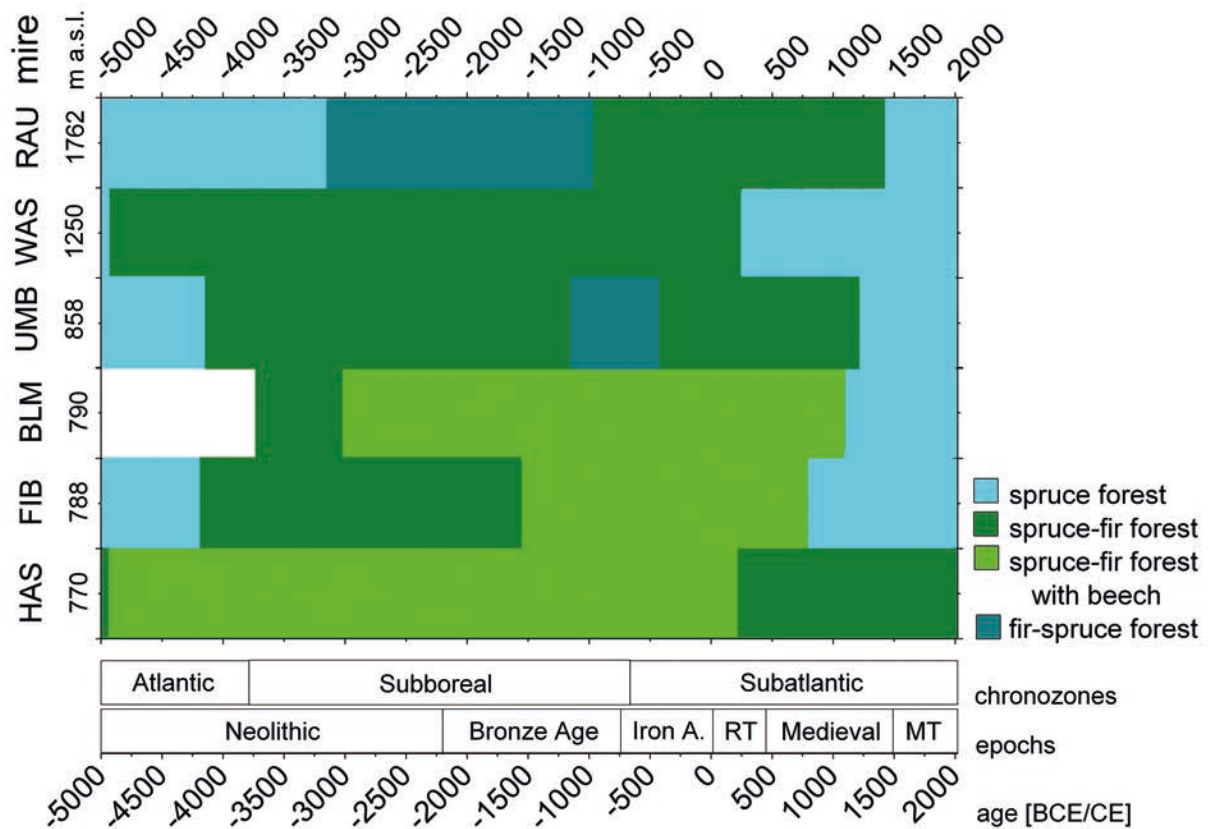


Fig. 6. Vegetation development of the Kitzbühel area in different altitudes since the Middle Neolithic. Abbreviations: HAS = Hasenmoos, FIB = Fieberbrunn, BLM = Bichlachmoor, UMB = Untermosberg, WAS = Wasenmoos, RAU = Rauber, RT = Roman Times, MT = Modern Times.

indicators proves the human presence, together with grazing livestock. The next decline in spruce values (ca. 1400–1100 BCE) is synchronous with the appearance of cereals at ca. 1200 BCE. These are the first indications of permanent settlements suggesting that this is the period when the colonization of the area with animal husbandry and agriculture started. The reason for the stronger anthropogenic impact might be the exploitation of the abundant copper ore deposits. On the other hand, the colonisation of the Leukener Valley occurs earlier and is not connected with mining.

iii) A total of three phases of extensive human impact could be detected. A first opening of the landscape due to anthropogenic activities occurs during the transition from the Middle to the Late Bronze Age (ca. 1300 BCE). During the Iron Age, the human impact declines. A second phase of intensification begins at the end of the La Tène Period (ca. 100 BCE), visible in the pollen spectra of the mires Bichlachmoor and Untermosberg. The phase is characterized by cereal cultivation and livestock farming as well. This intense utilization continues until the Middle Roman Times (ca. 150 CE). The Rauber mire reflects an intensification of human impact since 100 CE. A further intensification with interference with the environment is detected in the High Middle Ages (ca. 970 CE) and continues until the present.

iv) The areas of the Kelchalm that are located at higher altitudes, in close proximity to the mining activities, may also have been used for alpine pasture since the Bronze Age, as reflected by increasing pasture indicators and archaeological artefacts like a beater for butter-making.

v) Comparing the human interventions in prehistory and Early Modern Times it is conspicuous that, in more recent times, the disappearance of forest takes place in shorter intervals and for shorter durations indicating an intensification of forest use over time. Since the Early Middle Ages (ca. 800 CE), recent vegetation conditions on the Kelchalm area have been indicating the cultivation of cereals.

Exploitation, dressing and smelting

It was possible to detect two mining phases over time. The palynological and geochemical analysis leads to the following conclusions:

i) The first mining phase in prehistory is synchronous with the first phase of intense human impact in the investigation area during the Middle Bronze Age. A second mining phase could be detected in Early Modern Times.

ii) The consequences of ore exploitation on the Kelchalm are still visible today. The large ore-processing heaps leave a devastated landscape in which the vege-

tation regenerates slowly. Due to the collapsed galleries, small ponds characterize the landscape around the exploitation area.

iii) The anthropogenic influence may have caused changes in the vegetation and a reduction of the forest but was never limited, because of the demand for resources. After the regression of mining activities, forests in the surrounding area began to regenerate so that an active reforestation was not necessary. At all times, the miners had enough wood for ongoing exploitation and processing activities. However, since the Early Modern Times, a supply of wood has been undertaken from the surrounding valleys; but this may have been due to economic reasons or represent a tactical distribution of tasks.

Bibliography

- Aario, L., 1940. Waldgrenzen und subrezente Pollenspektren in Petsamo, Lappland. *Ann. Acad. scient. Fenn. Ser. A*, 54(8), pp.1-120.
- Bartelheim, M., 2007. *Die Rolle der Metallurgie in vorgeschichtlichen Gesellschaften*. Forschungen zur Archäometrie und Altertumswissenschaft, Bd. 2. Rahden/West.: Marie Leidorf, pp.33-82.
- Behre, K.-E., 1981. The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams. *Pollen et Spores*, 23, pp.225-245.
- Behre K.-E. and Kucan, D., 1986. Die Reflektion archäologisch bekannter Siedlungen in Pollendiagrammen verschiedener Entfernung – Beispiele aus der Siedlungskammer Flögelin. In: K.-E. Behre, D. Kucan, eds. *Anthropogenis indicators in pollen diagrams*. Rotterdam, pp.95-114.
- Beug, H.-J., 2004. *Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete*. München: Dr. Friedrich Pfeil.
- Bortenschlager, I., 1976. Beiträge zur Vegetationsgeschichte Tirols II: Kufstein – Kitzbühel – Pass Thurn. *Berichte des naturwissenschaftlich-medizinischen Vereins in Innsbruck*, 63, pp.105-137.
- Breitenlechner, E., Hilber, M., Lutz, J., Kathrein, Y., Unterkircher, A. and Oeggl, K., 2010. The impact of mining activities on the environment reflected by pollen, charcoal and geochemical analyses. *Journal of Archaeological Sciences*, 37, pp.1458-1467.
- Breitenlechner, E., Goldenberg, G., Lutz, J., and Oeggl, K., 2013. The impact of prehistoric mining activities on the environment: A multidisciplinary study at the fen Schwarzenbergmoos (Brixlegg, Tyrol, Austria). *Vegetation History and Archaeobotany*, 22, pp. 351–366.
- Breitenlechner, E., Stöllner, Th., Thomas, P., Lutz, J. and Oeggl, K., 2014. An interdisciplinary study on the environmental reflection of prehistoric mining activities at the Mitterberg main lode (Salzburg; Austria). *Archaeometry*, 56, pp.102-128.
- Eidenhammer, S., 1999. *Palynologische Untersuchungen zur holozänen Vegetationsentwicklung im Raum Fieberbrunn und Brandenberg unter besonderer Berücksichtigung des anthropogenen Einflusses*. Universität Innsbruck, Diplomarbeit (diploma thesis).
- Erdtman, G., 1960. The acetolysis method. A revised description. *Svensk Botanisk Tidskrift*, 54, pp. 561-569.
- Faegri, K. and Iversen, J., 1993. *Bestimmungsschlüssel für die nordwesteuropäische Pollenflora*. Jena: Gustav Fischer.
- Gaillard, M.J., Birks, H.J.B., Emanuelsson, U., Berglund, B.E., 1992. Modern pollen/land-use relationships as an aid in the reconstruction of past land-uses and cultural landscapes: An example from south Sweden. *Vegetation History and Archaeobotany*, 1, pp.3-17.
- Hjelle, K.L., 1997. Relationships between pollen and plants in human-influenced vegetation types using presence-absence data in western Norway. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 99, pp.1-16.
- Hjelle, K.L., 1999. Modern pollen assemblages from mown and grazed vegetation types in western Norway. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 107, pp.55-81.
- Houk, R.S., Fassel, V.A., Flesch, G.D., Gray, A.L. and Taylor, E., 1980. Inductively coupled argon plasma as an ion source for mass spectrometric determination of trace elements. *Analytical Chemistry*, 52(14), pp.2283-2289.
- Klaunzer, M., 2008. *Studien zum spätbronzezeitlichen Bergbau auf der Kelchalm und Bachalm, Bezirk Kitzbühel, Nordtirol*. Universität Innsbruck, Diplomarbeit (diploma thesis).
- Koch Waldner, T., 2016. *Charakterisierung einer alpinen bronzezeitlichen Bergbaulandschaft anhand von archäologischen Befunden, Geländeanalysen und überregionalen Vergleichen. Räumliche und zeitliche Struktur des Bergbaureviers Kitzbühel*. Universität Innsbruck, Dissertation (doctoral thesis).
- Kuleff, I. and Djingova, R., 1990. Activation Analysis in Archaeology. In: Z. Alfassi, ed. *Activation Analysis*, 2. Boca Raton, Florida: CRC-Press Inc., pp.427-489.
- Land Tirol, 2008. *Amt der Tiroler Landesregierung; Abteilung Geoinformation, LiDAR-Daten*. [online]. Available at: <portal.tirol.gv.at/LBAWeb/luftbilduebersicht.show>.
- Leib, S., 2013. Ein Streiflicht auf frühneuzeitliche Bergbauartefakte aus dem Raum Schwaz (Tirol). In: Montanwerke Brixlegg AG, K. Oeggl, V. Schaffer, eds. *Cuprum Tyrolense. 5550 Jahre Bergbau und Kupferverhüttung in Tirol*. Brixlegg: Edition Tirol, pp.189-205.
- Lyell, C., 1830. *Principles of Geology, being an attempt to explain the former changes of the earth's surface, by reference to causes now in operation*. London: J. Murray.
- Martínez Cortizas, A., García-Rodeja, E., Pontevedra Pombal, X., Nóvoa Muñoz, J.C., Weiss, D. and Cheburkin, A., 2002. Atmospheric Pb deposition in Spain during the last 4600 years recorded by two ombrotrophic peat bogs and implications for the use of peat as archive. *The Science of the Total Environment*, 292, pp.33-44.
- Mazier, F., Galop, D., Brun, C. and Buttler, A., 2006. Modern pollen assemblages from grazed vegetation in the western Pyrenees, France: a numerical tool for more precise reconstruction of past cultural landscapes. *The Holocene*, 16, pp.91-103.
- Mazier, F., Galop, D., Gaillard, M.J., Rendu, C., Cugny, C., Legaz, A., Peyron, O. and Buttler, A., 2009. Multidisciplinary approach to reconstructing local pastoral activities: an example from the Pyrenean Mountains (Pays Basque). *The Holocene*, 19(2), pp.171-188.
- Mighall, T.M., Abrahams, P.W., Grattan, J.P., Hayes, D., Timberlake, S., and Forsyth, S., 2002a. Geochemical evidence for atmospheric pollution derived from prehistoric copper mining at Copa Hill, Cwmystwyth, mid-Wales, U.K. *Science of the Total Environment*, 292, pp.69-80.
- Mighall, T.M., Timberlake, S., Clark, S.H.E. and Caseldine, A.E., 2002b. A Palaeoenvironmental Investigation of Sediments from the Prehistoric Mine of Copa Hill, Cwmystwyth, mid-Wales. *Journal of Archaeological Science*, 29, pp.1161-1188.
- Moore, P.D., Webb, J.A., Collison and M.E., 1991. *Pollen Analysis*. 2nd ed. Oxford: Blackwell Science.
- Mutschlechner, G. 1968. *Kitzbüheler Bergbaugeschichte. Stadtbuch Kitzbühel, Band 2. Vorgeschichte und Bergbau*. Kitzbühel: Stadtgemeinde Kitzbühel, pp.138-225.
- Overpeck, J.T., Webb, T. and Prentice, C., 1985. Quantitative Interpretation of Fossil Pollen Spectra: Dissimilarity Coefficients and the Method of Modern Analogs. *Quaternary Research*, 23, pp.87-108.

- Perlman, I. and Asaro, Z., 1969. Pottery Analysis by Neutron Activation. *Archaeometry*, 11, p.21.
- Pichler, T., Nicolussi, K., Goldenberg, G. and Klauzner, M., 2009. Die Hölzer des bronzzeitlichen Bergbaus auf der Kelchalm bei Kitzbühel. Dokumentation und erste Ergebnisse dendrochronologischer Analysen. *Archäologisches Korrespondenzblatt*, 39, pp.59-75.
- Pittioni, R., 1930. Neue Funde von der Kelchalpe in Nordtirol. *Wiener Prähistorische Zeitschrift*, 17, pp.121-130.
- Pittioni, R., 1933. Kelchalpe, Gde. Aurach, BH. Kitzbühel. *Fundberichte aus Österreich*, 1, p.193.
- Pittioni, R., 1935. Aurach, GB und VB Kitzbühel. *Fundberichte aus Österreich*, 2, pp.46-47.
- Pittioni, R., 1936. Kelchalpe, Gde. Aurach, GB u. VB Kitzbühel. *Fundberichte aus Österreich*, 2, p.103.
- Pittioni, R., 1937. Kelchalpe, Gde. Aurach, GB u. VB Kitzbühel. *Fundberichte aus Österreich*, 2, p.178.
- Pittioni, R., 1938. Aurach, GB und VB Kitzbühel. *Fundberichte aus Österreich*, 2, p.287.
- Pittioni, R., 1948. Kelchalpe, Gde. Aurach, Pol. Bez. Kitzbühel. *Fundberichte aus Österreich*, 3, p.35.
- Pittioni, R., 1951. Untersuchungen im Bergbaugebiete Kelchalpe bei Kitzbühel. Tirol (2. Bericht), in: *Mitteilungen der Prähistorischen Kommission*, 5, pp.37-99.
- Pittioni, R., 1959. Aurach, BH Kitzbühel. *Fundberichte aus Österreich*, 5, p.71.
- Pittioni, R., 1967. Aurach bei Kitzbühel, BH Kitzbühel. *Fundberichte aus Österreich*, 6, p.53.
- Punt, W., 1976. *The Northwest European Pollenflora*, vol. 1. Amsterdam: Elsevier.
- Punt, W. and Clarke, G.C.S., 1980. *The Northwest European Pollenflora*, vol. 2. Amsterdam: Elsevier.
- Punt, W. and Clarke, G.C.S., 1981. *The Northwest European Pollenflora*, vol. 3. Amsterdam: Elsevier.
- Punt, W. and Clarke, G.C.S., 1984. *The Northwest European Pollenflora*, vol. 4. Amsterdam: Elsevier.
- Punt, W., Blackmore, S. and Clarke, G.C.S., 1988 *The Northwest European Pollenflora*, vol. 5. Amsterdam: Elsevier.
- Reille, M., 1992. *Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du nord*. Marseille: Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie.
- Reille, M., 1995. *Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du nord, Suppl. 1*, Marseille: Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie.
- Rupert, M., 1976. Zur Geschichte des Berg- und Hüttenwesens in der Herrschaft Kitzbühel bis ins 17. Jahrhundert, Teil II/3. *Archaeologie Austriaca*, 59/60, pp.273-437.
- Scheiber, E.-M., 2011. *Das spätbronzezeitliche Gräberfeld am Leberberg bei Kitzbühel, Tirol*. Universität Innsbruck, Diplomarbeit (diploma thesis).
- Seiwald, A., 1980. Beiträge zur Vegetationsgeschichte Tirols IV: Nazer Plateau, Villanderer Alm. *Ber. Nat.-med. Verein, Innsbruck*, 67, pp.31-72.
- Shotyk, W., 1996. Natural and anthropogenic enrichment of As, Cu, Pb, Sb, and Zn in ombrotrophic versus minerotrophic peat bog profiles, Jura mountains, Switzerland. *Water Air Soil Pollut* 90, pp.375-405.
- Shotyk, W., Cheburkin, A., Appleby, P.G., Fankhauser, A. and Kramers, J.D., 1997. Lead in three peat bog profiles, Jura Mountains, Switzerland: Enrichment factors, isotopic composition, and chronology of atmospheric deposition. *Water Air Soil Poll*, 100, pp.297-310.
- Shotyk, W., Weiss, D., Appleby, P.G., Cheburkin A.K., Frei, R., Gloor, M., Kramers, J.D., Reese, S. and van der Knaap, W.O., 1998. History of atmospheric lead deposition since 12,370 14C yr BP recorded in a peat bog profile, Jura Mountains, Switzerland. *Science*, 281, pp.1635-1640.
- Shotyk, W., Weiss, D., Kramers, J. D., Frei, R., Cheburkin, A. K., Gloor, M. and Reese, S., 2001. Geochemistry of the peat bog at Etang de la Gruère, Jura Mountains, Switzerland, and its record of atmospheric Pb and lithogenic trace metals (Sc, Ti, Y, Zr, and REE) since 12,370 14C yr BP. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 65(14), pp.2337-2360.
- Soepboer, W. and Lotter, A.F., 2009. Estimating past vegetation openness using pollen-vegetation relationships: A modelling approach. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 153, pp.102-107.
- Stockmarr, J., 1971. Tablets with spores used in absolute pollen analysis. *Pollen and Spores*, 13, pp.615-21.
- Stöllner, Th, 2009. Die zeitliche Einordnung der prähistorischen Montanreviere in den Ost- und Südalpen – Anmerkungen zu einem Forschungsstand. In: K. Oeggel, M. Prast, eds. *Die Geschichte des Bergbaus in Tirol und seinen angrenzenden Gebieten – Proceedings zum 3. Milestone-Meeting des SFB HiMAT vom 23.-26.10.2008 in Silbertal*. Innsbruck: Innsbruck university press, pp.37-60.
- Svenning, J.-C., 2002. A review of natural vegetation openness in north-western Europe. *Biological Conservation*, 104, pp.133-148.
- Vera, F.W.M., 2000. *Grazing Ecology and Forest History*. Oxon: CABI Publishing.
- Weiss, D., Shotyk, W., Cherburkin, A.K., Gloor, M. and Reese, S., 1997. Atmospheric lead deposition from 12,400 to ca. 2000 yrs BP in a peat bog profile, Jura Mountains, Switzerland. *Water, Air and Soil Pollution*, 100, pp.311-324.
- Weiss, D., Shotyk, W., Appleby, P.G., Cheburkin, A.K. and Kramers, J.D., 1999a. Atmospheric Pb deposition since the Industrial Revolution recorded by five Swiss peat profiles: enrichment factors, fluxes, isotopic composition, and sources. *Environ Sci. Technol.*, 33, pp.1340-1352.
- Widmoser, E., 1967. Das Kitzbühler Salbuch von 1416, in: *Stadt- buch Kitzbühel, Band 1*. Raum und Mensch. Kitzbühel: Stadtgemeinde Kitzbühel, pp.111-193.

Kerstin Kowarik, Hans Reschreiter, Gabriel Wurzer

Salz – Bergbau – Wirtschaft:

Diskussion wirtschaftsarchäologischer Aspekte am Beispiel der prähistorischen Salzbergwerke von Hallstatt

ABSTRACT: Salt has been an indispensable raw material for European societies from prehistory until today. Its importance can be easily deduced from the enormous size of the mining districts at the Hallstatt salt deposit. It is of essential importance for our understanding of the Hallstatt mining but also for discussing more general aspects of prehistoric economic practice to deal with structure and exchange mechanisms of supply. It is the question of the size of the demand of supply that is basic to approach to the more general understanding. In this article the demand of tools, consumption goods and labour force will be introduced and debated from various angles.

KEYWORDS: PREHISTORIC SALT MINING, HALLSTATT, LABOUR FORCE, SUPPLY STRUCTURE, AGENT BASED MODELLING (ABM)

ZUSAMMENFASSUNG: Salz stellte für europäische Gesellschaften bis in die Gegenwart einen schwer verzichtbaren Rohstoff dar. Die Bedeutung dieser Ressource für prähistorische Gruppen lässt sich u.a. an der enormen Größe der Bergbaureviere des Hallstätter Salzberges ablesen. Für das Verständnis des Hallstätter Bergbaus, aber auch für die Diskussion allgemeinerer Aspekte prähistorischen Wirtschaftens, ist die Auseinandersetzung mit Versorgungsstrukturen und –mechanismen von wesentlicher Bedeutung. Die Frage nach der Größe des Versorgungsbedarfs stellt in diesem Zusammenhang einen wesentlichen Ansatzpunkt dar. Im vorliegenden Beitrag werden Berechnungen zum Bedarf an Werkzeug, Verbrauchsmitteln und Arbeitskraft für den bronzezeitlichen Salzbergbau in Hallstatt vorgestellt und kritisch diskutiert.

SCHLÜSSELBEGRIFFE: PRÄHISTORISCHER SALZBERGBAU, HALLSTATT, ARBEITSKRAFT, VERSORGUNGSSTRUKTUREN, AGENTEN BASIERTE MODELLIERUNG (ABM)

Einleitung

Salz stellte für europäische Gesellschaften bis in jüngste Zeit einen schwer verzichtbaren Rohstoff dar. Die Bedeutung dieses Rohstoffs für prähistorische Gruppen lässt sich unter anderem an der Größe der Bergbaureviere im Dürrnberg bei Hallein und im Salzberg von Hallstatt ablesen. Gleichzeitig ermöglichen die exzellenten Erhaltungsbedingungen nahezu einzigartige Einblicke in prähistorische Arbeits- und Alltagswelten und bieten Startpunkte für die unterschiedlichsten Forschungsfragen.

Für das Verständnis des Hallstätter Bergbaus, aber auch für die Diskussion allgemeinerer Aspekte prähistorischen Wirtschaftens, ist die Untersuchung der Versorgungsstrukturen und –mechanismen ein wichtiger Ansatzpunkt (vgl. Stöllner, 1996/2002, 2006). In diesem Zusammenhang ist die Frage nach der Größe des Versorgungsbedarfs von besonderem Interesse. Die Interaktion zwischen einer Produktionsstruktur und ihrem

Umfeld ist ohne eine zumindest grobe Quantifizierung der benötigten Arbeitskraft, Betriebs- und Lebensmittel nur schwer rekonstruierbar. Auch hat die Größe des Versorgungsbedarfs einen nachhaltigen Einfluss auf die Struktur und die Abläufe innerhalb eines Produktionssystems.

Der vorliegende Beitrag befasst sich mit der quantitativen Charakterisierung des Werkzeugverbrauchs der bronzezeitlichen Fundstelle im heutigen Christian von Tuschwerk. Eine Diskussion des Versorgungsbedarfs der bronze- und ältereisenzeitlichen Salzbergbaue im Hallstätter Hochtal wurde punktuell in Kowarik u. a. 2015 geführt und eine ausführliche Diskussion ist in Vorbereitung.

Grundlagen

Hallstatt liegt in den österreichischen Kalkalpen, am Fuß des Dachsteingebirges. Das Salzbergtal, in dem sich sowohl die prähistorischen Bergbaureviere wie auch das

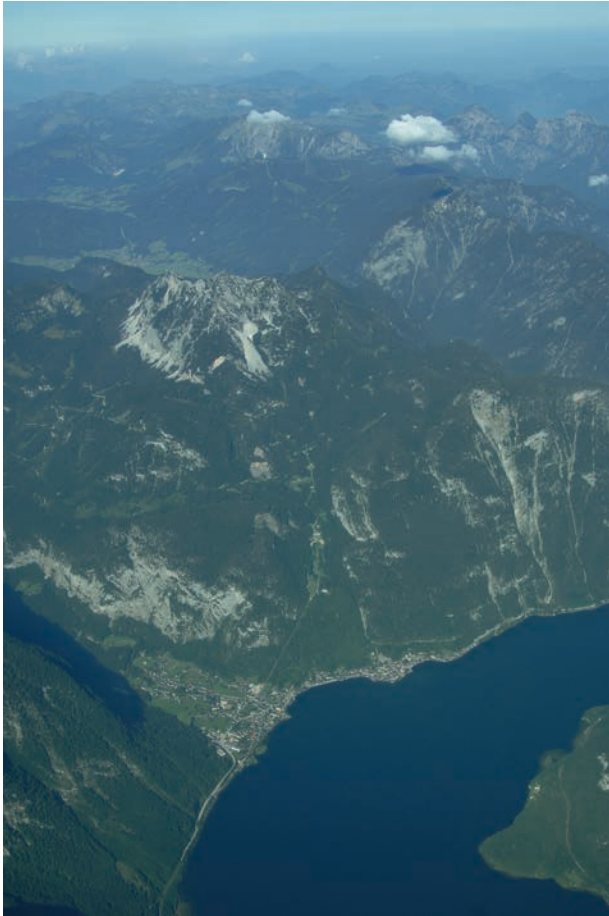


Abb. 1. Blick nach Nordwesten, im Vordergrund der Hallstätter See, Hallstatt und das Hallstätter Hochtal (Foto: ©Luftbildarchiv Universität Wien).

Gräberfeld der älteren Eisenzeit befinden, erstreckt sich über dem Ort zwischen 800 und 1400 m ü. NN (Abb. 1). Das ostalpine Steinsalzvorkommen wird hier zwischen zwei Kalkschollen bis knapp unter die Oberfläche gepresst.



Abb. 3. Abfallschichten des bronzezeitlichen Bergbaus an der Fundstelle Christian von Tuschwerk. Hier haben sich zahlreiche Geräte, Grubenhölzer und Leuchtspäne erhalten (Foto: ©NHM/ANWORA).

Es sind mehrere prähistorische Abbauphasen im Hallstätter Salzberg fassbar. Von diesen sind die bronzezeitliche Abbauphase¹ und die ältereisenzeitliche² am besten erforscht. Die große Zahl der bekannten untertägigen Fundstellen sowie die Ausgrabungsergebnisse der letzten Jahrzehnte belegen ausgedehnte Abbaureviere (Abb. 2).

Dennoch ist es nur schwer möglich, eine näherungsweise Schätzung des Volumens des abgebauten Salzes abzugeben. Zahlreiche Fundstellen sind nur aus kleinen Aufschlüssen bekannt und es bleibt bislang offen, ob und wie viele Abbaukammern pro Phase gleichzeitig in Betrieb waren.

Dank der konservierenden Wirkung von Salz sind die Erhaltungsbedingungen im Hallstätter Salzberg außergewöhnlich gut. Die Ausgrabungen der letzten Jahrzehnte haben große Mengen an Objekten aus organischen Materialien zutage gefördert. Bei diesen Objekten handelt es sich nahezu ausschließlich um unbrauchbar gewor-

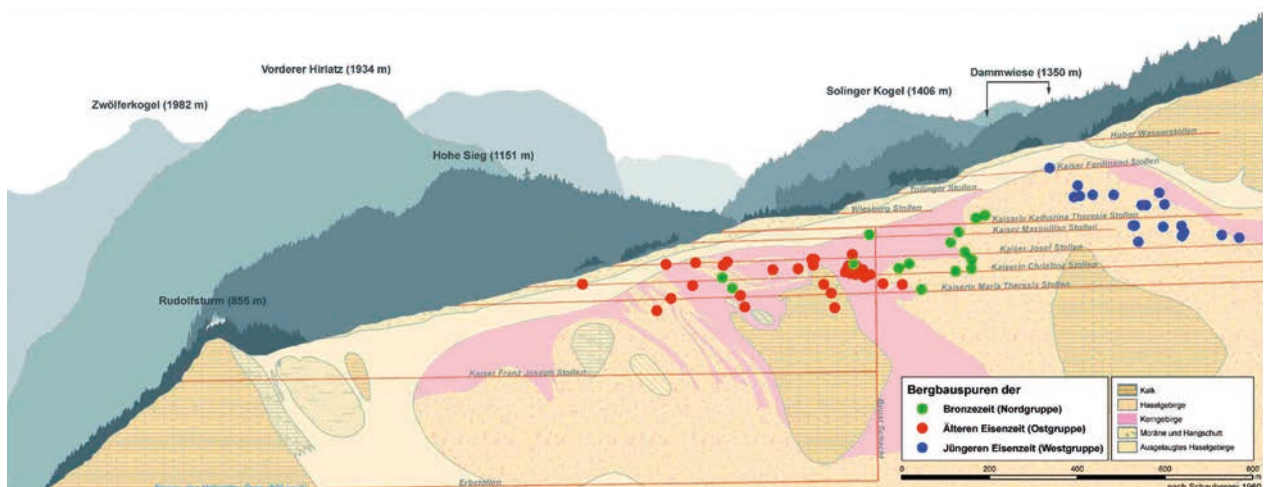


Abb. 2. Querschnitt durch den Hallstätter Salzberg mit den bekannten untertägigen Fundstellen (Grafik: ©NHM/Löcker).

ne Geräte und Werkmaterialien des prähistorischen Abbauprozesses. Noch verwendbare Werkzeuge oder Objekte, die nichts mit den untertägigen Abbauprozessen zu tun hatten, wurden nur selten zurückgelassen (Reschreiter, et al., 2014). Mächtige Schichten an prähistorischem Betriebsabfall deuten die große Dimension des prähistorischen Salzabbaus an (Abb. 3).

Die ergrabenen Materialien ermöglichen nahezu einzigartige Einblicke in die Lebens- und Arbeitswelt der prähistorischen Bergleute. Dennoch existieren bedeutende Quellenprobleme: 1) Bei dem Fundmaterial handelt es sich um hoch spezialisiertes Gerät zu dem außerhalb Hallstatts kaum Parallelen existieren. 2) Für die bronzezeitliche Abbauphase fehlen ein zugehöriges Gräberfeld und eine zugehörige Siedlung. Hingegen liegen klare Hinweise auf einen zweiten Produktionszweig vor – gepökeltes Fleisch (zuletzt Pucher, et al., 2013). 3) Für die ältereisenzeitliche Bergbauphase fehlt eine zugehörige Siedlung. Doch liegt ein Gräberfeld vor, das zumindest eine Grundlage für die Diskussion um die Größe der Bergbaugemeinschaft bietet (vgl. z. B. Hodson, 1996, S. 90-91). Ca. 1500 Gräber, die vom 9. bis 4. Jahrhundert v. Chr. datieren, sind bislang bekannt. Die durch die neueren Untersuchungen festgestellte hohe Belegungsdichte hat zu Überlegungen über die tatsächliche Zahl der Bestatteten geführt (Kern 1997; 2008).

Ganz im Gegensatz zum Dürrnberg bei Hallein ist die verkehrsgeografische Lage Hallstatts, fernab der klassischen Siedlungsgebiete und bedeutender Kommunikationsachsen, ungünstig. Siedlungsgebiete der Bronzezeit und älteren Eisenzeit sind im Wesentlichen im voralpinen Salzkammergut und im Ennstal lokalisiert (vgl. Kowarik, et al., 2015; Stöllner, 1996/2002, 2007; Schumann, 2013).

Der Versorgungsbedarf

Bei der Charakterisierung des Versorgungsbedarfs sind zwei Ebenen zu diskutieren:

- Qualitative Anforderungen
- Quantitative Anforderungen

Für die qualitative Charakterisierung des Versorgungsbedarfs ist der Informationsstand in weiten Teilen gut. Eine umfassende Vorlage der Anforderungskriterien an den wichtigsten Rohstoff der prähistorischen Bergbaue (Holz) ist in Vorbereitung³. Bereits jetzt kann eindeutig festgestellt werden, dass die Auswahlkriterien der Hölzer für Geräte und Werkmaterialien des bronze- und ältereisenzeitlichen Bergbaus sehr strikt waren und wenig Variation zugelassen wurde (Holzart, technische Kennwerte). Was die Geräte selbst betrifft, hat Fritz Eckart Barth bereits vor vielen Jahren auf die geringe Variationsbreite in den Maßen bestimmter Werkzeuggruppen hingewiesen (Barth 1967). Zusätzlich zeichnen sich einige Werkzeuggruppen, wie die berühmten bronzezeitlichen Tragsäcke und die bronzezeitliche Fahrt (Treppe),

durch ihre hohe Funktionalität aus (Barth, 1992, Reschreiter und Barth, 2005).

Hingegen stellt sich die quantitative Charakterisierung des Versorgungsbedarfs problematischer dar. In Anbetracht der großen Fundmengen und der Mächtigkeit der Abfallschichten scheint der Bedarf an Geräten und Werkmaterialien zunächst überwältigend groß. Eine weniger intuitive Einschätzung der verbrauchten Mengen an Betriebsmitteln ist notwendig. Im Folgenden werden zunächst die Probleme im Hinblick auf eine allgemeine quantitative Charakterisierung des Versorgungsbedarfs der bronzezeitlichen und ältereisenzeitlichen Salzbergbaue Hallstatts dargestellt.

Bronzezeitlicher Salzbergbau (Christian von Tuschwerk, Nordgruppe)

- Die Größe und Struktur der Bergbaugemeinschaft, die für den Abbaubereich im Christian von Tuschwerk vorauszusetzen ist, ist unbekannt.
- Die Größe und Struktur der Bergbaugemeinschaft, die für die Abbaubereiche im Grüner- und Appoldwerk (Nordgruppe) vorauszusetzen ist, ist unbekannt.
- Die Intensität der Abbautätigkeit ist unbekannt (saisonal/ganzjährig, Anzahl der gleichzeitig in Operation befindlichen Abbaukammern und Schachtsysteme dargestellt).
- Die Dauer der Abbautätigkeit in der am besten erforschten bronzezeitlichen Abbaukammer (Ausgrabung Christian von Tuschwerk) kann nur auf einen Maximal-Zeitraum beschränkt werden⁴.
- Nur ein Bruchteil der bronzezeitlichen Abbaureviere ist systematisch ergraben.

Ältereisenzeitlicher Salzbergbau (Ostgruppe)

- Die Größe und Struktur der Bergbaugemeinschaft kann auf Grundlage des Gräberfeldes und der Funde aus den ältereisenzeitlichen Abbaureviere besser eingeschätzt werden als für die bronzezeitliche Bergbauphase (Reschreiter, et al., 2013; Pany-Kucera, et al., 2010; Pany, 2005). Es bleiben dennoch große Unsicherheiten bestehen (zuletzt Reschreiter und Kowarik, 2015).
- Die erhaltenen Skelette aus den ältereisenzeitlichen Gräbern erlauben über die Analyse der Muskelmarken eine Einschätzung der Arbeitsintensität (Pany-Kucera, et al., 2010; Pany, 2005), allerdings handelt es sich hier nur um einen kleinen und möglicherweise nicht repräsentativen Ausschnitt aus den Gräbern der Hallstätter Nekropole (zuletzt Reschreiter und Kowarik, 2015).
- Die Dauer der Abbautätigkeit kann nur auf einen Maximal-Zeitraum beschränkt werden.
- Nur ein Ausschnitt der ältereisenzeitlichen Abbaureviere ist systematisch ergraben. Allerdings ist dieser Ausschnitt deutlich größer als in der Bronzezeit.

- Es liegen eindeutige Hinweise vor, dass ein Großteil der Gerätschaften des ältereisenzeitlichen Bergbaus in den Abbaurevieren verbrannt wurde (Reschreiter, et al., 2009).

Auf den ersten Blick bietet die ältereisenzeitliche Abbauphase eine bessere Ausgangslage für den Versuch einer Quantifizierung. Allerdings stellt der letzte der oben aufgelisteten Punkte ein schwer zu überwindendes Hindernis dar. Für die Quantifizierung des Werkzeugverbrauchs liefert das bronzezeitliche Abbaurevier im Christian von Tuschwerk deutlich bessere Grundlagen. Die Ausgrabungsergebnisse der letzten Jahre legen nahe, dass der überwiegende Teil der verwendeten Betriebsmittel im Abbaubereich selbst zurückgelassen wurde (Reschreiter, et al., 2013). Daher wurde zunächst das Christian von Tuschwerk als Startpunkt für unsere Überlegungen zu Werkzeugverbrauch und –bedarf gewählt.

Was den ältereisenzeitlichen Bergbau betrifft, scheint eine Annäherung auf der Grundlage des Gräberfeldes im Hochtal ein viel versprechender Weg für zukünftige Forschungen. Wobei hier noch offene Fragen zu klären wären. So haben z. B. die neuen Ausgrabungen durch Anton Kern gezeigt, dass mit einer deutlich höheren Belegungsdichte, als bisher angenommen, zu rechnen ist (Kern, 1997; 2008). Allerdings bleibt hierzu zu diskutieren, ob diese für alle Bereiche des Gräberfeldes anzunehmen ist.

Werkzeugverbrauch im Christian von Tuschwerk

Inwieweit entspricht der optisch-intuitive Eindruck enormer Fundmengen und entsprechend eines hohen Werkzeugverbrauchs den Tatsachen bzw. inwieweit kann dieser Eindruck in Zahlen gefasst werden?

Bis 2008 wurde im Christian von Tuschwerk eine Fläche von rund 50 m² ausgegraben, dabei wurden 300 Schäftungen, 17 Kratzen und 30 Schwingen entdeckt. Mehrere Befunde erlauben es, die mögliche Kammerhöhe auf eine Spanne von knapp 5 m bis zu mindestens über 10 m einzugrenzen. Für die Berechnungen des Werkzeugverbrauchs wurde eine Kammerhöhe von 10 m gewählt. Die agentenbasierte Simulation des Arbeitsprozesses erlaubt bei dem Parameter Kammerhöhe eine Variation von 2 m bis zu 18 m (s. u.).



Abb. 4a-c. Zentrale Werkzeuggruppen des bronzezeitlichen Bergbaus im Bereich des Christian von Tuschwerks: a) Pickelschäftung, b) Kratze und c) Schwinge (Foto: ©NHM/ANWORA).

Auf dieser Grundlage wurden folgende Berechnungen angestellt:

- **50 m² (Ausgrabungsfläche) x 10 m (angenommene Kammerhöhe) = 500 m³ abgebautes Gebirge**
- **300 Schäftungen/500 m³ = 0,6 verbrauchte Schäftungen pro Kubikmeter abgebauten Gebirges**
- **17 Kratzen/500 m³ = 0,03 verbrauchte Kratzen pro Kubikmeter abgebauten Gebirges**
- **30 Schwingen/500 m³ = 0,06 verbrauchte Schwingen pro Kubikmeter abgebauten Gebirges**
- **Leuchtpäne wurden anders berechnet: Auszählung der erhaltenen Leuchtpäne in 2001 ausgegrabenes Heidengebirge ergab hochgerechnet auf den Kubikmeter festes Gebirge 2660 Leuchtpäne**

Die oben berechneten Werte repräsentieren den Werkzeugverbrauch in einem Ausschnitt der Abbaukammer (Fläche 50 m²)⁵. Für die Berechnung des Verbrauchs einer Abbaukammer insgesamt muss zunächst die Gesamtgröße der Kammer interpoliert werden. Auf Grundlage der Ausgrabungsergebnisse Stand 2008 wurde eine Grundfläche von 40 x 100 m² rekonstruiert (Kowarik, et al., 2012)⁶ und eine Kammerhöhe von 10 m angenommen. Tabelle 1 stellt den Werkzeugverbrauch in einer Abbaukammer während der gesamten angenommenen Betriebszeit sowie pro Jahr dar. Dabei wurde mit verschiedenen Betriebszeiten gerechnet, da die Zeitspanne von 213 Jahren als Maximalzeitraum (s. o.) angesehen werden muss. Es ist durchaus denkbar, dass die Arbeiten in der Kammer bereits deutlich früher abgeschlossen waren und diese nur noch als Durchgangsraum zu tiefer liegenden Kammern diente.

Werkzeugverbrauch	Verbrauch pro m ³ abgebauten Gebirges	Volumen Halle (m ³)	Verbrauch gesamt	Verbrauch pro Jahr (213 Jahre)	Verbrauch pro Jahr (125 Jahre)	Verbrauch pro Jahr (63 Jahre)	Verbrauch pro Jahr (32,5 Jahre)
Schäftungen	0,60	40.000	24.000	112,68	192,00	380,95	738,46
Kratzen	0,03	40.000	1.200	5,63	9,60	19,05	36,92
Schwingen	0,06	40.000	2.400	11,27	19,20	38,10	73,85
Leuchtpäne	2.660,00	40.000	106.400.000	499.530,52	851.200,00	1.688.888,89	3.273.846,15

Tab 1. Werkzeugverbrauch an der bronzezeitlichen Fundstelle Christian von Tuschwerk, hochgerechnet auf eine Kammergröße von 40 x 100 x 10 m.

Mit den oben dargestellten Zahlen ist nun ein erster Schritt in Richtung einer objektivierten Einschätzung des Geräteverbrauchs und in weiterer Folge des Bedarfs getätigt.

- Arbeitszeiten: Die einzelnen Arbeitsschritte wurden mit rekonstruierten Werkzeugen nachgestellt und der Zeitaufwand gemessen (s. Abb. 5).

Agentenbasierte Simulation (ABM) der Arbeitsprozesse an der bronzezeitlichen Fundstelle Christian von Tuschwerk

Die oben aufgelisteten Quellenprobleme führten 2008 zur Bildung einer Arbeitsgruppe, die sich aus ArchäologInnen und ComputerwissenschaftlerInnen zusammensetzt, mit dem Ziel durch den Einsatz computerbasierter Modellierungstechniken eine Annäherung an bestimmte Fragestellungen zu finden z. B.:

- Wie groß war der Bedarf an Arbeitskräften in einer Abbaukammer?
- In welcher Relation stehen die Größe der Arbeitsgruppe und die Zeitspanne bis zum Entstehen einer Abbaukammer, die in ihren Dimensionen mit jener im Christian von Tuschwerk vergleichbar ist?

Zu diesem Zweck wurde eine agentenbasierte Simulation der Arbeitsprozesse im Abbaubereich des Christian von Tuschwerks entwickelt (Kowarik, et al., 2009). Die Wahl einer agentenbasierten Simulation erfolgte vor allem aus dem Grund, dass eine Interaktion mit der simulierten Welt gewünscht war, aber auch die Interaktion der verschiedenen Arbeitsgruppen (HäuerInnen und TransporteurInnen) beobachtet werden sollte. Neben den oben aufgelisteten Fragen sollten auch Aspekte der räumlichen Organisation und Koordination von zwei verschiedenen Arbeitsaufgaben betrachtet werden. Die detaillierte Beschreibung des Modells findet sich in (Kowarik, et al., 2009, 2012). Im Folgenden werden die Grundzüge des Modells nur grob umrissen. Diese Darstellung folgt der Erstpublikation des Modells im Jahr 2009 (Kowarik, et al., 2009).

Datengrundlage

- Höhe und Ausdehnung der Abbaukammer: Ausgehend von den archäologischen Befunden wurde die Größe des Abbaureviers mit 40 x 100 x 6-19 m festgelegt⁷.

Measured Data Item	Value Unit
Digging with a Bronze Age Tool	4,2 l / 20 min
Filling a Carrying Sack of capacity = 20 l in height = 1,7 m	60 s 57 s 56 s
Walking with a filled Carrying Sack of 20 l on a Plane	9,5 s / 10 m 9,9 s / 10 m 9,6 s / 10 m
Fill into Lift	10,5 s / 15 l 13,3 s / 15 l 10,3 s / 15 l

Abb. 5. Experimentalarchäologisch ermittelte Zeit für verschiedene Arbeitsschritte.

Der modellierte Prozess

- Das feste Gebirge wird von HäuerInnen mit Bronzepickeln abgebaut.
- Dabei kommt es zu einer Auflockerung des Materials. Der Auflockerungsfaktor beträgt 1,7 m³ auf 1 m³ festes Gebirge. (Dies wird in der Simulation berücksichtigt.)
- Gebrochenes Salz wird gesammelt.
- Das gebrochene Salz wird in den Tragsack gefüllt.
- Das Salz wird zum Schacht transportiert.
- Die Salzmenge, die den Schacht erreicht, stellt den Output der Abbaukammer dar.
- Das Modell rechnet mit reiner Arbeitszeit, d.h. Ermüdung, Pausen, Ruhetage etc. wurden nicht berücksichtigt.

Der modellierte Arbeitsprozess ist auf eine Abbaukammer beschränkt und umfasst:

- Die Auswahl des Abbaureviers.
- Das Brechen des Salzes.
- Sammeln des Salzes und Transport zum Füllort.

Es stehen zwei verschiedene Typen von ArbeiterInnen zur Verfügung:

- HäuerInnen, die das Salz brechen.
- TransporteurInnen, die das Salz transportieren.

Parameter, die vor jedem Simulationsdurchlauf eingestellt werden können:

- Zahl der ArbeiterInnen (HäuerInnen und TransporteurInnen jeweils getrennt),
- tatsächliche Höhe der Abbaukammer und daraus resultierend die Anzahl der Abbaustufen („layer“).

Thesen

1. Der Arbeitsprozess war personalintensiv. Argument: Mächtigkeit der Abfallschichten, Zahl der Werkzeuge.
 - a. Es wurden „viele“ ArbeiterInnen benötigt.
 - b. Es werden „viele“ HäuerInnen (Salz brechen) und vergleichbar „viele“ TransporteurInnen (Transport vom Abbaort zum Schacht) benötigt.
2. Der Arbeitsablauf ist darauf ausgerichtet, Stehzeiten zu vermeiden. Argumente: Konstruktion der Tragsäcke ermöglicht Ausleeren ohne Absetzen, die Breite der bronzezeitlichen Stiege erlaubt Begehen im Gegenverkehrsbetrieb.
3. Der Arbeitsprozess ist stark segmentiert. Argument: spezialisierte auf jeden Arbeitsschritt abgestimmte Werkzeuge.
4. intensive Arbeitsteilung
 - a. Salzabbau und Salztransport wurden von unterschiedlichen Personengruppen ausgeführt.
5. Salzabbau und Salztransport erfolgten zeitlich parallel.

Ein Ziel der Arbeit mit der Simulation war die Annäherung an die Mindestzahl an Bergleuten (HäuerInnen und TransporteurInnen), die benötigt worden wäre, um eine Abbaukammer einer festgelegten Größe und variablen Höhe (Parametereinstellung) entstehen zu lassen. Die Simulationsdurchläufe erbrachten ein überraschendes Resultat: Deutlich weniger Arbeitskraft als implizit

angenommen, hätte in einer relative kurzen Zeitspanne (reine Arbeitszeit!) eine vergleichbare Kammer entstehen lassen können (s. Abb. 6, Tab. 2). So hätten beispielsweise 25 Bergleute in Abhängigkeit von der Kammerhöhe zwischen 4,75 und 41,39 Jahre reine(!) Arbeitszeit benötigt. Weitere Szenarien sind in Abb. 6 und Tabelle 2 dargestellt.

Es wird darüber hinaus deutlich, dass eine Erhöhung der Anzahl an ArbeiterInnen nicht im direkten Verhältnis zur Verkürzung der benötigten Arbeitszeit führt (s. Abb. 6 und Tab. 2). Dies ist im Wesentlichen auf den Platzmangel während der Anfangsphase zurückzuführen⁸.

Ursprünglich sollte das ideale Verhältnis von HäuerInnen zu TransporteurInnen im Arbeitsablauf vermittelt werden. Doch bereits die experimentalarchäologische Erhebung der Arbeitszeiten machte deutlich, dass die TransporteurInnen im Arbeitsablauf eine untergeordnete Rolle spielen (s. Abb. 5). Dies stellt eine signifikante Abweichung von der ursprünglichen Annahme dar (vgl. These 1b). Möglicherweise wurden diese Tätigkeiten also nicht parallel, sondern nacheinander ausgeführt (vgl. These 5). Entsprechend ist auch die These in Frage zu stellen, die davon ausgeht, dass der Transport des Salzes von einer spezialisierten TrägerInnengruppe ausgeführt wurde (vgl. These 4). Die These einer Teilung der Arbeitskraft in zwei spezialisierte Gruppen (HäuerInnen und TransporteurInnen) gründet vor allem auf einem Argument: Die Muskelmarkenanalyse an den Knochen aus den Bestattungen im ältereisenzeitlichen Gräberfeld belegen eine starke Arbeitsteilung und intensive Spezialisierung (Pany, 2005). Im Analogieschluss wird eine starke Spezialisierung der Arbeitskraft auch für die Bronzezeit angenommen. Die Simulationsergebnisse zeigen nun, dass Argument b kritisch zu diskutieren ist und sämtliche Thesen, die sich dieses Arguments bedienen, ebenfalls kritisch zu diskutieren sind. Hinsichtlich der Thesen 2 und

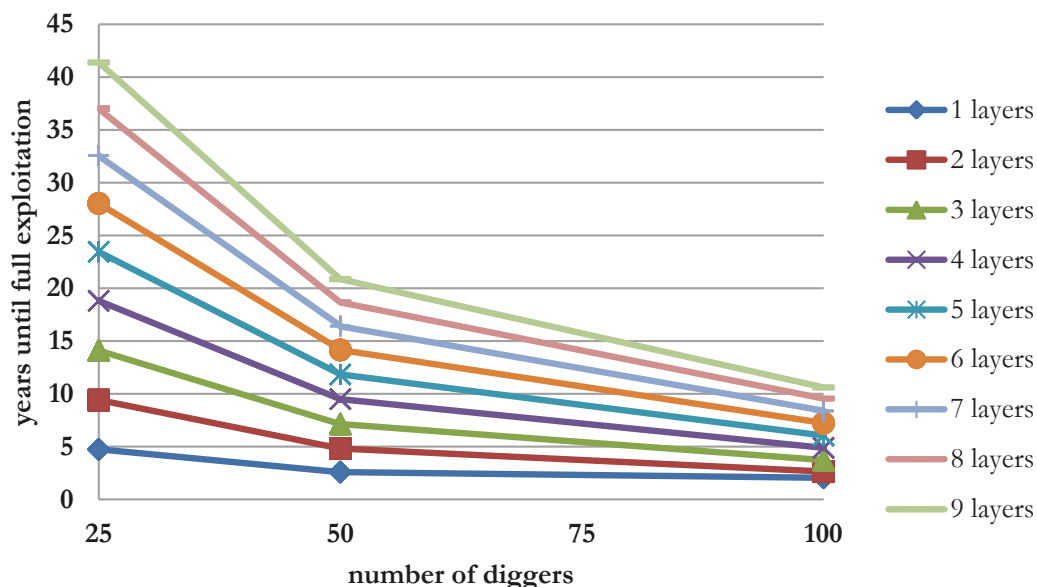


Abb. 6. Zeitdauer bis zur Entstehung einer Abbaukammer mit einer Grundfläche von 40 x 100 m² in Abhängigkeit von der Kammerhöhe (Anzahl der „layer“) und in Abhängigkeit von der Zahl der HäuerInnen („digger“) und TransporteurInnen („transporter“). Ein Layer entspricht zwei Metern. Simulationsdurchläufe: pro Layer 1-7 zehn Durchläufe, Layer 8-9 ein Durchlauf.

Reine Arbeitszeit in Jahren	Arbeitszeit bei 25 Bergleuten	Arbeitszeit bei 50 Bergleuten	Arbeitszeit bei 100 Bergleuten
Anzahl Layer: 1	4,8	2,6	2,1
Anzahl Layer: 2	9,4	4,8	2,6
Anzahl Layer: 3	14,1	7,1	3,7
Anzahl Layer: 4	18,8	9,5	4,9
Anzahl Layer: 5	23,5	11,8	6,1
Anzahl Layer: 6	28,1	14,2	7,2
Anzahl Layer: 7	32,6	16,4	8,4
Anzahl Layer: 8	37	18,7	9,6
Anzahl Layer: 9	41,4	20,9	10,6

Tab. 2: Darstellung der reinen Arbeitszeiten (ohne Ruhepausen, Ermüdung, Schichten) in Abhängigkeit von der Zahl der ArbeiterInnen und der Höhe der Abbaukammer. Die Höhe der Abbaukammer wird durch die Zahl der „layer“ ausgedrückt. Ein Layer entspricht 2 m. Grün hervorgehoben Kammerhöhe 10 m. Auf dieser Höhe beruhen die Berechnungen zum Werkzeugverbrauch (s. o.).

3 hat die Simulation keine gegenteiligen Ergebnisse erbracht, denn die zugrunde liegenden Argumente lassen sich auch in das neue Modell des bronzezeitlichen Arbeitsablaufs einpassen.

„Reale“ Arbeitszeit

In der agentenbasierten Simulation wird die Dauer der benötigten Arbeitszeit in „reiner“ Arbeitszeit dargestellt. Dies hat den Vorteil, dass vermieden werden kann, Annahmen zu treffen, die das Aussagepotential archäologischer Quellen vollkommen überfordern würden. Es hat allerdings den Nachteil, dass die ermittelten Werte nur schwer in die „Realwelt“ übertragen bzw. die Auswirkungen abgeschätzt werden können. Es ist z. B. nicht möglich, diese Werte mit demographischen Überlegungen oder Wuchszeiten von Pflanzen (z. B. Tannen oder Getreide) zu korrelieren. Daher wurden in einem zusätzlichen Schritt die reinen Arbeitszeiten in „reale“ Arbeitszeiten umgerechnet (Kowarik, et al., 2012). Dies machte die Festlegung von Ruhezeiten, effektiver Arbeitsleistung

sowie arbeitsfreier Tage notwendig. Diese Daten lassen sich aus archäologischen Quellen nicht gewinnen.

Das Arbeitszeitmodell

Nach Erhebungen zu neuzeitlichen Arbeitsleistungen im Hallstätter Salzberg sind zu jeder Stunde reiner bergmännischer Tätigkeit (Vortrieb und Transport) 100 % Stunden dazurechnen, die sich aus Anfahrt/Ausfahrt, Pausen und sonstige Tätigkeiten zusammensetzen (unpubl. Protokoll Unterberger). Für unsere Umrechnung von reiner Arbeitszeit in „reale Arbeitszeit“ haben wir uns entschlossen, auf diese Daten zurückzugreifen (Kowarik, et al., 2012). Hinzukommen, willkürlich gewählt, Arbeitsschichten von 10 Stunden pro 24 Stunden (Aufschlag von 100 % bereits einberechnet). Zusätzlich rechnen wir mit 36 Tagen Arbeitsruhe pro Jahr. Schlussendlich arbeitet eine Person nach diesem Arbeitszeitmodell effektiv fünf Stunden (Vortrieb und Transport) im Bergwerk an 329 Tagen im Jahr (Kowarik, et al., 2012). Tabelle 3 stellt verschiedene Szenarien dar (Nutzungsdauer der Abbaukammer, Höhe der Abbaukammer, Grundfläche der Abbaukammer ist fixiert: 40 x 100 m). Auch nach der Umrechnung in „reale Zeit“ zeigt sich, dass die benötigte Arbeitszeit in den meisten Fällen (Szenarien) deutlich unter 213 Jahren bleibt (Tab. 3). So würden 25 Bergleute unter unseren Modellannahmen etwa 125 Jahre benötigen, um eine Kammer von der Grundfläche 40 x 100 und Höhe 10 m (5 Layer) entstehen zu lassen, 50 etwa 63 Jahre und 100 etwa 33 Jahre.

Diskussion

Die in diesem Beitrag vorgestellten Zahlen resultieren aus einfachen Berechnungen (Tabellenkalkulation) sowie aus einem einfachen agentenbasierten Modell. Sie repräsentieren das Resultat von Berechnungen unter bestimmten explizit gemachten Modellannahmen und können dementsprechend kritisch diskutiert und reproduziert oder zugunsten veränderter Modellannahmen verworfen werden.

Reine Arbeitszeit in Jahren	Arbeitszeit bei 25 Bergleuten	Arbeitszeit bei 50 Bergleuten	Arbeitszeit bei 100 Bergleuten	„Reale“ Arbeitszeit in Jahren	Arbeitszeit bei 25 Bergleuten	Arbeitszeit bei 50 Bergleuten	Arbeitszeit bei 100 Bergleuten
Anzahl Layer: 1	4,8	2,6	2,1		25,6	13,8	11,2
Anzahl Layer: 2	9,4	4,8	2,6		50,1	25,6	13,8
Anzahl Layer: 3	14,1	7,1	3,7		75,1	37,8	19,7
Anzahl Layer: 4	18,8	9,5	4,9		100,1	50,6	26,1
Anzahl Layer: 5	23,5	11,8	6,1		125,1	62,8	32,5
Anzahl Layer: 6	28,1	14,2	7,2		149,6	75,6	38,3
Anzahl Layer: 7	32,6	16,4	8,4		173,6	87,3	44,7
Anzahl Layer: 8	37	18,7	9,6		197,0	99,6	51,1
Anzahl Layer: 9	41,4	20,9	10,6		220,5	111,3	56,4

Tab. 3: Reine und „reale“ Arbeitszeiten in Abhängigkeit von der Zahl der ArbeiterInnen und der Höhe der Abbaukammer. Die Höhe der Abbaukammer wird durch die Zahl der Layer ausgedrückt. Ein Layer entspricht 2 m. Grün hervorgehoben Kammerhöhe 10 m. Auf dieser Höhe beruhen die Berechnungen zum Werkzeugverbrauch (s.o.).

Allerdings steht ein wesentlicher Schritt noch aus: Diese Zahlen müssen kontextualisiert werden bzw. im Hinblick auf die Frage diskutiert werden, ob es sich hier um „viele“ oder „wenige“ Schäftungen, Kratzen, Schwingen und Leuchtspäne handelt. Was bedeutet viel oder wenig in diesem Zusammenhang⁹? Diese Frage ist im Hinblick auf den Hallstätter Salzbergbau noch nicht systematisch diskutiert worden. Es wäre also zunächst zu fragen, viel oder wenig im Vergleich wozu? Unter welchen Bedingungen wäre der Verbrauch an z.B. Schäftungen hoch zu bewerten? Wäre etwa die lokal vorhandene Menge des für die Fertigung benötigten Rohstoffs, z.B. Buchenholz für die Schäftungen, ein relevantes Kriterium? Ist der Verbrauch an Leuchtspänen hoch und jener an Schwingen als gering einzustufen? Für eine Schwinde aus Überwallungsholz benötigt man einen Baum(stumpf), hingegen kann man aus einem Baumstamm zahlreiche Leuchtspäne herstellen (wie viele, wäre zu klären). In diesem Zusammenhang stellt die Berechnung der notwendigen Waldfläche für die Gewinnung einer bestimmten Zahl an Leuchtspänen, Schäftungen, Schwingen und Kratzen einen wichtigen Schritt dar. Arbeiten in diese Richtungen haben gerade erst begonnen¹⁰. Ähnliche Fragen sind im Hinblick auf die berechneten Arbeitszeiten und Gruppengrößen zu diskutieren.

Als wesentlicher Kritikpunkt darf wohl angeführt werden, dass diesen Zahlen starke Vereinfachungen zu Grunde liegen (ausführliche Diskussion Kowarik, et al., 2012) bzw. dass es sich hier um sehr einfache Modelle handelt. So betrachtet die Berechnung des Werkzeugverbrauchs im Christian von Tuschwerk lediglich vier Werkzeuggruppen, das Modell des Arbeitsprozesses umfasst nur einen kleinen, wenngleich wesentlichen, Ausschnitt aller in einem Bergbau notwendigen Aktivitäten. Geschlechts- oder altersspezifische Arbeitsteilung wird nicht berücksichtigt und die Umrechnung der reinen Arbeitszeit in „reale“ Arbeitszeit basiert auf Annahmen, die zum Großteil einer Datengrundlage entbehren. Ein kleiner Teil dieser Vereinfachungen wären mit einem höheren Zeitaufwand für umfassendere Datenrecherche zu vermeiden gewesen – der Großteil jedoch nicht, denn computerbasierter Modelle, wie z. B. agentenbasierte Simulationen, aber auch einfache Berechnungsmodelle (z. B. in einem Tabellenkalkulationsprogramm) erfordern eindeutige Aussagen, die der archäologische Quellenbestand oftmals nicht liefern kann. Doch Vereinfachungen dürfen nicht nur als zu vermeidendes Übel betrachtet werden, sondern sind auch als wichtiges erkenntnistheoretisches Werkzeug zu verstehen. Vereinfachung ist ein inhärenter Bestandteil von Modellbildung. „A model is a simplification – smaller, less detailed, less complex, or all of these together – of some other structure or system.“ (Gilbert und Troitzsch, 2005, 2). Modelle weisen die unterschiedlichsten Formen auf, z. B. graphische Darstellungen, verbale Beschreibungen oder Computerprogramme (Gilbert und Troitzsch, 2005, 2). Ein wesentlicher Vorteil computerbasierter Modelle, aber auch einfacherer Berechnungsmodelle liegt darin, dass Vereinfachungen explizit gemacht

und Modellannahmen formalisiert werden und weniger intuitiv geschehen (vgl. Epstein, 2008). Darüber hinaus erlauben computerbasierte Simulationen das explorative Arbeiten mit unterschiedlichen Modellszenarien und stellen daher ein durchaus nützliches Werkzeug zur Analyse und Deutung wirtschafts- und sozialarchäologischer Problemstellungen dar (vgl. Premo, 2010, Kowarik, 2013). Im Besonderen agentenbasierte Simulationen finden bereits seit einigen Jahren Anwendung im Bereich der sozial- und kulturwissenschaftlichen Forschung (Gilbert und Troitzsch 2005).

Anmerkungen

- 1 Dendrochronologische Datierung 1458-1245 v. Chr., Grabner, et al., 2007.
- 2 ¹⁴C-Daten 9. bis 4. Jahrhundert v. Chr., Stadler, 1999.
- 3 Hallimpact-Projekt, finanziert durch die Österreichische Akademie der Wissenschaften.
- 4 Spanne der dendrochronologischen Daten der Hölzer aus dem Christian von Tuschwerk.
- 5 Zwei Dinge sind zu beachten: 1) Die Lagerstätte besteht aus einem Ton-Salz-Gips-Gemisch, in dem der Salzanteil sehr hoch ist (durchschnittlich 70 %). Die oben angegebenen Werte sind auf den Abbau eines Kubikmeter abgebauten Gebirges und nicht auf einen Kubikmeter abgebauten Salzes zu berechnen. Für die Gewinnung eines Kubikmeters reinen Salzes muss daher mehr als ein Kubikmeter festes Gebirge abgebaut werden; 2) Berechnungen dieser Art können aufgrund der Befundsituation nur an der Fundstelle Christian von Tuschwerk durchgeführt werden. Die taphonomischen Prozesse in diesem Ausgrabungsbereich sind erforscht (Reschreiter, et al., 2014). Es ist davon auszugehen, dass der Großteil der Betriebsmittel im Abbaurevier zurückgelassen wurde (Reschreiter, et al., 2013). Für die Fundstellen der Nordgruppe und der Ostgruppe ist dies nicht möglich.
- 6 Aufgrund von neuen Ausgrabungsergebnissen und Kernbohrungen ist inzwischen von einer veränderten Minimal-Grundfläche der Abbaukammer im Christian von Tuschwerk auszugehen 25 x 50 m². Hierbei handelt es sich allerdings um die Minimalausdehnung.
- 7 Stand 2008.
- 8 Zu diesen Zahlen sind folgende Punkte anzumerken (im Detail Kowarik, et al., 2012): 1) das Modell rechnet mit reiner Arbeitszeit, d. h. es sind keine Ruhephasen eingeplant, 2) Geschlechter- und Altersklassen wurden nicht berücksichtigt 3) es wurde die notwendige Arbeitskraft für Salzabbau und -transport in der Abbauhalle simuliert, zahlreiche andere Tätigkeiten ober- und untertage sind für den Betrieb des Abbaus notwendig, dies ist nicht Teil der Simulation, 4) die Simulation bezieht sich nur auf eine Abbauhalle, 5) die Zahlen zur Größe der Arbeitsgruppe drücken aus, wie viele Personen mindestens notwendig gewesen wären; hieraus ist nicht automatisch zu schließen, dass lediglich diese Zahl an Personen arbeitete.
- 9 In Anlehnung an den Vortrag von Th. Stöllner „Was ist groß? Aspekte einer prähistorischen Ressourcen-Ökonometrie.“ im Rahmen des interdisziplinären Workshops „Perspektiven einer ökonomischen Archäologie“ an der Ruhr-Universität Bochum vom 22. bis 23. Nov. 2013.
- 10 Holz für Salz. Sparkling Science-Projekt, BMWF, Leitung Hans Reschreiter.

Literatur

- Barth, F.E., 1967. Prähistorische Knieholzschäftungen aus dem Salzberg zu Hallstatt, OÖ. *Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien*, 96/97, S. 254-272.

- Barth, F.E., 1992. Zu den Tragsäcken aus dem Salzbergwerk Hallstatt. *Archaeologica Austriaca*, 76, S. 121-127.
- Epstein, J., 2008. Why Model? *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* 11/4/12. [online]. <<http://jasss.soc.surrey.ac.uk/11/4/12.html>> [abgerufen am 7. November 2014].
- Grabner, M., Klein, A., Geihofer, D., Reschreiter, H., Barth, F.E. und Wimmer, R., 2007. Bronze Age dating of timber from the salt-mine at Hallstatt, Austria. *Dendrochronologia*, 24, S. 61-68.
- Gilbert, N. und Troitzsch, K.G., 2005. *Simulation for the social scientist*, Glasgow: Bell und Bain.
- Kern, A., 1997. Neue Ausgrabungen auf dem Salzberg in Hallstatt. *Archäologie Österreichs*, 8, Sonderh., S. 58-65.
- Kern, A., 2008. Das Gräberfeld. In: A. Kern, K. Kowarik, A. Rausch, H. Reschreiter, Hrsg. 2008. *Salz-Reich, 7000 Jahre Hallstatt*. Veröffentlichungen der Prähistorischen Abteilung 2. Wien: Naturhistorisches Museum, S. 114-154.
- Kowarik, K., 2012. Agents in Archaeology – Agent-based Modelling in Archaeological Research. In: A. Koch, T. Kutzner, T. Eder, Hrsg. 2012. *Geoinformationssysteme*. Beiträge zum 17. Münchner Fortbildungsseminar 2012. Berlin: Wichmann, S. 238-251.
- Kowarik, K., Wurzer, G., Reschreiter, H., Rausch, A. und Totschnig, R., 2009. *Mining with Agents. Agent-based Modeling for the Bronze Age Saltmine of Hallstatt*. Archäologie und Computer Workshop 13, Vienna 2008. Wien: Museen der Stadt Wien.
- Kowarik, K., Reschreiter H. und Wurzer, G., 2012. Modelling Pre-historic Mining. *Mathematical Modelling*, 7(1), S. 17-29.
- Kowarik, K., Reschreiter, H., Klammer, J., Grabner, M. und Winner, G., 2015. Umfeld und Versorgung des Hallstätter Salzbergbaus von der Mittelbronzezeit in die Ältere Eisenzeit. Th. Stöllner, K. Oeggl, Hrsg. 2015. *Bergauf Bergab. 10000 Jahre Bergbau in den Ostalpen*. Wissenschaftlicher Beiband zur Ausstellung Bochum und Bregenz. Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum 207. Rahden/Westf.: Marie Leidorf, S. 309-318.
- Premo, L. S., 2010. Equifinality and explanation: The role of agent-modelling in post-positivist archaeology. In: A. Costopoulos, M. Lake, Hrsg. 2010. *Simulating Change. Archaeology into the twenty-first century. Foundations of Archaeological Inquiry*. Salt Lake City: The University of Utah Press, S. 28-37.
- Pany, D., 2005. "Working in a saltmine..." - Erste Ergebnisse der anthropologischen Auswertung von Muskelmarken an den menschlichen Skeletten aus dem Gräberfeld Hallstatt. In: R. Karl, J. Leskovar, Hrsg. 2005. *Interpretierte Eisenzeiten – Fallstudien, Methoden, Theorie*. 1. Linzer Gespräche zur interpretativen Eisenzeitarchäologie. Studien zur Kulturgeschichte von Oberösterreich, 18. Linz: Land Oberösterreich/Oberösterreichisches Landesmuseum, S. 1-12.
- Pany-Kucera, D., Reschreiter H. und Kern, A., 2010. Auf den Kopf gestellt? – Überlegungen zu Kinderarbeit und Transport im prähistorischen Salzbergwerk Hallstatt. *Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien*, 140, S. 39-68.
- Pucher, E., Barth, F. E., Seemann, R. und Brandstätter, F., 2013. *Bronzezeitliche Fleischverarbeitung im Salztal bei Hallstatt*. Mitteilungen der Prähistorischen Kommission, 80, Wien: Austrian Academy of Sciences.
- Reschreiter, H. und Barth, F.E., 2005. Neufund einer bronzezeitlichen Holzstiege im Salzbergwerk Hallstatt. *Archäologie Österreichs*, 16(1), S. 27-32.
- Reschreiter H. und Kowarik, K., 2015. Die prähistorischen Salzbergwerke von Hallstatt. In: Th. Stöllner, K. Oeggl, Hrsg. 2015. *Bergauf Bergab. 10000 Jahre Bergbau in den Ostalpen*. Wissenschaftlicher Beiband zur Ausstellung Bochum und Bregenz. Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum 207. Rahden/Westf.: Marie Leidorf, S. 289-296.
- Reschreiter, H., Grömer, K. und Totschnig, R., 2009. Reich im Grab – Sparsam in der Grube, Überlegungen zum Ressourcenmanagement im ältereisenzeitlichen Salzbergwerk Hallstatt. In: R. Karl, J. Leskovar, Hrsg. 2009. *Interpretierte Eisenzeiten – Fallstudien, Methoden, Theorie*. 3. Studien zur Kulturgeschichte von Oberösterreich, 18, Linz: Land Oberösterreich/Oberösterreichisches Landesmuseum, S. 307-320.
- Reschreiter, H., Pany-Kucera, D. und Gröbner, D., 2013. Kinderarbeit in 100 m Tiefe? Neue Lebensbilder zum prähistorischen Hallstätter Salzbergbau. In: R. Karl, J. Leskovar, Hrsg. 2013. *Interpretierte Eisenzeiten – Fallstudien, Methoden, Theorie*. 5. Linzer Gespräche zur interpretativen Eisenzeitarchäologie. Studien zur Kulturgeschichte von Oberösterreich, 37. Linz: Land Oberösterreich/Oberösterreichisches Landesmuseum, S. 25-38.
- Reschreiter, H., V. Miller, D., Gengler, C., Kalabis, S., Zangerl, N., Fürhacker, R. und Grabner, M., 2014. Aus dem Salz ins Depot. Organische Funde aus den prähistorischen Bergwerken von Hallstatt. *Österreichische Zeitschrift für Kunst und Denkmalpflege*, 68,3/4, S. 354-367.
- Schumann, R., 2013. *Traunkirchen während der Hallstattzeit. Nach Grabungen des Bundesdenkmalamtes und Begehungen im Bereich des ehemaligen Klosters von Traunkirchen, PB Gmunden, Oberösterreich*. Universitätsforschungen zur Prähistorischen Archäologie, 225. Bonn: Habelt.
- Stadler, P., 1999. Aktueller Stand der verschiedenen Gruppen des urgeschichtlichen Bergbaus und eines Blockbaus in Hallstatt aufgrund von 14C-Daten. *Annalen des Naturhistorischen Museums Wien*, 101 A, S. 69-80.
- Stöllner, Th., 1996. *Die Hallstattzeit und der Beginn der Latènezeit im Inn-Salzach-Raum: Katalog- und Tafelteil*. Archäologie in Salzburg, 3(2), Salzburg: Salzburg Museum.
- Stöllner, Th., 2002. *Die Hallstattzeit und der Beginn der Latènezeit im Inn-Salzach-Raum: Auswertung*. Archäologie in Salzburg, 3(1), Salzburg: Salzburg Museum.
- Stöllner, Th., 2006. Montanproduktion und Siedlungsstrukturen der Eisenzeit: Ausblick auf den Stand der Forschung. In: S. Brüggerhoff, M. Farenkopf, W. Geerlings, Hrsg. 2006. *Montan- und Industriegeschichte. Dokumentation und Forschung. Industriegeschichte und Museum*. Festschrift für Rainer Slotta zum 60. Geburtstag. Paderborn u.a.: Schöningh, S. 105-127.
- Stöllner, Th., 2007. Siedlungsdynamik und Salzgewinnung im östlichen Oberbayern und in Westösterreich während der Eisenzeit. In: J. Prammer, Hrsg. 2007. *Siedlungsdynamik und Gesellschaft*. Beiträge des internationalen Kolloquiums zur keltischen Besiedlungsgeschichte im bayerischen Donauraum, Österreich und der Tschechischen Republik, 2.-4. März 2006 im Gäubodenmuseum Straubing. Straubing: Historischer Verein für Straubing und Umgebung, S. 313-362.

Doreen Mölders

Das Thema Wirtschaft im Diskurs der Oppidaforschung

ABSTRACT: *The subject of economics is one of the main themes to explain the change in archaeological finds. Accordingly, we might think that economics-based theories and models have been attracted by researchers to obtain answers to economic questions. Using the example of oppida research, I will review which economic concepts of economic behavior have been reflected in archaeological research, and which, so to speak, have come from an undefined outside. It is also asked what discourses and practices have led to the awarding of certain economic models.*

KEYWORDS: ECONOMIC ARCHEOLOGY, HISTORY OF SCIENCE, HISTORY OF OPPIDA RESEARCH, DISCOURSE ANALYSIS

ZUSAMMENFASSUNG: *Das Thema Wirtschaft gehört zu den Hauptthemen, um Wandel im archäologischen Fundgut zu erklären. Dementsprechend könnte man meinen, dass wirtschaftswissenschaftliche Theorien und Modelle von den Forschungsakteuren Beachtung gefunden haben, um Antworten auf wirtschaftshistorische Fragen zu erhalten. Am Beispiel der Oppidaforschung werde ich überprüfen, welche wirtschaftswissenschaftlichen Konzepte wirtschaftlichen Verhaltens in der archäologische Forschung explicit angewendet worden und welche sozusagen von einem unbestimmten draußen hereingeschneit gekommen sind. Ebenfalls danach gefragt wird, welche Diskurse und Praktiken zu einer Prämierung bestimmter Wirtschaftsmodelle geführt haben.*

SCHLÜSSELBEGRIFFE: WIRTSCHAFTS ARCHÄOLOGIE, WISSENSCHAFTSGESCHICHTE, OPPIDAFORSCHUNG, DISKURSANALYSE

Als 2007 der Höhenflug der Spekulationsgeschäfte mit einem gewaltigen Crash kurzzeitig zum Erliegen kam, offenbarte sich der tiefe Riss, den der anfangs schillern-de Investmenthandel im Sturzfall durch die Realwirtschaft zog: bankrotte Banken, insolvente Konzerne und zahlungsunfähige Staaten. Gleichzeitig blickte man, da es mit der Finanzwirtschaft abwärts ging, auf die Verfehlungen eines Wirtschaftsmodells, das Prognosen für wirtschaftliches Handeln in der Zukunft lieferte, die Krise aber nicht voraussagen konnte. Für einen Moment verhielt sich die Öffentlichkeit skeptisch gegenüber der vorherrschenden Wirtschaftsordnung und war zumindest offen für Informationen über alternative Wirtschaftsansätze. In der Folge erschienen selbst in der diskursbestimmenden Tagespresse wie der Süddeutschen Zeitung Artikel über alternative, sogar kapitalismuskritische Wirtschaftstheorien in Serie und äußerlich wie inhaltlich schwergewichtige Publikationen von Nationalökonomien und Wirtschaftsanthropologen wie beispielsweise „Die Ökonomie von Gut und Böse“ aus der Feder von Tomáš Sedláček (2012) sowie „Schulden. Die ersten 5000 Jahre“ von David Graeber (2012) führten zwi-

schzeitlich die Bestsellerlisten an. In diesen Debatten über die Differenzen zwischen der hegemonialen neoliberalen und den eher randständigen Wirtschaftstheorien wurde deutlich, dass die Prämissen der bestehenden Wirtschaftsordnung wie das Modell des *homo oeconomicus*, die Idee eines Marktgleichgewichts sowie das Konzept von Wertbeständigkeit diskursiv bestimmt und keine universellen Sicherheiten sind.

Angesichts dieser öffentlich geführten Rezeption wirtschaftswissenschaftlicher Dogmengeschichte – und um nichts anderes handelt es sich bei der geschilderten Diskussion – drängt sich geradezu die Frage nach dem wirtschaftstheoretischen Input im eigenen Fach auf. Eine berechnete, aber ebenso problematische Frage, wie ich meine, da in der deutschsprachigen Archäologie lange eine Forschungspraxis vorherrschend gewesen ist, die den erkenntnistheoretischen Zugang und die Wahl von Modellen und Analogien gewissermaßen Top Secret behandelt hat¹. Um das oft unausgesprochene, aber stets assoziierte wirtschaftstheoretische Wissen im Fachdiskurs freizulegen, bedarf es demzufolge spezieller Methoden, die aus der Wissenssoziologie kommen.

Mit solchen Mitteln werde ich am Beispiel der süddeutschen Oppidaforschung den Versuch unternehmen, exemplarisch einen Fachdiskurs zum Thema prähistorische Wirtschaft offenzulegen².

„*oppidum*“ – Oppidum – Oppidaforschung

Gegenstand dieses Textes ist also nicht das archäologisch-historische Objekt – in diesem Fall der spätlatènezeitliche Siedlungstyp Oppidum –, sondern die erkenntnistheoretischen, methodischen und diskursiven Grundlagen seiner Erforschung. Doch was überhaupt ist die Oppidaforschung und was ist ein Oppidum? Naheliegender ist, dass sich die Oppidaforschung vorrangig mit der Erforschung der Oppida beschäftigt. Der Begriff „*oppidum*“ wiederum geht auf Gaius Iulius Caesar zurück, der damit in seinen *Commentarii de bello Gallico* vorrangig große Befestigungen mit zentralörtlicher Funktion in Gallien beschrieben hat (vgl. Rieckhoff und Fichtl, 2011, 12). Caesar kannte diese Plätze aus eigener Anschauung gut, schließlich hatte er einige davon wie Avaricum und Alesia im gallischen Krieg Mitte des 1. Jhs. v. Chr. erobert. Doch noch in den nachfolgenden Jahrhunderten, also noch während das Römische Reich Bestand hatte, verloren die meisten Oppida ihre Bedeutung als Siedlungsplätze bis sie letztendlich aus dem kulturellen Gedächtnis verschwanden. Als dann im Mittelalter die antiken Schriften wiederentdeckt wurden, entwickelte sich auch ein Interesse an jenen Orten, die in den historischen Quellen überliefert waren. Dennoch vergingen weitere Jahrhunderte, bis schließlich im 19. Jh. der erste Spatenstich für archäologische Forschungen in einem Oppida angesetzt wurde³. Im Verlauf der sich daran anschließenden, inzwischen 150 Jahre andauernden archäologischen Oppidaforschung wurde aus dem antiken Begriff „*oppidum*“ diskursiv die archäologische Kategorie Oppidum, so meine Unterscheidung. Unter die archäologische Kategorie Oppidum fallen heute – weit über die antike Überlieferung hinausgehend – fast alle befestigten Siedlungen des 2. und 1. Jhs. v. Chr. in einem Gebiet von Frankreich bis in die ungarische Tiefebene. Mehrheitlich definiert man die Oppida dabei als erste Städte nördlich der Alpen mit zentralpolitischer und sozioökonomischer Funktion (vgl. u.a. Rieckhoff und Fichtl, 2011). Wie im Folgenden gezeigt wird, hat vor allem das Thema Wirtschaft zur Herausbildung und Konsolidierung dieser Definition und zur Konstruktion der archäologischen Kategorie Oppidum stets beigetragen.

Reden wir über Diskurse!?

Die bereits eingangs formulierte Frage nach den implizierten Wirtschaftstheorien in der archäologischen Forschung ist Resultat eines spezifischen epistemologischen Verständnisses. Grundsätzlich gehe ich davon

aus, dass archäologische Erkenntnis nicht allein aus dem Studium materieller Quellen erwächst, sondern diskursiv und in Abhängigkeit vom wissenschaftlichen sowie alltäglichen Erfahrungswissen der Akteure hervorgerufen wird. Die Auseinandersetzung um dieses „subjektive Geschäft“ jeder Geschichtsschreibung wird in Deutschland seit den 1970er Jahren geführt. Zu den führenden Akteuren dieser Debatte zählte unter anderem Reinhart Koselleck (1977), der den Quellen ein „Vetorecht“ zuschrieb und mit diesem Bonmot zur Quellenkritik zwischen Vertretern einer geschichtswissenschaftlichen Parteilichkeit auf der einen und Anhängern eines naiven Objektivismus auf der anderen Seite Platz nahm. Folgt man Koselleck, so bewegt man sich im Spannungsfeld zwischen einem ontologischen Geschichtsbegriff und einer erkenntnistheoretischen Geschichtsmethodologie, d. h. Ausgangspunkt ist die Erkenntnis, dass die historische Wahrheit an Theorien und Diskurse gebunden ist, historische Quellen also potentiell mehrdeutig sind. Die verschiedenen Interpretationen eines historischen Ereignisses gehen demzufolge nicht nur auf einen allmählichen Zuwachs an Faktenwissen zurück, sondern sind ebenso Resultat eines bestimmten Interesses der Forschungsakteure. Mit dem „Vetorecht der Quellen“ liegt diesem modernen Geschichtsverständnis allerdings eine Denkfigur zugrunde, die dem Prinzip des wissenschaftlichen Rationalismus verpflichtet ist und einem absoluten Relativismus entgegenwirkt. Gleichzeitig dient sie auch dazu, geltende historische Aussagen anzuzweifeln und auf den diskursiven Erkenntniszusammenhang unserer Bilder der Vergangenheit zu verweisen.

Den Einfluss gesellschaftspolitischer Diskurse auf Forschungsergebnisse aufzudecken bzw. nach den Wechselwirkungen zwischen Forschungsgegenstand und Gegenwart zu fragen, ist nicht nur, aber hauptsächlich die Aufgabe einer kritischen Forschungsgeschichte. Diese wurde für die Ur- und Frühgeschichtliche Archäologie vor allem von Ulrich Veit immer wieder eingefordert. Veit (v. a. 2010, 350 Abb. 1) zufolge bedeutet Forschungsgeschichte zu schreiben nicht, ausschließlich geleistete Arbeit zu würdigen, Gründungsvätern und großer Männer zu gedenken sowie scheinbar gesichertes Wissen zu wiederholen. Vielmehr sind die wissenschaftlichen Irrtümer aufzudecken und die diskursiven Praktiken zu benennen, selbst wenn diese wie im Fall „Der Archäologie unter dem Hakenkreuz“ ungern erinnert werden. Damit sind dynamische Forschungs- und Diskursfelder die Forschungsgegenstände einer kritischen Wissenschaftsgeschichte, die wiederum die Aufgabe hat, diese Komplexität und Dynamik unter Berücksichtigung des Kontextes zu beschreiben. Dabei sollten nicht nur einzelne, bereits anerkannte Forschungsergebnisse, sondern unerbittlich sogar das Fach im Ganzen stets in seinem aktuellen Geltungsanspruch hinterfragt und neu bewertet werden. Im besten Fall ergibt sich hieraus eine Wechselwirkung zwischen Fachgeschichte und aktueller Forschung. Über das facheigene Interesse hinaus sollte

eine Forschungsgeschichte der Archäologie für sich aber ebenso beanspruchen, zu einer allgemeinen Kulturgeschichte von Neuzeit und Zeitgeschichte beizutragen.

Bisher sind in der deutschen Archäologiegeschichte-schreibung nur wenige Arbeiten entstanden, die sich mit den Forderungen von Veit decken. Stellvertretend zu nennen sind hier vor allem die Arbeiten von Antonia Davidovic (2009) über die Praktiken archäologischer Wissensproduktion sowie die Diskursgeschichte archäologischer Burgwallforschung in Sachsen von Susanne Grunwald (2011). Während Davidovic dabei vornehmlich Interviews mit Fachwissenschaftlerinnen und Fachwissenschaftlern analysierte, untersuchte Grunwald hingegen hauptsächlich Archivalien wie Briefe, Anträge sowie andere Dokumente von Akteuren sächsischer Burgwallforschung.

Im Gegensatz zu diesen beiden Arbeiten standen im Zentrum der nun folgenden Zusammenfassung meiner Untersuchung wissenschaftliche Texte, in denen die Aussagen mit wirtschaftshistorischem Sinn enthalten sind. Der analysierte Datenkorpus umfasste dabei 110 wissenschaftliche Texte unterschiedlichen Umfangs von 48 Akteuren aus knapp 150 Forschungsjahren.

Ausgangspunkt der Analyse waren Texte über die frühen Untersuchungen im Oppidum Bibracte in der zweiten Hälfte des 19. Jhs. Sie markieren nicht nur den Beginn der Oppidaforschung, sondern – so eine grundlegende These – die darin enthaltenen Aussagen prägen den Oppidadiskurs bis heute. Der größte Teil der Texte stammt allerdings aus der Süddeutschen Oppidaforschung; ebenfalls von ihren Anfängen am Ende des 19. Jhs. bis zum Jahr 2000.

Bei einem diskurstheoretischen Ansatz ist die Diskursanalyse die Methode erster Wahl⁴. Diese kann aufgrund ihrer offenen Forschungsstruktur generell um weitere Methoden ergänzt werden. So haben der Sozialwissenschaftler Reiner Keller (2007) und der Medientheoretiker Andreas Wagenknecht (2011) die Diskursanalyse um die *grounded theory*⁵ erweitert, um den impliziten Sinngehalt von Aussagen zu erfassen. Es handelt sich bei dieser Methode, die in der qualitativen Sozialforschung entwickelt wurde, um einen hermeneutischen Prozess der Textauslegung im Sinne einer interpretativ-analytischen Deutung.

Analysen dieser Art unterscheiden sich von vielen anderen Methoden bereits dadurch, dass die Hauptelemente einer Untersuchung, d. h. die Datenerhebung, die Datenanalyse und die Ergebnisbildung nicht nach-, sondern im steten Wechsel miteinander durchgeführt werden.

Die Hauptarbeit, die Datenanalyse, wird schließlich von einem mehrstufigen Kodierprozess geleitet, der sich durch offenes Kodieren der Quellen, dem Zusammenfassen von Codes zu abstrakten Kategorien sowie dem Kontrastieren und Überprüfen von Kategorien durch die Erhebung neuer Daten auszeichnet. Im Vergleich zu quantitativ-statistischen Methoden inhaltsanalytischer Forschung betonen Vertreter der *grounded theory* den

interaktiven Prozess zwischen dem kreativen Umgang mit dem empirischen Material und der Ideengenerierung durch abduktives Schlussfolgern. Während auf der einen Seite eine formal-operative Software Begriffe auszählt, um deren semantischen Kontext rekonstruieren zu können, ist das analytische Verfahren der *grounded theory* kein logisch zwingender Prozess, sondern vielmehr ein „experimentelles Bemühen“. Von entscheidender Bedeutung hierfür ist, dass bei der Analyse das Repertoire an Vorwissen explizit einbezogen wird, um die Sensitivität der Interpretation zu erhöhen und die Möglichkeiten, Vergleiche anzustellen zu erweitern.

Im Fall der hier zur Diskussion gestellten Untersuchung hat folgendes Vorwissen die Analyse mitgestaltet:

- Expertenwissen zur Prähistorischen Archäologie im Allgemeinen, zur jüngeren Eisenzeit und zu Theorien in der Archäologie im Besonderen;
- mehr oder weniger umfangreiche Kenntnisse über zeitgeschichtliche Ereignisse und gesellschaftspolitische Diskurse im 19. und 20. Jahrhundert;
- Überblickswissen über Wirtschaftstheorien von der klassischen politischen Ökonomie, über die marxistische Theorie bis hin zu verschiedenen Spielarten neoklassischer Wirtschaftslehre;
- Darüber hinaus steuerte Überblickswissen über die Rezeption von Wirtschaftstheorien in Disziplinen der Wirtschaftsgeschichte, der Ethnologie und der Alten Geschichte den Prozess der Analyse.

Wenn ich nun im Folgenden die Ergebnisse meiner Arbeit zusammenfasse, so liegt der Fokus dem Thema des Sammelbands entsprechend nicht nur auf den Forschungsarbeiten, die wirtschaftshistorische Aussagen enthalten, sondern vor allem auch auf dem wirtschaftstheoretischen Sinn, der in den jeweiligen Aussagen – meist implizit – mitschwingt. Zum Verständnis der Aussagenentwicklung werden zudem der Diskurs selbst, die diskursiven Praktiken der Wissensproduktion sowie die epistemologischen Grundlagen dargestellt.

Vor dem *homo oeconomicus*

Von staatlicher Seite finanziell und ideologisch gefördert bildete sich die archäologische Oppidaforschung in der Mitte des 19. Jhs. in Frankreich heraus. Die Dritte Französische Republik und die ungebrochenen Auseinandersetzungen mit dem Deutschen Kaiserreich um die Rheingrenze hatten den Diskurs „Nos ancêtres les Gaulois“ verstärkt und im letzten Drittel des 19. Jhs. kam es sogar zu einer ersten populären Gallierschwärmerei. Zu jenen Pionieren, die mittels Ausgrabungen der Geschichte der Gallier auf den Grund gehen wollten, gehörte der Weinhändler Jacques-Gabriel Bulliot aus Autun. Dieser begann 1865 auf dem Mont Beuvray (Burgund, Frankreich) zu graben, in der Hoffnung, die Reste des historisch überlieferten antiken Oppidum Bibracte zu finden. Bulliots Schriften ist zu entnehmen, dass ihm

vorher wenig daran gelegen war, eine heroische Geschichte der Gallier zu schreiben. Vielmehr gehörte Bulliot einer Gelehrten-schicht an, die sich noch bis in die 1870er Jahre hinein auf die Idee des Ancien Régime als kulturellem Erbe Roms beriefen. Dem republikanischen Diskurs mit positivem Bezug auf die Gallier schloss er sich erst an, als sich im Bürgertum dieser längst durchgesetzt hatte. Interessanterweise nutzte Bulliot jeweils wirtschaftshistorische Aussagen, um seinen Ansätzen Plausibilität zu verleihen. In seinen frühen Schriften⁶ sowie in dem wahrscheinlich zwischen 1865 und 1869 geschriebenen Text „La Cité Gauloise“⁷ knüpfte er gemeinsam mit seinem Koautor Jean Roidot-Déleage an den antiken Topos vom ‚barbarischen Gallier‘ an und konstruierte eine gallische Gesellschaft, deren Mitglieder aufgrund ihres kriegerischen Charakters nicht fähig gewesen seien, wirtschaftlich rational zu handeln. Erst die Romanisierung Galliens habe ein funktionierendes Wirtschaftssystem etabliert und für eine stabile Versorgung mit Konsumgütern gesorgt (vgl. Bulliot und Roidot 1879, 126). Gleichzeitig sprachen die Autoren selbst der römischen Gesellschaft nachhaltiges wirtschaftliches Handeln ab, auch wenn diese zumindest zu zivilisiertem Leben fähig gewesen seien (ebd. 92). Hinter diesen Aussagen steht das Verständnis von moderner, rationaler Wirtschaft als geschichtlich hervorgebracht und entscheidend von der ‚Wesenhaftigkeit‘ der Gesellschaft geprägt. Die Idee überzeitlich rationaler Wirtschaftsakteure kommt hier nicht zum Tragen. Dies ist ein Indiz dafür, dass das Modell des *homo oeconomicus* im ökonomischen Diskurs der 1860er Jahre noch nicht manifest, d. h. noch kein Alltagswissen gewesen ist.

Im Laufe der dreißigjährigen Grabungs- und Forschungstätigkeit von Bulliot im Oppidum Bibracte sollte sich jedoch auch Bulliots wirtschaftstheoretisches Verständnis ändern. Bereits in den 1870er Jahren bezeichnete Bulliot die Gallier nicht mehr als Barbaren und sprach ihnen in der Folge auch nicht mehr die Fähigkeit ökonomischen Denkens ab. Vielmehr begann er, die archäologischen Quellen und die darin ablesbare siedlungsgeschichtliche Entwicklung des Oppidum wirtschaftlich zu erklären. Bulliot hielt dabei an seiner Überzeugung fest, es habe ein gewisses Kulturgefälle zwischen der mediterranen und der gallischen Kultur gegeben, wobei der wirtschaftlich stärkere Süden stimulierend für den Norden gewesen sei. Er beschrieb die antiken Hochkulturen als expandierende Wirtschaftsmächte, die ihre Waren über professionelle Händler gewinnbringend vertreiben wollten. Im Norden wiederum habe seiner Meinung nach zumindest die gallische Oberschicht über ausreichendes wirtschaftliches Verständnis verfügt, um institutionelle Einrichtungen wie Märkte und Sicherheitsvorkehrungen für die Einfuhr von Waren aus dem Süden zu schaffen. Durchaus wahrscheinlich ist, dass dieser ‚Sinneswandel‘ auch auf Veränderungen im allgemeinen wirtschaftstheoretischen Diskurs zurückzuführen ist. Denn in den 1870er Jahren hatte sich die neoklassische Wirtschaftstheorie fest eta-

bliert und fortan wurde das ökonomische Denken zum universellen Handlungsmotiv erklärt. Geboren war der *homo oeconomicus*.

Der *homo oeconomicus* – ein interpretationsleitendes Modell

Die auf Bulliot folgende Forschergeneration orientierte sich uneingeschränkt am neoklassischen Leitgedanken des *homo oeconomicus*. Bereits von Joseph Déchelette wurde er genutzt, um seinem Konzept der „*civilisation des Celtes*“ bzw. „*civilisation celtique*“ Plausibilität zu verleihen (Déchelette 1899 und 1914). Dabei war Déchelette mit Sicherheit gar nicht daran interessiert, Wirtschaftsgeschichte zu schreiben. Als Anhänger der seinerzeit wirkmächtigen Kulturkreislehre war er vielmehr darauf bedacht, seine archäologischen Ergebnisse historisch zu interpretieren. An der Wende zum 20. Jh. bedeutete das vor allem, „scharf umgrenzte archäologische Kulturprovinzen [...] mit ganz bestimmten Völkern oder Völkerstämmen“ zur Deckung zu bringen (Kossinna 1911, 3). Für Déchelette war es daher selbstverständlich, aufgrund der auffälligen Übereinstimmung der materiellen Kultur aus französischen, deutschen und böhmischen Befestigungen eine länderübergreifende „Kulturprovinz“ zu postulieren und diese mit den Kelten gleichzusetzen. Die Kelten wurden erst damit zu einer sozialen und ethnischen Entität mit einer vierhundertjährigen Geschichte. Aber im Gegensatz zu Kossinna, der die Ausbreitung ‚germanischen‘ Kulturguts vornehmlich über Wanderungen erklärte, benutzte Déchelette wirtschaftliche Argumente. Das neoklassische Modell des *homo oeconomicus* als universelles Erklärungsmodell menschlichen Verhaltens, das sich wenige Jahre zuvor in der bürgerlichen Wissenslandschaft etabliert hatte, bot hierfür einen geeigneten Ansatzpunkt. Damit konnte Déchelette davon ausgehen, dass das, was ihm selbst als rational und nutzenmaximierend erschien, nämlich durch Handel den persönlichen und gesellschaftlichen Wohlstand zu mehren - er selbst stammte schließlich aus einer wohlhabenden Fabrikantenfamilie und betrieb die Archäologie als Autodidakt -, bereits in der Prähistorie gegolten habe. Unter dieser Prämisse begründete er die räumliche Ausbreitung der „*civilisation celtique*“ in den letzten Jahrhunderten v. Chr. mit einer „*expansion commerciale*“, d. h. mit einem sich ausbreitenden, da wachsendem Wirtschaftsmarkt.

Auch bei anderen Akteuren, die ungefähr zeitgleich mit Déchelette forschten, fand das Modell des *homo oeconomicus* Eingang in die Arbeiten. Zu diesem Akteurskreis gehörte beispielsweise Paul Reinecke, der in der 1. Hälfte des 20. Jhs. einer der wenigen bereits professionellen Archäologen in Deutschland war, die sich mit den Oppida beschäftigten. Studiert hatte Reinecke u. a. Klassische Archäologie bei Adolf Furtwängler an der Universität München, interessierte sich aber stärker für die regionale süddeutsche Archäologie als für

die Antike. In seiner Studie „Zur Kenntnis der La Tène-Denkmal der Zone nördlich der Alpen“ folgte er jedoch nicht seinem Kollegen Déchelette und dessen These von der ‚keltischen Hochkultur‘ (Reinecke 1902). Vielmehr schrieb Reinecke den modernistischen Diskurs der Altertumswissenschaft fort, indem er die Ausbreitung der Latènekultur als Nebenprodukt eines frühen antiken Kapitalismus ansah und die Kelten als Profiteure des römischen Imperialismus charakterisierte.

Als weiterer Protagonist der frühen Oppidaforschung ist noch der Architekt und Hobbyarchäologe Christian L. Thomas zu nennen. Thomas (1906) wiederum nahm Déchelettes Konzept der *civilisation celtique* zum Anlass, um die seinerzeit in Hessen bekannte Befestigungsanlage nördlich des Heidetränkts mit den französischen Oppida Bibracte und Alesia zu vergleichen. Übereinstimmungen in den Lesefunden sowie in der Befestigungstechnik nahm er als Indiz dafür, dass auch die Wallanlage nahe der Heidetränke als Oppidum bezeichnet werden müsse. Gleichzeitig übertrug Thomas damit die Definition von Déchelette von einem Oppidum als Stadt mit einem „blühenden industriellen und kommerziellen Leben“ auf das Heidetränk-Denkmal, ohne dass je Ausgrabungen im Inneren der Befestigungsanlage stattgefunden hatten. Um seinen Schluss zu stützen und die These einer dauerhaften Besiedlung und Bewirtschaftung dennoch zu untermauern, bediente sich Thomas volkswirtschaftlicher Methoden. So versuchte er, den Wert der Befestigung eines Oppidum aufgrund der verausgabten Arbeit einerseits und hinsichtlich seiner ideellen Schutzfunktion für die Bewohner andererseits zu bemessen. Am Beispiel der Mauer des Heidetränkoppidum führte er hierfür eine Hochrechnung der „Tages- Arbeitsleistungen“ zur Errichtung der Mauer durch, für die er die verwendeten Baumaterialien und die erforderlichen Arbeiten mit den „nach praktischen Normen festgesetzten einzelnen Produktionswerten“ in eine Gleichung brachte (Thomas 1907, 114-115). Mit diesem Modell bezog er sich implizit auf die Arbeitstheorie von Smith und Ricardo, nach der der Wert eines Objekts vor allem aufgrund der verausgabten Arbeit berechnet werde. Explizit orientierte sich Thomas an der stärker mathematisch arbeitenden Betriebswirtschaftslehre, die grundsätzlich mit Grundannahmen der Neoklassik operierte. Diese bewusste Übertragung eines wirtschaftswissenschaftlichen Modells in die archäologische Praxis, um historische Phänomene zu erklären, war bis dahin einzigartig in der Oppidaforschung. Der ungewöhnlichen Arbeitsweise von Thomas dürfte seine berufliche Herkunft zugrunde gelegen haben, da er als Architekt darin geschult war, die Wirtschaftlichkeit von Bauprojekten zu prüfen.

In der Kriegs- und Zwischenkriegszeit des 20. Jhs. und insbesondere im Dritten Reich blieben die Oppidaforschung und das Interesse an „den Kelten“ am Diskursrand. Beide Themen waren in einer Zeit, in der in Deutschland die „Germanisierung“ der Geschichte vorangetrieben wurde, offensichtlich kaum von Belang.

Diejenigen Forschungsakteure, die sich dennoch den Themen Oppida und Kelten widmeten, stellten sich damit – ob bewusst oder unbewusst – gegen den vorherrschenden nationalsozialistisch geprägten Diskurs.

Zu jenen wenigen Akteuren, die die Oppidaforschung in Deutschland in dieser Phase am Leben hielten, zählte hauptsächlich Paul Reinecke. In seinen Arbeiten zur vorrömischen bzw. „spätkeltischen“ Eisengewinnung stand jedoch durchaus zeitgemäß das Thema ‚Fortschritt durch Technik‘ im Zentrum seiner Studien (z. B. Reinecke 1926 und 1934/35). Er vertrat dabei einen technikdeterministischen Ansatz, dem wiederum das „Kalkül der technischen Effizienzsteigerung“, d. h. das „Rationalitätsmuster des ‚one best way‘“ (Schulz-Schaeffer 2000, 22) zugrunde lag.

Ebenfalls in diese Forschungsphase gehört der später berühmt gewordene Aufsatz von Joachim Werner zum Städtewesen der Kelten von 1939. Zwar brachte Werner (1939) darin nichts Neues hervor, da er lediglich die Thesen von Déchelette ins Deutsche übersetzt hatte, aber wissenschaftsgeschichtlich ist genau diese Wiederholung von Aussagen überaus interessant. Denn durch diesen Aufsatz von Werner gingen die wirtschaftstheoretischen Grundannahmen Déchelettes in die deutsche Forschung ein und die These einer „*expansion commercialis*“ wurde durch die Praxis, die Aussagen Déchelettes zur Definitionsgrundlage eines Oppidum zu erklären, zu einer wissenschaftlichen Tatsache. Folgende Kriterien dienten seitdem zur archäologischen Identifikation eines Oppidum: handelsgünstige Lage, Zentrum der Verwaltung, des Kultes, des Handels, der Münzprägung und der gewerblichen Produktion sowie als Marktplatz und Schutzgebiet für die umliegende Bevölkerung.

In der zweiten Hälfte des 20. Jhs. erlebte die Oppidaforschung hauptsächlich in der BRD eine Konjunktur. Das zuvor lediglich am Diskursrand verhandelte Forschungsfeld Manching wurde nun zu einem Schwerpunktthema süddeutscher archäologischer Forschung mit einem Hoch in den 1960er bis 1990er Jahren. Die Analyse der Forschungsarbeiten hat dabei deutlich gezeigt, dass das Modell des *homo oeconomicus* als Leitkonzept für die kulturhistorische Deutung auch in dieser Forschungsphase diskursbestimmend blieb (vgl. Mölders 2013, 206-247). Unter der Prämisse, dass der Mensch grundsätzlich bestrebt sei, aus seinem Handeln ökonomische Vorteile zu ziehen, vertraten sowohl Werner Krämer (1957), Ferdinand Maier (1992) als auch später Susanne Sievers (z. B. 1992; 2002a; 2002b) die These, dass der im Vergleich zu anderen Siedlungen nachweisbare materielle Reichtum von Manching auf optimale wirtschaftliche Bedingungen zurückzuführen sei. Zu diesen optimalen Bedingungen haben insbesondere die verkehrsgünstige Lage und die Nähe zu Rohstoffvorkommen wie Eisenerz gehört. Manching prosperierte, so die Hauptaussage, weil seine Bewohner es verstanden, ihre Mittel gewinnbringend einzusetzen, indem sie mit dem Bau eines Hafens, den Import von

Rohstoffen und der Bereitstellung eines Marktplatzes für gute Handels- und Produktionsbedingungen sorgten. Dementsprechend wurde auch der Niedergang von Manching ab 80/70 v. Chr. – archäologisch gekennzeichnet durch weniger Importfunde und einen Anstieg von Altmetalldepots – und letztendlich das Ende der Siedlung um 50 v. Chr. als Resultat einer wirtschaftlichen Krise beschrieben. Die Argumentation hierfür lässt sich folgendermaßen zusammenfassen (vgl. Sievers 1999, 22; 2002a): Die historisch überlieferte Auseinandersetzung zwischen Germanen und Kelten um 80/70 v. Chr. habe bereits zu ersten Störungen im Südhandel geführt und Manching in seiner Position als Verteiler überregionaler Güter sowie als Importeur von Rohstoffen geschwächt. Dann seien letztendlich mit Ausbruch des Gallischen Krieges 58 v. Chr. die Handelsbeziehungen zwischen dem Süden und dem Norden ganz zum Erliegen gekommen und das Oppidum nicht nur wirtschaftlich untergegangen.

Diese Interpretation ist unter den genannten Prämissen stimmig und plausibel. Allerdings lässt sie kaum Spielraum für Diskurs abweichende Ergebnisse und Thesen. Der chronologische Ansatz von Sabine Rieckhoff beispielsweise⁸, demzufolge Manching bereits im 1. Viertel des 1. Jhs. v. Chr. verlassen worden sei, wird vielleicht auch deswegen stets an den Diskursrand gedrängt, weil dieser kaum zum wissenschaftlich vorherrschenden Bild von der spälatènezeitlichen Gesellschaft passt, das auf der Idee eines universalen, wirtschaftlich rationalem Handelns aufbaut. Denn ein Handelszentrum wie Manching in einer Zeit zu verlassen, in der die Wirtschaft florierte, müsste anders als mit dem Modell des *homo oeconomicus* erklärt werden.

Die politische Ökonomie der „Keltenstadt“ Manching

Im Gegensatz zu den Anfängen war die Hochphase der Oppidaforschung deutlich weniger vom Thema Wirtschaft geprägt. Krämer und Maier, die den Diskurs mit ihren Forschungen in Manching ab den 1950er bis in die 1980er Jahre hinein prägten, schrieben – von den oben genannten Ausnahmen abgesehen – hauptsächlich politische Geschichte. Unter Sievers allerdings, die die wissenschaftliche Leitung des Manchingprojekts 1996 übernommen hatte, wurde die Kategorie Wirtschaft erneut zu einem zentralen Forschungsthema. Sievers Position wird vor allem in ihren Texten Ende der 1990er Jahren über die Grabungen der Nordumgehung in Manching deutlich. Sie entwirft darin ein vierphasiges Entwicklungsmodell (Sievers, 1996, S. 325-333 und 1999), das folgendermaßen zusammengefasst werden kann: Die Besiedlung des Nordens habe in LT C2 mit der Errichtung eines kleinen landwirtschaftlich genutzten Gehöfts mit einem Wohn- und einem Wirtschaftsgebäude, einem Speicher sowie einem Brunnen eingesetzt. In der zweiten Phase, d. h. am Beginn von LT D seien weitere Wohn- und

Wirtschaftshäuser und vor allem zahlreiche Speicher errichtet worden. Dieser Ausbau habe mit einem Bevölkerungsanstieg und insbesondere mit einem Zuzug von Handwerkern in Verbindung gestanden, die die offene Siedlung zu einem Oppidum mit *murus gallicus* umbauten. Gleichzeitig sei es zu einem Anstieg des Versorgungsbedarfs und der landwirtschaftlichen Produktion gekommen. Sievers (1996, 326) nennt hier den Befund zahlreicher Speicherbauten als Argument. In der dritten Phase (LT D1a) habe ein Ausbau der handwerklichen Produktion (Eisen, Bronze, Keramik) im Norden von Manching stattgefunden. Darüber hinaus sei die Bebauung durch die Errichtung eines „große[n] Wohn-/Wirtschaftsgebäude[s]“ verdichtet worden (ebd. 329). Sievers (ebd.) deutet dieses Gebäude als „Zentralbau“. Spätestens ab diesem Zeitpunkt sei Manching eine „stadähnlich[e]“ Siedlung mit „sozial unterschiedlich gewichtete[n] Bereiche[n]“ gewesen (Sievers 1996, 331). In der letzten Phase (LT D1b) habe man bereits Gebäude verfallen lassen und nur noch wenige errichtet. Sievers (ebd.) beschreibt die jüngsten Gebäudestrukturen als „weniger geregelt und auch weniger zusammenhängend“. Sie spricht sich daraufhin für einen Rückgang der Bevölkerungszahl und eine „gewisse Dezentralisierung“ aufgrund von „politischen Umwälzungen [...] um die Mitte des 1. Jahrhunderts v. Chr.“ aus, die den Einbruch von Handelsbeziehungen mit dem Süden und Rohstoffknappheit zur Folge hatten (Sievers 1996, 333; Sievers 1999, 23).

Sievers spricht sich letztendlich also für ein Entwicklungsmodell aus, dem zufolge wirtschaftliche Veränderungen hauptsächlich auf Strukturveränderungen im politischen System zurückzuführen seien, sei es, dass sich eine politische Zentralmacht im Oppidum niederließ, die Handwerk und Handel steuerte, oder sei es, dass die Dezentralisierung Manchings im überregionalen Handelsnetz aufgrund politischer Umwälzungen zum Niedergang des Oppidum als Wirtschaftsmacht führte. Grundannahme dieses Modells ist, dass jede politisch-soziale Interaktion als funktionalistische Beziehung und als ökonomische Ressource zu rekonstruieren ist. Diese Prämisse von politischen Entscheidungsträgern, die im Interesse einer funktionierenden Wirtschaft bewusst entsprechende Rahmenbedingungen schaffen (müssen), liegt auch dem ordo-liberalen Wirtschaftskonzept zugrunde, das lange die realwirtschaftliche Ordnung der BRD bestimmte (siehe Lachmann, 2004, S. 29-30) und wohl unbewusst auch von Sievers rezipiert wurde.

Der Diskurs der archäologischen Oppidaforschung: Praktiken der Wissensproduktion und epistemologische Grundlagen

Mit den genannten Beispielen ist die Diskursgeschichte der Oppidaforschung nicht abgeschlossen. Die

Forschung der ehemaligen Ostblockstaaten und damit ein ganzer Diskursstrang blieben unberücksichtigt, ebenso die Arbeiten, die nach 2000 entstanden sind. Für den ins Blickfeld genommenen Untersuchungsraum lassen sich unabhängig von möglichen Erweiterungen bereits jetzt folgende Ergebnisse formulieren: Die Aussagen zum Thema Wirtschaft sind vor allem durch Kontinuität und Tradition und weniger durch Dynamik und Differenz gekennzeichnet. Das Modell des überzeitlichen *homo oeconomicus* ist das mit Abstand am häufigsten implizierte wirtschaftstheoretische Konzept. Folgt man der Unterscheidung zwischen formalistischen und substantivistischen Ansätzen wie es in der Ethnologie üblich ist, so wären die meisten Arbeiten als formalistisch anzusprechen⁹. Nur Bulliot reflektierte in seinen frühen Aussagen den Lehrsatz vom ahistorisch rational handelnden Menschen noch nicht. Da das Modell des *homo oeconomicus* aber erst in den letzten beiden Jahrzehnten des 19. Jhs. Teil des Allgemeinwissens geworden ist, überrascht diese Feststellung nicht weiter. Bulliots Aussagen über historische Wirtschaftssubjekte, die in Abhängigkeit zum jeweils gesellschaftlichen Entwicklungsstand agierten, waren insofern wiederum zeitgemäß, weil sich hierin das ökonomische Leitbild der klassischen politischen Ökonomie widerspiegelt, das im 19. Jh. von Adam Smith geprägt worden war. Dabei hätte bereits Bulliot auf alternative Wirtschaftstheorien wie die marxistische zurückgreifen können. Dass weder Bulliot noch andere Akteure der Oppidaforschung dies jemals taten, ist erklärungsbedürftig, da sowohl aus der Wirtschaftswissenschaft, der Wirtschafts- und Sozialgeschichte als auch aus angrenzenden Wissenschaften wie der Ethnologie und der Alten Geschichte zahlreiche Wirtschaftstheorien und deren modellhafte Anwendung hervorgebracht worden sind¹⁰. Ebenso zu erklären ist, dass gegenüber den neueren Forschungen des 20. Jhs. die frühe Forschergeneration deutlich häufiger Wirtschaft zum Thema archäologischer Narration machte. Für eine Antwort hierauf lohnt sich ein Blick in die Entwicklung des Fachdiskurses unter Berücksichtigung der Akteure und der epistemologischen Grundlagen.

Die Pionierzeit der Oppidaforschung in der zweiten Hälfte des 19. Jhs. war von Akteuren verschiedener Bildungsschichten geprägt, die sich in Vereinen zusammenzuschlossen, um gemeinsam zu singen, Sport zu treiben oder eben auszugraben. Archäologie wurde als Hobby betrieben von Personen, die eigentlich Händler, Fabrikanten, Ingenieure, Forstarbeiter, Lehrer, Militärs etc. waren. Keiner dieser Akteure war in erkenntnistheoretischer Reflexion geschult, so dass die Themen und Inhalte der frühen Forschungen im Wesentlichen vom beruflichen Erfahrungswissen der Autodidakten abhingen. Es verwundert daher nicht, dass Bulliot, der als Weinhändler in der Realwirtschaft tätig war, dem Thema Wirtschaft viel Raum in seinen Arbeiten einräumte.

Als das Fach jedoch am Beginn des 20. Jhs. professionalisiert wurde und sich in der Hochschullandschaft etabliert hatte, wurde die Wahl eines Forschungsthemas

vornehmlich von einer bewusst kalkulierten Karriereplanung bestimmt. Für die deutsche Oppidaforschung hatte diese Entwicklung schwerwiegende Folgen. Denn kaum dass sie entstanden war, wurde sie als Keltenforschung auch schon wieder vom übermächtigen Germanendiskurs an den Diskursrand gedrängt. Und auch das Thema Wirtschaft wurde zu Gunsten des Themas ‚Ethnische Deutung‘ vernachlässigt.

Nach dem Zweiten Weltkrieg, in einer Zeit also, als die BRD-Forschung die nationalsozialistisch negativ besetzte Germanentümelei gegen eine weniger belastete Keltenforschung ersetzte, erlebte die Oppidaforschung ihre Hochphase in der deutschsprachigen Archäologie. Die Gruppe der Experten wuchs um mehr als das Dreifache an und das Forschungsfeld Oppidum wurde erstmals zu einem Garant für eine wissenschaftliche Karriere. Gleichzeitig ist der Anstieg der Oppidaexperten in der BRD-Forschung auch Ausdruck einer für Wissenschaft und Forschung positiven gesellschaftspolitischen Entwicklung, die mit einem Ausbau der Institutionen und einem allgemeinen Anstieg der Studierenden einherging. Überraschend ist dagegen, dass die Freiheit von Forschung und Lehre nicht zu einer größeren Vielfalt kultur- und wirtschaftshistorischer Aussagen führte. Dieses Ergebnis ist meines Erachtens Ausdruck eines positivistischen Erkenntnisansatzes, der im 19. Jh. herausgebildet und in der zweiten Hälfte des 20. Jhs. zum vorherrschenden Paradigma der süddeutschen Oppidaforschung geworden ist. Dieser Forschungsansatz zeichnet sich durch einen induktiven Zugriff auf das Quellenmaterial und die Ansammlung empirischer Daten aus. Heuristische Mittel erster Wahl sind Typologie und Klassifikation, verbunden mit der Hoffnung, dass die so erstellte Reihenfolge Aussagen von kulturhistorischer Bedeutung erlaubt.

Vorrangiges Ausdrucksmittel dieser formalistischen und standardisierten Quellenbearbeitung ist der Katalog, in dem archäologische Quellen einer Fundstelle, einer Zeitstufe oder einer Objektgattung möglichst vollständig erfasst, nach Typen geordnet, beschrieben und abgebildet werden. Diese Entwicklung führte zu einer enormen Spezialisierung der Forschungsakteure (z. B. Spezialisten für bestimmte Keramikgruppen oder Spezialisten für eiserne Werkzeuge). Mit zunehmender Größe archäologischer Archive und bei gleichzeitiger Vernachlässigung erkenntnistheoretischer Reflexion und expliziter Modellbildung verschwanden aber auch kulturhistorische Themen aus dem Diskurs. Der unreflektierte positivistische Ansatz bewirkte zwar weiterhin eine implizite Übertragung wirtschaftstheoretischen Alltagswissens auf die Prähistorie, generell sank mit steigendem Bedürfnis nach typo-chronologischer Ordnung archäologischer Quellen der wirtschaftshistorische Gehalt in der Oppidaforschung.

Allgemein lässt sich also festhalten, dass die extreme Spezialisierung der Akteure und der wachsende Glaube an das Primat empirischer Daten zur Vernachlässigung wirtschaftstheoretischer Reflexion führte, die

wiederum ein vielfältiges und vielgestaltiges Ensemble an wirtschaftshistorischen Aussagen gewährleistet hätten. Zweifellos ist die Erhebung von quantitativen und naturwissenschaftlichen Daten für die Beschreibung von Produktionsabläufen und die Benennung von Tauschwaren von Bedeutung. Aus den formalen Daten lassen sich allerdings nicht ohne weiteres Zusammenhänge zwischen gegebenen Ressourcen, ihrer Nutzung und den Entscheidungen für oder gegen ein bestimmtes wirtschaftliches Verhalten in der Prähistorie erschließen. Hierfür bedarf es einer soliden wirtschaftstheoretischen Grundlage und eines reflektierten Umgangs mit entsprechenden Kategorien damit in einer zukünftigen Wirtschaftsarchäologie die Aussagen zum Thema Wirtschaft nicht länger von einem unbestimmten „Draußen“ hereingeschneit kommen wie Marx (1933, 493) es formuliert hätte.

Anmerkungen

- Die deutschsprachige Ur- und Frühgeschichtliche Archäologie ist gut beraten, wenn sie sich theoretisch und interdisziplinär mit dem Thema Wirtschaft auseinandersetzt. Die gelungene Bochumer Tagung und der daraus entstandene Sammelband ist m. E. als ein Einstieg in einen neuen Abschnitt archäologischer Wirtschaftsgeschichte zu verstehen, der hoffentlich nicht so schnell versiegen wird. Für die Einladung zur Tagungsteilnahme und die Möglichkeit der Publikation des Vortrages möchte ich mich an dieser Stelle herzlich bei den Organisatoren der Tagung, insbesondere bei Arne Windler bedanken.
- Der Text basiert auf Ergebnissen meiner Dissertation an der Universität Leipzig (Mölders 2014).
- Zur Geschichte der Oppidaforschung siehe auch die Beiträge in: Rieckhoff, 2006 mit weiterführender Literatur.
- Einführend zur Diskurstheorie und zur Diskursanalyse u. a.: Dias-Bone, 2003, 2005; 2010; Jäger, 2004; Keller, 2007; 2008; Landwehr, 2001; 2008; Sarasin, 2003; 2006.
- Da diese Methode hier nicht grundlegend erläutert werden kann, sei auf folgende grundlegende Literatur hingewiesen: Glaser, 2007a; 2007b; Strauss, 1998; Strauss und Corbin 1996; Strübing 2007; 2008.
- Ein Großteil der Arbeiten von Bulliot, wobei es sich hauptsächlich um Grabungsberichte handelt, wurde unverändert 1899 in einem Band zusammengefasst erneut publiziert (Bulliot, 1899).
- Veröffentlicht wurde dieser Text, den Bulliot zusammen mit Jean Roidot-Déleage geschrieben hatte, erst 1879 (Bulliot und Roidot, 1879).
- Im Laufe des 20. Jahrhunderts hat sich das Thema „Ende von Manching“ unter der Beteiligung zahlreicher Akteure zu einem Spezialdiskurs innerhalb der Oppidaforschung herausgebildet. Bis in die 1970er Jahre wurde dabei die von Krämer (v. a. 1962) favorisierte These vertreten, dass Manching zum Zeitpunkt der römischen Okkupation des Vorpalpenlandes im Jahr 15 v. Chr. aufgegeben worden sei. Zwar hatte sich bereits in den 1960er Jahren mit einer Kritik von Rainer Christlein (1964, S. 241) an Krämers schriftquellen-gestützter Argumentation ein Gegendiskurs um die Aussage eines Endes von Manching zur Mitte des 1. Jhs. v. Chr. herausgebildet, allerdings verdichtete sich dieser erst mit der Aufarbeitung der „Grob- und Importkeramik von Manching“ durch W.E. Stöckli (1979, S. 196), bis er in den 1980er Jahren letztendlich zum noch immer gültigen Hauptdiskursstrang wurde (z. B. Fischer, 1988; Gebhard, 1991; Sievers, 2004). Ein weiterer Diskursstrang entwickelte sich in den 1990er Jahren um die Aussage, dass Manching bereits 80/70 v. Chr. verlassen worden sei und wurde vor allem von Sabine Rieck-

hoff vertreten (z. B. 1995; 2007; 2008).

- In der Alten Geschichte setzte sich in der Debatte um den Charakter der antiken Wirtschaft die Unterscheidung modernistisch vs. primitivistisch durch (hierzu u. a.: Schneider, 1990; Wagner-Hasel, 2011). In jüngster Zeit ging man allerdings auch hier mehr und mehr dazu über, von substantivistischen und primitivistischen Lehrmeinungen zu sprechen (s. Ruffing, 2012, 12).
- Gute Einführungen in die Geschichte der Wirtschaftstheorien und deren Anwendung in verschiedenen Wissenschaften bieten mit weiterführender Literatur unter anderem: Biervert und Held, 1987, Pribram, 1998; Priddat, 2002, Berghoff und Vogel, 2004, Ziegler, 2008, Otremba, 2009, Schefold, 2009 für die Wirtschaftswissenschaft und Wirtschaftsgeschichte; Rösler, 2005, Seiser und Mader, 2005 für die Ethnologie - Schneider, 1990, Wagner-Hasel, 2011, Ruoff, 2012 für die Alte Geschichte.

Literatur

- Berghoff, H. und Vogel, J., Hrsg. 2004. *Wirtschaftsgeschichte als Kulturgeschichte. Dimensionen eines Perspektivenwechsels*. Frankfurt a. M.: Campus Verlag.
- Biervert, B. und Held, M., Hrsg., 1987. *Ökonomische Theorie und Ethik*. Frankfurt a.M./New York: Campus Verlag.
- Bulliot, J.G., 1899. *Fouilles du Mont-Beuvray (ancienne Bibracte) de 1867 à 1895*, Tome I&II. Autun: Imprimerie et Librairie Dejussieu.
- Bulliot, J.G. und Roidot J., 1879. *La Cité Gauloise*, Autun.
- Déchelette, J., 1901. Le Hradischt de Stradonic en Bohème et les fouilles de Bibracte. Société française d'archéologie, Hrsg. 1901. *Congrès archéologique de France*. LXVIe session. Séances générales tenues à Mâcon en 1899. Paris: A. Picard, Caen, H. Delesques, S. 119-183.
- Déchelette, J., 1914. *Manuel d'archéologie préhistorique, celtique et gallo-romain*. II-3: deuxième âge du fer ou époque de La Tène, Paris: A. et J. Picard.
- Dias-Bone, R., 2003. Entwicklungen im Feld der foucaultschen Diskursanalyse. *Historia et Social Research* 28/4, S. 60-102.
- Dias-Bone, R., 2005. Zur Methodologisierung der Foucaultschen Diskursanalyse [48 Absätze]. *Forum Qualitative Sozforch./ Forum Qualitative Soc. Research*, 7/1, Art. 6. [online]. <<http://nbnresolving.de/urn:nbn:de:0114-fqs060168>> (13.11.2011).
- Dias-Bone, R., 2010. *Kulturwelt, Diskurs und Lebensstil. Eine diskurstheoretische Erweiterung der Bourdieuschen Distinktionstheorie*. 2. Aufl. Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.
- Davidovic, A., 2009. *Praktiken archäologischer Wissensproduktion. Eine kulturanthropologische Wissenschaftsforschung*. Altertumskunde des Vorderen Orients 13. Münster: Ugarit.
- Fischer, F., 1988. Südwestdeutschland im letzten Jahrhundert vor Christi Geburt. Anmerkungen zum Forschungsstand der Spätlatènezeit. In: D. Planck, Hrsg. 1988. *Archäologie in Württemberg*. Stuttgart: Theiss, S. 235-250.
- Gebhard, R., 1991. *Die Fibeln aus dem Oppidum von Manching*. Ausgrabungen in Manching 14. Wiesbaden: Franz Steiner.
- Christlein, R., 1964. Datierungsfragen der spätestlatènezeitlichen Brandgräber Südbayerns. *Bayerische Vorgeschichtsblätter* 29, S. 241-249.
- Glaser, B., 2007a. Constructivist Grounded Theory. In: G. Mey, K. Mruck, Hrsg. 2007. *Grounded Theory Reader*. Historische Sozialforschung / Historical Social Research, Suppl. 19. Köln: Zentrum für Historische Sozialforschung, S. 93-105.
- Glaser, B., 2007b. Naturalist Inquiry and Grounded Theory. *Historische Sozialforschung / Historical Social Research*, Suppl.

- pl. 19. Köln: Zentrum für Historische Sozialforschung, S. 14-132.
- Grunwald, S., 2011. *Die archäologische Burgwallforschung in Sachsen (1900-1961). Ein Beitrag zur Wissenschaftsgeschichte der Archäologie*. Diss. Universität Leipzig.
- Jäger, S., 2004. *Kritische Diskursanalyse. Eine Einführung*. 4. Aufl. Münster: Unrast.
- Keller, R., 2007. *Diskursforschung. Eine Einführung für SozialwissenschaftlerInnen*. Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.
- Keller, R., 2008. *Wissenssoziologische Diskursanalyse. Grundlegung eines Forschungsprogramms*. 2. Aufl. Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.
- Koselleck, R., 2010. Standortbestimmung und Zeitlichkeit. Ein Beitrag zur historiographischen Erschließung der geschichtlichen Welt. In: R. Koselleck, W.J. Mommsen, J. Rüsen, Hrsg. 2010. *Objektivität und Parteilichkeit in der Geschichtswissenschaft*. München: Deutscher Taschenbuch Verlag, S. 17-46.
- Kossinna, G., 1911. *Die Herkunft der Germanen. Zur Methode der Siedlungsarchäologie*. Würzburg: C. Kabitzsch.
- Krämer, W., 1962. Manching II. Zu den Ausgrabungen 1957 bis 1961. *Germania* 40, S. 293-316.
- Lachmann, W., 2004. *Volkswirtschaftslehre 2*, Berlin/Heidelberg/ New York: Springer.
- Landwehr, A., 2001. *Geschichte des Sagbaren. Einführung in die historische Diskursanalyse*. Tübingen: edition discord 2001.
- Landwehr, A., 2008. *Historische Diskursanalyse. Historische Einführungen* 4. Frankfurt a. M.: Campus-Verlag.
- Maier, F., 1992. Nachwort. In: F. Maier, U. Geilenbrügge, E. Hahn, H.-J. Köhler, S. Sievers, 1992. *Ergebnisse der Ausgrabungen 1984-1987 in Manching*. Ausgrabungen in Manching 15. Wiesbaden: Franz Steiner Verlag.
- Marx, K., 1933. *Die deutsche Ideologie. II. Band: Kritik des deutschen Sozialismus in seinen verschiedenen Propheten*. [online]. <<http://www.zeno.org/nid/20009216111>> [13.11.2013].
- Mölders, D., 2014. *Produktion-Distribution-Konsumtion. Die Ökonomie des 2. und 1. Jahrhunderts v. Chr. in Mitteleuropa unter Berücksichtigung formalistischer, substantivistischer und neomarxistischer Ökonomiemodelle*. Phil.Diss. Universität Leipzig.
- Otremba, S., 2009. *Das Menschenbild in der Ökonomie. Reflexionen über eine moderne Wirtschaftsethik und deren Chancen in der realwirtschaftlichen Praxis*. Freiburg: Centaurus Verlag & Media KG.
- Pies, I., 2008. *Theoretische Grundlagen demokratischer Wirtschafts- und Gesellschaftspolitik – Der Ansatz von Douglas North*. Diskussionspapier des Lehrstuhls für Wirtschaftsethik an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg 2008/8, Halle.
- Pribram, K., 1998. *Geschichte des ökonomischen Denkens*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Priddat, B.P., 2002. *Theoriegeschichte der Ökonomie. Neue ökonomische Bibliothek*. München: UTB.
- Reinecke, P., 1902. Zur Kenntnis der La Tène-Denkmal der Zone nordwärts der Alpen. In: *Festschrift zur Feier des Fünfzigjährigen Bestehens des Römisch-Germanischen Centralmuseums zu Mainz*. Mainz, S. 53-109.
- Reinecke, P., 1926. Die vorrömische Eisengewinnung im rechtsrheinischen Bayern. *Bayerische Vorgeschichtsfreund* 6, 45-57.
- Reinecke, P., 1934/35. Bodendenkmale spätkeltischer Eisengewinnung an der untersten Altmühl. *Berichte RGK* 24/25, S. 128-228.
- Rieckhoff, S., 1995. *Süddeutschland im Spannungsfeld von Kelten, Germanen und Römern. Studien zur Chronologie der Spätlatènezeit im südlichen Mitteleuropa*. Trierer Zeitschrift, Beih. 19. Trier: Selbstverlag des Rheinisches Landesmuseum.
- Rieckhoff, S., 2007. Wo sind sie geblieben? Zur archäologischen Evidenz der Kelten in Süddeutschland im 1. Jahrhundert v. Chr. H. Birkhan, Hrsg. 2007. *Kelten-Einfälle an der Donau*. Akten des vierten Symposiums deutschsprachiger Keltologinnen und Keltologen. Philologische, historische, archäologische Evidenzen. Konrad Spindler (1939-2005) zum Gedenken; (Linz/Donau, 17.-21. Juli 2005). Wien: Österreichische Akademie der Wissenschaften, S. 409-440.
- Rieckhoff, S., 2008. Geschichte der Chronologie der Späten Eisenzeit in Mitteleuropa und das Paradigma der Kontinuität. *Leipziger Online Beiträge zur Ur- und Frühgeschichtlichen Archäologie* 30, S. 1-11.
- Rieckhoff, S. Hrsg., 2006. *Celtes et Gaulois, l'Archéologie face à l'Histoire. Celtes et Gaulois dans l'Histoire, l'historiographie et l'idéologie moderne*. Actes de la table ronde de Leipzig, 16-17 juin 2005. Glux-en-Glenne: Bibracte, Centre archéologique européen.
- Rieckhoff, S. und Fichtl, S., 2011. *Keltenstädte aus der Luft*. Stuttgart: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Rössler, M., 2005. *Wirtschaftsethnologie: Eine Einführung*. 2. Aufl., Berlin: Reimer.
- Ruffing, K., 2012. *Wirtschaft in der griechisch-römischen Antike*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Sarasin, P., 2003. *Geschichtswissenschaft und Diskursanalyse*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Sarasin, P., 2006. Diskurstheorie und Geschichtswissenschaft. In: R. Keller, A. Hirsland, W. Schneider, W. Viehöver, Hrsg. 2006. *Handbuch Sozialwissenschaftlicher Diskursanalyse 1: Theorien und Methoden 2*. Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften, S. 55-82.
- Schefold, B., 2009. Geschichte der Wirtschaftstheorie und Wirtschaftsgeschichte: Einleitung. *Jahrbuch für Wirtschaftsgeschichte*, 2009(1), S. 9-25.
- Schneider, H., 1990. Die Bücher-Meyer Kontroverse. In: William M. Calder III, Alexander Demandt, Hrsg. 1990. *Eduard Meyer: Leben und Leistung eines Universalhistorikers*. Leiden: Brill, S. 417-445.
- Schulz-Schaeffer, I., 2000. *Sozialtheorie der Technik*. Frankfurt a. M.: Campus-Verlag.
- Seiser, G. und Mader, E. 2005. *Theoretische Grundlagen der Ökonomischen Anthropologie*. Universität Wien: Online Lehrbuch zur ökonomischen Anthropologie. [online]. <<http://www.univie.ac.at/ksa/elearning/cp/oeku/theogrunderlagen/theogrunderlage-titel.html>> [21.03.2017].
- Sievers, S., 1992. Bemerkungen zu wirtschaftlichen und sozialen Fragen. In: F. Maier, U. Geilenbrügge, E. Hahn, H.-J. Köhler, S. Sievers, 1992. *Ergebnisse der Ausgrabungen 1984-1987 in Manching*. Ausgrabungen in Manching 15. Wiesbaden: Franz Steiner Verlag, 208-211.
- Sievers, S., 1996. Manching im Lichte neuerer Grabungsergebnisse. In: E. Jerem, A. Krenn-Leeb, J.-W. Neugebauer, O. H. Urban, Hrsg. 1996. *Die Kelten in den Alpen und an der Donau*. Akten des Internationalen Symposiums St. Pölten, 14.-18. Oktober 1992. Budapest/Wien: Archaeolingua, S. 321-334.
- Sievers, S., 1999. Vortrag zur Jahressitzung 1999 der Römisch-Germanischen Kommission. Manching – Aufstieg und Niedergang einer Keltentstadt. *Berichte RGK* 80, 1999 (2001), S. 5-24.

- Sievers, S., 2002a. Manching als Wirtschaftsraum. In: C. Dobiati, S. Sievers, Th. Stöllner, Hrsg. 2002. *Dürrnberg und Manching: Wirtschaftsarchäologie im ostkeltischen Raum*. Akten des internationalen Kolloquiums in Hallein/Bad Dürrnberg vom 7. bis 11. Oktober 1998. Kolloquium zur Ur- und Frühgeschichte 7. Bonn: Habelt, S. 163-172.
- Sievers, S., 2002b. Wirtschaftliche Strukturen anhand des Fundstoffes von Manching In: C. Dobiati, S. Sievers, Th. Stöllner, Hrsg. 2002 *Dürrnberg und Manching: Wirtschaftsarchäologie im ostkeltischen Raum*. Akten des internationalen Kolloquiums in Hallein/Bad Dürrnberg vom 7. bis 11. Oktober 1998. Kolloquium zur Ur- und Frühgeschichte 7. Bonn: Dr. Rudolf Habelt, S. 173-182.
- Sievers, S., 2004. Das „Ende“ von Manching – eine Bestandsaufnahme. In: C.-M. Hüssen, W. Irlinger, W. Zanier, Hrsg. 2004. *Spätlatènezeit und frühe römische Kaiserzeit zwischen Alpenrand und Donau*. Akten des Kolloquiums in Ingolstadt am 11. und 12. Oktober 2001. Kolloquium zur Ur- und Frühgeschichte 8. Bonn: Habelt, S. 67-71.
- Stöckli, W.E., 1979. *Die Grob- und Importkeramik von Manching*. Ausgrabungen in Manching 15. Wiesbaden: Franz Steiner Verlag.
- Strauss, A., 1998. *Grundlagen qualitativer Sozialforschung. Datenanalyse und Theoriebildung in der empirischen soziologischen Forschung*. 2. Aufl. München: Fink.
- Strauss, A. und Corbin, J., 1996. *Grounded Theory: Grundlagen qualitativer Sozialforschung*. Weinheim: Beltz, Psychologie-Verlag-Union.
- Strübing, J., 2007. Glaser vs. Strauss? Zur methodologischen und methodischen Substanz einer Unterscheidung zweier Varianten von Grounded Theory. In: G. Mey, K. Mruck, eds. 2007. *Grounded Theory Reader. Historische Sozialforschung / Historical Social Research*, Suppl. 19. Köln: Zentrum für Historische Sozialforschung, S. 157-173.
- Strübing, J., 2008. *Grounded Theory. Zur sozialtheoretischen und epistemologischen Fundierung des Verfahrens der empirisch begründeten Theoriebildung*. 2. Aufl. Wiesbaden: Springer.
- Thomas, C.L., 1906. Vergleichende Betrachtungen über die Berührungspunkte südwestdeutscher Ringwälle mit Bibracte und Alesia. *Korrespondenzblatt des Gesamtvereins des Deutschen Geschichts und Altertumsvereins*, S. 71-78.
- Thomas, C.L., 1907. Über die einstige Bestimmung der Ringwälle Süddeutschlands. *Mitteilungen des Vereins für Nassauische Altertumskunde* 2, S. 104-116.
- Veit, U., 2010. Wie schreibt man heute eine Geschichte der Archäologie? Einige Denkanstöße. *Archäologisches Nachrichtenblatt* 15/3, S. 345-352.
- Wagenknecht, A., 2011. *Das Automobil als konstruktive Metapher. Eine Diskursanalyse zur Rolle des Autos in der Filmtheorie*. Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.
- Wagner-Hasel, B., 2011. *Die Arbeit des Gelehrten. Der Nationalökonom Karl Bücher (1847-1930)*. Frankfurt a. M./New York: Campus-Verlag.
- Werner, J., 1939. Die Bedeutung des Städtewesens für die Kulturentwicklung des frühen Keltentums. *Die Welt als Geschichte* 5, S. 380-390.
- Ziegler, B., 2008. *Geschichte des ökonomischen Denkens. Paradigmenwechsel in der Volkswirtschaftslehre*. 2. Aufl. München: Oldenbourg.

Carlos Martín Hernández

Metal trade of the Phoenicians in Huelva

ABSTRACT: *This paper, first outlined in the Final Conference of the Leibniz Graduate School RITaK, studies the structures of copper and silver production around the waterways of the Odiel and Tinto rivers in the last phase of the Final Bronze Age /Early Iron Age (late 10th – mid-8th century BC). The evidence suggests that these metals, along with tin, bronze and lead, formed a major focus of Phoenician trade in the port of Huelva during this period.*

KEYWORDS: MINING-METALLURGICAL EXPLOITATION, COAST-HINTERLAND CONNECTIONS, METAL TRADING, PHOENICIANS

Introduction and approach

From its beginning, the port of Huelva was an important centre for Phoenician trans-Mediterranean expansion, with access to copper and argentiferous ores from the surrounding hinterland as well as other locally manufactured metals such as bronze (copper-tin). The Final Bronze Age shows an increased extraction of copper in the northern mining area for bronze production and accordingly a growing need for tin. The demand for tin was fulfilled by the Phoenicians, who had transported it safely from other regions of the northwestern Iberian Peninsula as early as the 10th century BC. The same period also provides evidence for an exponential growth in silver exploitation in the mines of the Sierra Morena, especially at Riotinto, the production of which required lead. It was sometimes necessary to import this from other regions, and it is generally assumed that the Phoenicians participated in its procurement.

The mining-metallurgical exploitation of copper and silver

During the Final Bronze Age copper mining expanded throughout the Andévalo area and northeast of the zone of El Condado. Mining operations were executed to extract minerals like malachite and azurite, the outcrops of which usually occur above copper sulfate with surface copper carbonates (Pérez, 2008). These minerals develop in the process of oxidation and under the weathering phenomena of sulphide ores in later phases – $\text{Cu}_2\text{S} \rightarrow \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{CuCO}_3$ –, and especially when the action of groundwater is related (Tylecote, 1962, p.22). Mining activities in this period were executed in two main areas, that is, either

lode structures or the surface of the polymetallic massive sulphide deposits. While lodes usually occur on the surface in oxidized outcrops where copper minerals are associated with quartz veins embedded in slates, the mineralizations of exogenous copper present in the large sulphide masses are precipitated in the form of carbonates in contact with the slates (Hunt, 1992, p.85; Pérez and Rivera, 2012, pp.493-494). In the vicinity of these mineral occurrences, surveys confirm the presence of numerous grooved stone hammers which were used systematically during this period to extract copper by trenches (Pérez, 2013, p. 458) or through well systems (Hunt, 1992, p.85; Hunt, 2003, p.86 fig. 47).

During the transition from the Final Bronze Age to the Orientalizing period, which coincides with the strengthening of Phoenician presence in the southwest, there was a productive reorientation of mining operations. Exploitations were concentrated in the large massive sulphide deposits in order to obtain silver, as in the case of Riotinto which was the main source of the extraction of argentiferous ores during this phase. The Riotinto area is dominated by iron oxide and hydroxide on the surface, i.e. the gossan that develops from the erosion and oxidation of primary sulphides (Velasco, et al., 2013, p.181). Under this iron cap, the action of water and a natural leaching process generated new formations: ores enriched with silver and to a lesser degree, gold. Silver appears in these levels in the form of sulfosalts – antimonides and arsenides – which accumulate forming jarositic ores during the oxidation process: jarosite, argentojarosite and plumbo-jarosite. The silver-bearing jarosites were generally extracted using grooved stone hammers on the earth's surface; another means of accessing the argentiferous jarosites was by the sides of the ores on the slope. This has been documented at Riotinto, whose formations

occurred 50-70 m below the topographic surface (Pérez and Delgado, 2007, p.290).

It has been suggested that the Riotinto deposits, whose jarositic layer could contain up to 3110 ppm Ag, were deficient in lead (Dutrizac et al., 1983, pp.79-80). Therefore, lead must have been brought into this region and/or imported from other places in order to smelt it together with the jarosite: the former acted as a collector to cupel the silver (Craddock, 1995, p.217). This conclusion was recently verified by a chemical and isotopic analysis of the remains of silver-bearing slags from the stratigraphic section RT-25 of Corta Lago. Evidence at Corta Lago may suggest that in the absence of plumbo-jarosite in the ore, extra lead was added during the smelting process from the Final Bronze Age to at least the 2nd century AD (Anguilano et al., 2011, pp.274-275). This would also explain the discovery of Roman lead ingots stamped with *Nova Carthago* that originated in Cartagena (Domergue, 1987, p.241). However, evidence for litharge in the stratigraphic section RT-26A corresponding to the Orientalizing Final Bronze Age, whose isotopic signature is consistent with the Iberian Pyrite Belt, appears to demonstrate a local presence of lead and also use of nearby available resources (Craddock et al., 1985, p.209; Stos-Gale, 2001, p.57).

Micro-regional study of productive organisation and distribution

At the beginning of the 1st millennium BC, settlement patterns were forged in response to economic needs. Sites were chosen based on mining-metallurgical and farming possibilities (see Fig. 1); they were often situated along riverbanks to facilitate distribution and trading (Ruiz Mata, 1990, p.394). Most of copper extraction sites and silver production centres were located in the basins of the rivers Tinto and Odiel, the riverbeds of which were navigable at that time and less silted than they are today; the Tinto led to Niebla and the Odiel to Gibraleón (Campos et al., 1990, p.90). The interior land routes lay along both rivers, and the disposition of these roads closely coincides with the routes known later in the Roman era (Ruiz Acevedo, 1999). Such land routes were important communication means by which raw materials were brought to the polynuclear settlement of Huelva which itself was the site of skilled artisanal workshops and the metallurgical productions of which were involved in Phoenician trade.

Therefore, prior to the arrival of the Phoenicians, there is strong evidence for population establishment in the southwest from the Final Bronze Age which maximized the mining-metallurgical resources that were available (Gómez, 2006, p.27 fig. 1 and pp.38-40). Copper production was largely carried out in mining-metallurgical seasonal camps. Superficial works in form of trenches have been identified at these sites, with ceramics dating to the Final Bronze Age and copper slags, suggesting that

copper ores received an initial treatment at the pithead. There is also a large number of extraction sites where grooved stone hammers were found; these are chronologically assigned to the Final Bronze Age, because of the absence of ceramics of Phoenician typology. Thus, the evidence suggests an intensification of copper production, primarily for local or domestic supply (Pérez, 1996, p.167), although some of the goods were probably produced for outside markets and taken to the port of Huelva. At Huelva in the lower zone between Plaza de las Monjas 12 and Calle Méndez Núñez 7-13, copper sulfide ores, crucibles and copper smelting slags have been documented (González de Canales et al., 2004, pp.145-154).

In the same period, the extraction of argentiferous ores was concentrated mainly on the massive sulphide masses at Riotinto, where the mining population smelted silver-bearing jarosites *in situ*, as evidenced in the stratigraphic sections RT-26A and RT-25 of Corta Lago (Rothenberg et al., 1989, p. 62; Pérez, 1996, pp.79-97). The presence of litharge at the beginning of the stratum in RT-26A (Pérez Macias, 1999, p.78), a sub-product resulting from the cupellation (Hunt, 2003, p.369), highlights the existence of a entire mining-metallurgical process of silver recovery which was destined directly for trade and distribution. From Riotinto must have also left untreated argentiferous jarosites as raw material toward the settlements located in the lowlands and port area of Huelva, considering the amount of free silica slags, associated with ceramics from Final Bronze Age, found around the municipalities of Bonares and Lucena del Puerto (Fig. 1). The walled *oppidum* of Niebla must have played a key role as an inner harbour for transporting argentiferous productions from Riotinto to the coast, and as a redistribution centre supplying the jarosite ores smelted in satellite settlements and/or workshops and other places connected to Huelva, such as Los Bojeos, strategically situated on the bank of the Tinto river (Pérez, 2007, pp.253-254).

Finally, the suggestion that jarositic minerals smelted in the Huelva port area were extracted mainly in Riotinto is made because of the presence of archaeometallurgical evidence in datable contexts of the Orientalizing Final Bronze Age in the periphery, the hillocks and the low-lying zones of the city (Fig. 1). In the periphery of Huelva free silica slags and remains of ashes were identified, which might correspond to melting furnaces at the site of Pozancón (Pérez, 1996, pp.129-130; Gómez, 1997, pp.213-214; Gómez, 2002, p.21); besides, uncovered in the settlement of Vista Alegre were free silica slags, pottery with scorification adhered inside and colanders, which reveal the existence of silver production areas at the household level (De Haro et al., 2009, p. 1788; Gómez et al., 2013). With respect to the hillocks of Huelva, free silica slags were documented in the levels 5a and 5b of the San Pedro Hill (Blazquez et al., 1989, pp.16-17) and the sublayer 3b of the section on the western slope of La Esperanza Hill (Fernández, 1990, p. 106). At the foot of La Esperanza, in two zones located on the corner of Fernando el Católico/San Salvador and San Salvador 2,

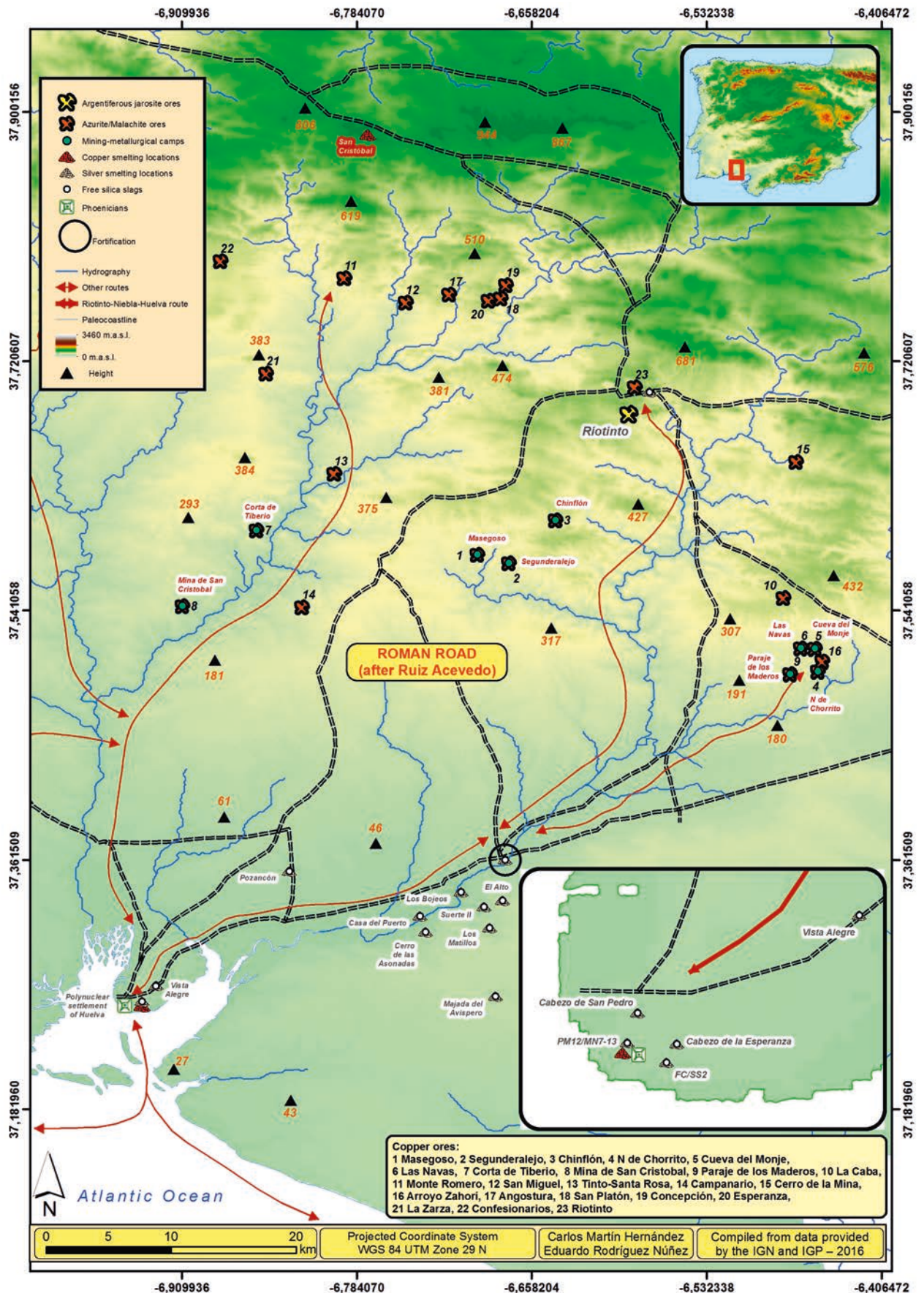


Fig. 1. Metallurgical production and distribution in the hinterland of the Tartessian southwest between late 10th - mid-8th century BC (graphic: Carlos Martín Hernández and Eduardo Rodríguez Nuñez).

free silica slags were found which date to older stratigraphic levels around the middle of the 8th century BC composed mostly of materials dragged from the top of the aforementioned hill (López et al., 2002, p.314; Gómez et al., 2002, pp.316-317). Lastly, it should be noted that cylindrical and cubic tuyeres, lead sheets and drips, free silica slags and a fragment of galena were identified in an assemblage recovered in the area between Plaza de las Monjas 12 and Calle Méndez Núñez 7-13 (González de Canales et al., 2004, pp.145-156). Thus, there is strong evidence for the importance of Huelva, not only as a commercial port but also as metallurgical production centre from as early as the most archaic phase of documented Phoenician presence.

Bronzes and tin circulation in the Atlantic and the Mediterranean during the Pre-colonial period

The last phase of the Final Bronze Age, dated to 940-750 BC (Ruiz-Gálvez, 1995, p.82) documents a period of transition in the Southwest which was characterized by a strategical change in mining-metallurgical production: the extraction of surface copper carbonates decreased, and by contrast, the recovery of silver-bearing

jarosites present in oxidized outcrops at the gossan intensified (Pérez, 2007, p.252). This process must be contextualized and understood within the dynamics of the trade of copper-based objects and tin, which took place in the Atlantic region throughout the Late Bronze Age (Vilaça, 2007, pp.136-137). These trade exchanges must have been motivated by the advent of the Phoenicians, who were fundamental players in supplying and redistributing prestige goods and all kinds of wares throughout the Mediterranean basin from 1st millennium BC. From the Anatolian (Dercksen, 1996, pp.79-80) and Assyrian archives (ARAB, I, § 44 and 223) it can be deduced that both copper or bronze and silver formed part of the capitalization system and were used in tax operations and as currency in commercial transactions in the Near East during the Neo-Assyrian period (Radner, 1999, p.128). Copper supply sites in the Levant (Hauptmann and Löffler, 2013, pp.77-80) and Cyprus (Kassianidou, 2012, pp.230-237) or Anatolia (Wagner and Öztunali, 2000, p.47) remained in operation during this period, invalidating the suggestion that the main incentive of Phoenician expansion into the far west was the acquisition of this metal, although it is possible that they were interested in finding tin and already manufactured objects of bronze (Pérez, 2013, p.461). This should be understood in the context of the beginning of the Assyrian interests in western Syrian-Palestinian territory from the 10th century BC and the disrup-

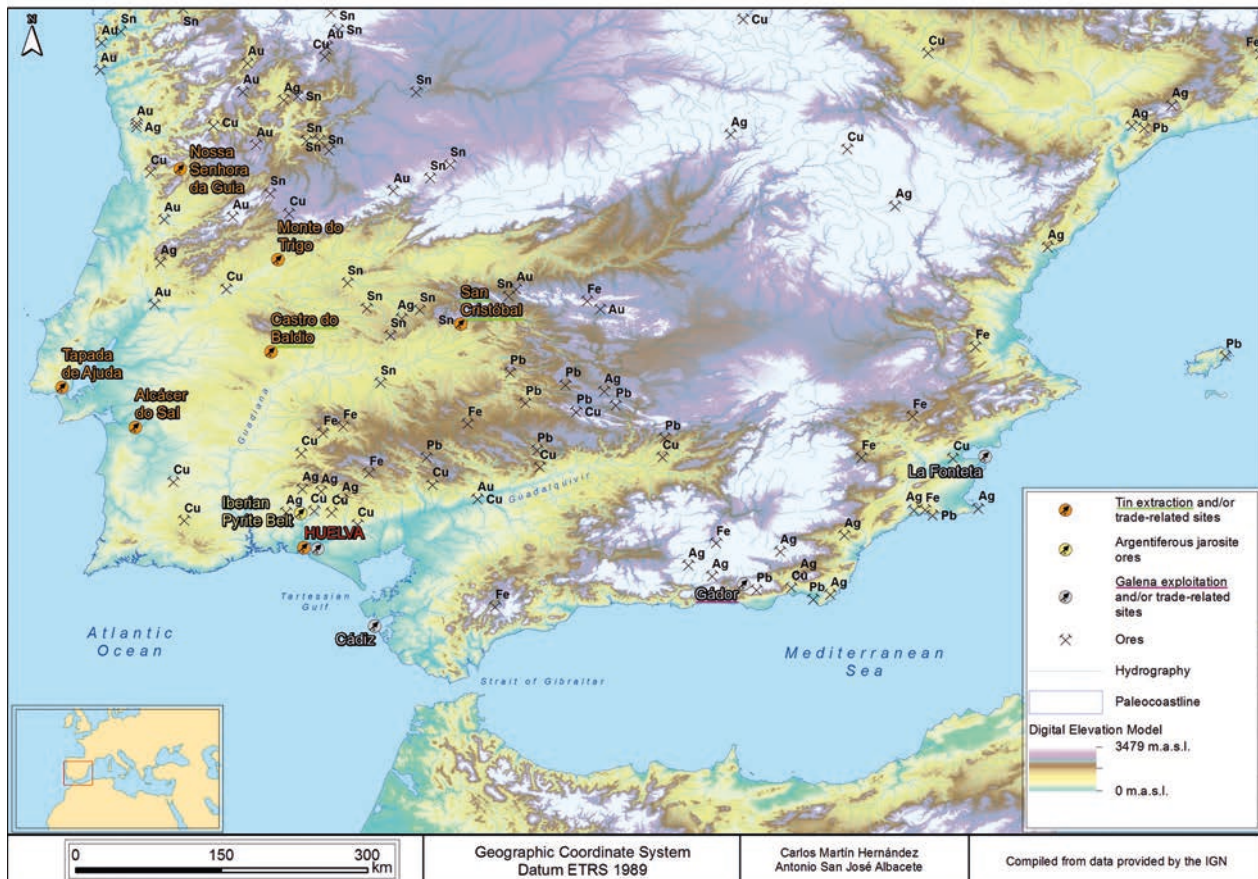


Fig. 2. Primary mining deposits and sites related to the mining and trade of tin/lead on the Iberian Peninsula Map (graphic: Carlos Martín Hernández and Antonio San José Albacete).

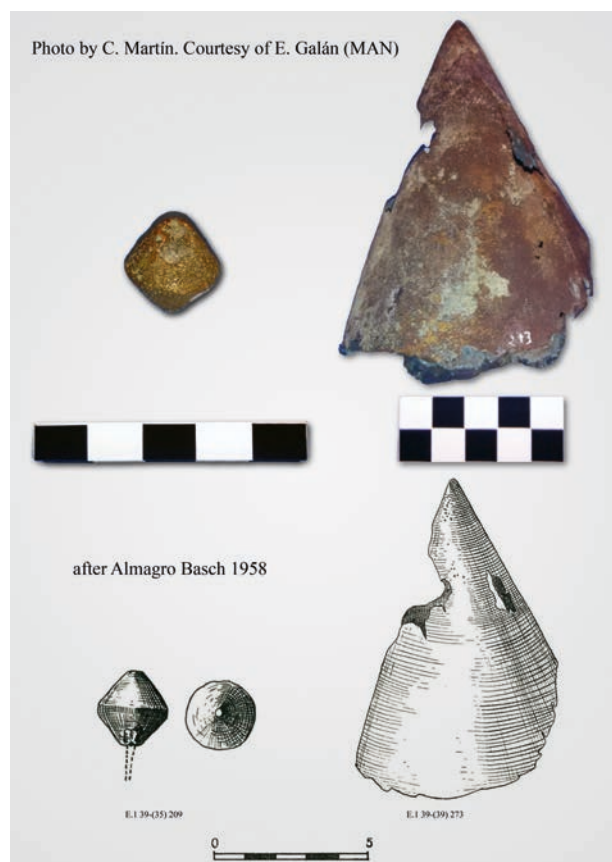


Fig. 3. Finds from Ría de Huelva associated with and/or originating in the Eastern Mediterranean (illustrated by Alvaro Martín Martín).

tion of the supply of Iranian tin towards the Levant and Cypriot coast, which thereafter the Phoenicians provided having brought it from the western Mediterranean (Zaccagnini, 1990, p.498).

The Iberian Peninsula was in this sense a privileged place concerning the exploitation of tin. With respect to its production and use, there are some testimonies of great interest (Fig. 2), for example the find of a tin sheet with perforations associated with the preparatory work of bronze, identified in the stratum with Phoenician materials of oldest chronologies in Huelva (González de Canales et al., 2004, pp.150-151). This may be related to the development of a new bronze metallurgy involving the alloy of metallic copper and tin, a procedure verified in objects from Carmona in an Orientalizing context (Rovira, 2007, p.21 and pp.31-33). Within the same set, typical crenated bowls of the Cogotas I horizon and bowls with pseudo-grooved decorations were also identified, with parallels in Extremadura and Portuguese regions; this refers to the establishment of relationships with areas being rich in stanniferous resources (González de Canales et al., 2004, p.129; 191). Other significant finds come from another port context in Tapada de Ajuda at Lisbon where tin slags were registered (Bettencourt, 1998, p.26). Smelting furnaces and copper slags have also come to light in Castro do Baldio in Arroches dating to moments of the

Final Bronze Age, an area where there are substantial enrichments of cassiterite in alluvium (Gamito, 1996, p.40). Another relevant centre where the exploitation of cassiterite developed was identified in the Cerro de San Cristóbal of Logrosán, which should be assigned chronologically to the transition stage from the Final Bronze Age to the Orientalizing period. Here, a complex of workshop-cabins with accompanying important mining tools was documented, permitting the assessment of the operational chain for the treatment of cassiterite, the raw production of which should be associated primarily with the Peninsula's southwest in light of finds related to Tartessian area; the significant absence of slag and smelting furnaces, which have not been detected thus far, would corroborate this (Rodríguez et al., 2013, p.102 and 105). The hypothesis suggesting Phoenician involvement in the tin trade is also supported by archeological evidence: weights of the Syrian Ugaritic standard c.9,4 g datable to the Final Bronze Age on Portuguese territory. Examples of this type of weight were found at Nossa Senhora da Guia of Baiões and Monte do Trigo, both of which are close to areas rich in tin deposits, and Castelo de Alcacer do Sal, sited in a key strategic position for the control of the paleo-mouth of the Sado River (Vilaça, 2011, p.140; 147).

Regarding bronze production and its commercial aspect, research of the material evidence from the Ría de Huelva deposit has been fundamental. Bronzes here constitute 36% of those dated to this period on the whole Iberian Peninsula (Jiménez, 2002, p.31). The majority of these pieces are products following the Atlantic Bronze Age tradition based on the seriation of calibrated ^{14}C dates (Ruiz-Gálvez, 1995, p.79) which suggest the first three quarters of the 10th century BC (Torres, 2008, p. 64). These dates coincide with the chronological typology assigned for the carp's-tongue swords (Brandherm, 2007, p.16; Brandherm and Moskal-del Hoyo, 2010, pp. 433-437) and Elbow fibulae of Huelva type (Carrasco et al., 2012, p.322), both of which are present in the hoard and reaffirm the idea that most of these objects were deposited in a single act, also suggested by the typological ascription of most swords (Brandherm, 2007, p. 76). With respect to strictly technical criteria, the bronzes are not very leaded and contain considerable quantities of tin that exceeds 10% (Rovira, 1995a, p.500 fig. 6). Their manufacture has often been attributed to a production centre located in the southwest (Rovira, 1995b, p. 56). The lead isotope studies rule out the use of mineral resources from the Iberian Pyrite Belt, but confirm the possibility that the origin lies in other deposits located in Ossa Morena, Valle de Alcudia and even the island of Sardinia (Montero et al., 2007, p. 95; 207). This would signal the existence of intense relations between the Tartessian area and other peripheral zones of the interior which extended to other parts of the central Mediterranean in the prelude widespread Phoenician presence in the southwest. Other evidence in the deposit has been unnoticed until now and suggests some kind of connection to the Eastern Mediter-

ranean (Fig. 3), whatever the use of these bronzes later was, the deposition of which refers to symbolic or ritual functions (Brandherm, forthcoming). Besides, the well-known conical helmet which is linked to Assyrian, Cypriot and Urartian archetypes from 9th-7th centuries BC (Schauer, 1983, pp.185-187), the presence of a weight with a biconical feature weighting 16,45 g has recently come into consideration (Vilaça, 2011, p.152). Taking into account the loss of some weight compared to its original state, it must be twice the weight of the c.9,4 g shekel from Syrian Ugaritic standard, one of the dominant units at the Syrian-Palestinian coast from the Early Iron Age (Parise 2006, p.19).

Exchange of lead and silver in the transition Final Bronze Age-Orientalizing period

An imposing set of finds recovered at the site located between the Plaza de las Monjas 12 and Calle Méndez Núñez 7-13 at Huelva suggests that Phoenician expansion into the far west began in the 10th - 9th centuries BC (González de Canales et al., 2004), and furthermore that Huelva connected the Atlantic region to the economic and commercial channels of the Phoenicians in the Mediterranean. If this is the case, the quote of 1 K 10, 22 which seems to mention westbound navigations in the Mediterranean and specifically the Iberian Peninsula (Koch, 2003, p.46, pp.190-196 and pp.223-236) suggests that the first commercial ventures destined for the western end of the Mediterranean began in the context of relations between the kings Hiram of Tyre and Solomon of Israel.

In the case of Huelva, archaeology suggests that the site is contemporary with the reign of Ittoba'al I and Omride dynasty in Israel (Lipinski, 2010, p.265), based on the *terminus post quem* date proposed for the most recent Phoenician ceramics found in the greyish-black stratum which can be related to pieces found in stratum IV of Tyre (González de Canales et al., 2004, p.196). Therefore, it is obvious that Phoenician presence in Huelva became standard in the mid-9th century BC, a fact that can be judged from a large number of quality ceramics of the *Fine Ware* type, with parallels in the so-called 'Salamis horizon' in Cyprus dated c.850-750 BC (González de Canales et al., 2006, pp.15-16). These containers must have been exports that probably came directly from the metropolis and were destined for local partners who were able to offer products in return, such as silver and, to a lesser extent, copper, used as materials for bronze alloy. Furthermore, one should not rule out the possibility that such productions were manufactured by highly skilled Phoenician artisans who were already established at Huelva (Maass-Lindemann, 2008, p.194), thus guarding their original function as introductory gifts in order to build relationships.

According to the archaeological evidence detected in the port area, Huelva became one of the most important metallurgical centres of the West in the 9th century BC. Argentiferous jarosite from Riotinto mining complex ended up here. Obtaining silver from this type of ore required the use of lead, which acts as collector for silver so that slag is not dispersed during the smelting process (Renzi and Rovira, 2015, p.121). That is why lead became an indispensable element. Due to its harbor, Huelva must have been an import center for gathering this metal from other regions. The lead isotope ratios analyzed from a fragment of galena found in the Phoenician context of Plaza de las Monjas 12-Calle Méndez Núñez 7-13 are consistent with the mining deposits at Gádor (González de Canales et al., 2004, p. 145; Murillo, 2013, p.357 and 365), where materials were exploited and distributed by Phoenician intermediation with other sites such as La Fonteta and Cádiz (Fig. 2). About the most archaic phase of La Fonteta – AFI – which dates from the first half of the 8th century BC, it has been confirmed that at least one nodule of galena – F41567 –, as well as two lead elements – F41536; F41722 – are consistent with Gádor (Renzi et al., 2009, pp.2591-2592). From the archaeological site of Cine Cómico at Cádiz some drops of lead were also characterized isotopically. These lead drops that pertain to Phase II – dated between the late 9th and first half of 8th century BC – are also congruent with the Gádor mining district (Murillo, 2013, pp.365-366). The Phoenician involvement in the trade of galena is archaeologically certified, at least from the late 7th century BC, by the presence of argentiferous galena that was documented in the wreck of Bajo de la Campana (Pinedo and Polzer, 2011, p.93). The wreck is located along a route that must have connected the southeast and the southwest of the Iberian Peninsula, since the end of the 9th century BC.

Silver production in the city of Huelva was certainly oriented towards commerce in the Eastern Mediterranean (Martín, forthcoming). The set of weights of the Syrian Ugaritic standard c.9,4 g found here also attest to this (González de Canales et al., 2004, pp.154-155). The close link between the weight c.9,4 g and the silver quantification is suggested by the evidence in Riotinto of at least two weights that correspond to twice this number rescued in excavations of Cerro Solomón and kept today in the Archaeological Museum of Seville (Jiménez, 2002, p.306 and lám. XIV, pp.176-177). A parallel of this weight with identical value was found in an industrial area where the sanctuary of the Carambolo stood in the 7th century BC, where excavators identified 14 furnaces associated with metallurgical activities for obtaining bronzes, iron and silver (Hunt et al., 2010, pp.272-273). All this evidence suggests, on the one hand, that silver production in Riotinto was adapted for market conditions established by the city and port of Huelva, and, on the other hand, that the survival of this reference weight unit is related to the acquisition of silver and other metals during the Orientalizing period.

Acknowledgments

I would like to express my gratitude to A. Delgado and D. Brandherm for their suggestions, to A. Sanjosé and E. Rodríguez for assistance with mapping, to A. Martín for the help with the illustration, to E. Galán for the advice with respect to Ria de Huelva finds and to S. Beckmann for the correction of the English manuscript.

Bibliography

- Almagro Basch, M., 1958. *Depósito de la Ría de Huelva*. Inventario Arqueológico. España, 1-4: E. I, Madrid: Instituto español de prehistoria.
- Anguilano, L., Rehren, T., Müller W. and Rothenberg B., 2011. The importance of lead in the silver production at Riotinto (Spain). *ArchéoSciences*, 34, pp.269-276.
- ARAB: Luckenbill, D.D., 1926. *Ancient Records of Assyria and Babylonia*, vol. 1. Chicago: University of Chicago.
- Bettencourt, A.M.S., 1998. O conceito de Bronze Atlântico na Península Ibérica. In: S. O. Jorge, ed. 1998. *Existe uma Idade do Bronze Atlântico?* Trabalhos de Arqueologia, 10, pp.18-39.
- Blázquez, J. M., Luzón, J. M., Gómez, F. y. and Clauss, K., 1989. *Las cerámicas del Cabezo de San Pedro*. Huelva Arqueológica, 1. Huelva: Diputación Provincia.
- Brandherm, D., 2007. *Las espadas del Bronce Final en la Península Ibérica y Baleares*. Prähistorische Bronzefunde, 4(16), Stuttgart: Steiner.
- Brandherm, D., in press. Zur Deutung der endbronzezeitlichen Waffendeponierung aus der Ría de Huelva – eine Fallstudie zur Mustererkennung und -deutung in multifunktionstypisch zusammengesetzten Mehrstückdeponierungen der europäischen Bronzezeit. In: A. Jockenhövel, U. L. Dietz, eds. *50 Jahre Prähistorische Bronzefunde – Bilanz und Perspektiven*. Prähistorische Bronzefunde, 14, Stuttgart: Steiner.
- Brandherm, D. and Moskal-Del Hoyo, M., 2010. Las espadas en lengua de carpa – aspectos morfológicos, metalúrgicos y culturales. *Trabajos de Prehistoria*, 67(2), pp.431-456.
- Campos, J.M., Teba, J.A., Castiñeira, J. and Bedia, J., 1990. La documentación arqueológica para el estudio de la romanización en la provincia de Huelva. *Huelva en su historia*, 3, pp.67-106.
- Carrasco, J., Pachón, J.A., Montero, I. and Gámiz, J., 2012. Fíbulas de codo 'tipo Huelva' en la Península Ibérica: nuevos datos y comentarios historiográficos. *Trabajos de Prehistoria*, 69(2), pp.310-331.
- Craddock, P.T., 1995. *Early Metal Mining and Production*. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Craddock, P.T., Freestone, I.C., Gale, N.H., Meeks, N.D., Rothenberg, B. and Tite, M. S., 1985. The investigation of a small heap of silver smelting debris from Rio Tinto. In: P.T. Craddock, M. J. Hughes, eds. *1985. Furnaces and Smelting Technology in Antiquity*. British Museum Occasional Paper, 48. London: British Museum, pp.199-218.
- De Haro, J., López, M.A. and Castilla, E., 2009. El hábitat protohistórico de Vista Alegre en la periferia de la Huelva tartésica. *Anuario arqueológico de Andalucía 2004*, vol. 1, pp.1782–1798.
- Dercksen, J.G., 1996. *The Old Assyrian Copper Trade in Anatolia*. Uitgaven van het Nederlands Historisch-Archaeologisch Instituut te Istanbul, 75. Leiden: Nederlands Instituut voor het Nabije Oosten.
- Domergue, C., 1987. *Catalogue des mines et des fonderies antiques de la Péninsule Ibérique*, Tome I. Madrid: Diffusion de Boccard.
- Dutrillac, J.E., Jambor, J.L. and O'Reilly, J.B., 1983. Man's first use of jarosite: The pre-Roman mining-metallurgical operations at Rio Tinto, Spain. *Canadian mining and metallurgical bulletin*, 76, 859, pp.78-82.
- Fernández, J., 1990. *Tartessos y Huelva*. Vol. 1. Huelva Arqueológica, 10-11. Huelva: Diputación Provincial de Huelva.
- Gamito, T.J., 1996. O estanho de aluvião e a metalurgia do bronze no Castro do Baldio (Arronches, Portugal). *Vipasca* 5, pp.29-50.
- Gómez, F., 1997. *El final de la Edad de Bronce entre el Guadiana y el Guadalquivir: el territorio y su ocupación*. Arias Montano (Universidad de Huelva), 21. Huelva: Universidad de Huelva.
- Gómez, F., 2002. Los metales del Cinturón Ibérico de Piritas en la interacción fenicios-indígenas. La Tierra Llana de Huelva. In: M. Rego, P. J. Nascimento, eds. 2002. *Mineração no Baixo Alentejo II*. Castro Verde, pp.8-37.
- Gómez, F., 2006. El final de la Edad del Bronce entre el Guadiana y el Guadalquivir. Síntesis histórico-arqueológica según las más recientes evidencias. *Madrider Mitteilungen* 47, pp.24-42.
- Gómez, F., López, M. A. and De Haro, J., 2002. Arqueología urbana en Huelva. El solar de calle San Salvador 2. *Anuario Arqueológico de Andalucía 1999*, Vol. 3, Tomo 1, pp.315-319.
- Gómez Toscano, F., Linares Catela, J. A. and De Haro Ordóñez, J., 2013. El asentamiento de fondos de cabaña del Bronce Final de Vista Alegre en el entorno de la Huelva tartésica. In: J. M. Campos Carrasco, J. De Haro Ordóñez, J. M. García Rincón, F. Gómez Toscano and J. A. Linares Catela, eds. 2013. *Arqueología en la provincia de Huelva. Homenaje a Francisco Javier Rastrojo Lunar*. Huelva: Universidad de Huelva, pp.152-175.
- González de Canales, F., Serrano, L. and Llompart, J., 2004. *El Emporio Fenicio-Precolonial de Huelva, (ca. 900-770 a.C.)*. Madrid: Biblioteca Nueva.
- González de Canales, F., Serrano, L. and Llompart, J., 2006. The Pre-colonial Phoenician Emporium of Huelva ca 900-770 BC. *BABesch*, 81, pp.13-29.
- Hauptmann, A. and Löffler, I., 2013. Technological innovations and organisational structures of prehistoric mining and metal production: examples from Faynan, Jordan. In: S. Burmeister, S. Hansen, M. Kunst, N. Müller-Scheeßel, eds. 2013. *Metal matters: innovative technologies and social change in prehistory and antiquity*. Rahden/Westfalen: Marie Leidorf, pp.65-90.
- Hunt, M., 1992. Prospección arqueológica superficial cuenca alta de la rivera del Cala y río Corumbel (Huelva). *Anuario Arqueológico de Andalucía 1990*, vol. 2, pp.84-85.
- Hunt, M., 2003. *Prehistoric Mining and Metallurgy in South West Iberian Peninsula*. Oxford: Oxford Archaeopress.
- Hunt, M., Montero, I., Rovira, S., Fernández, Á. and Rodríguez, A., 2010. Estudio arqueométrico del registro de carácter metálico y metalúrgico de las campañas 2002-2005 en el yacimiento de El Carambolo. In: M. L. De la Bandera, E. Ferrer, eds. 2010. *El Carambolo. 50 años de un tesoro*. Sevilla: Universidad de Sevilla, pp.271-295.
- Jiménez, J., 2002. *La Toréutica Orientalizante en la Península Ibérica*. Madrid: Real Academia de la historia.
- Kassianidou, V., 2012. The origin and use of metals in Iron Age Cyprus. In: M. Iacovou, ed. 2012. *Cyprus and the Aegean in the Early Iron Age: The Legacy of Nicolas Coldstream*. Nicosia: Bank of Cyprus Cultural Foundation, pp.229-259.
- Koch, M., 2003. *Taršiš e Hispania. Estudios histórico-geográficos y etimológicos sobre la colonización fenicia de la Península Ibérica*. Madrid: Centro de estudios fenicios y púnicos.

- Lipiński, E., 2010. Hiram of Tyre and Solomon. In: A. Lemaire, B. Halpern, Matthew J Adams, eds. *The Books of Kings. Sources, Composition, Historiography and Reception*. Leiden: Brill, pp.251-272.
- López, M. A., Gómez, F. and De Haro, J., 2002. Arqueología urbana en Huelva. El solar esquina Fernando el Católico-San Salvador. *Anuario arqueológico de Andalucía 1999*, Vol. 3, Tomo 1, pp.309-314.
- Maass-Lindemann, G., 2008. Morro de Mezquitilla. Die Entwicklung der Fundkeramik vom 8. zum 7. Jh. v. Chr. *Madridrer Mitteilungen*, 49, pp. 188-208.
- Martín, C., in press. Trans-Mediterranean silver-trade from the Perspective of Iberian Ores and Hacksilber in the Cisjordan Corpus. *Dal Mediterraneo all'Atlantico: uomini, merci e idee tra Oriente e Occidente. 8 Congresso Internazionale di Studi Fenici e Punic*, Carbonia-Sant'Antioco, 21-26 ottobre 2013.
- Montero, I., Hunt, M. A. and Santos, J. F., 2007. El depósito de la Ría de Huelva: Procedencia del metal a través de los resultados de análisis de isótopos de plomo. In: J. Celis Sánchez, ed. 2007. *El hallazgo leonés de Valdevimbre y los depósitos del Bronce Final Atlántico en la Península Ibérica*. León: Instituto Leonés de Cultura, pp.194-209.
- Murillo, M., 2013. *Producción y Consumo de Plata. Un Análisis Comparativo entre la Sociedad Argárica y los Primeros Asentamientos Orientalizantes en el Sur de la Península Ibérica*. PhD Thesis. Universidad de Granada.
- Parise, N., 2006. Equivalencias entre las antiguas unidades ponderales en Oriente y las primeras especies monetarias de Occidente. *Actas del XII Congreso Nacional de Numismática*. Madrid, pp.15-22.
- Pérez, J. A., 1996. *Metalurgia extractiva prerromana en Huelva*, Huelva: Universidad de Huelva.
- Pérez, J. A., 1999. Pico del oro (Tharsis, Huelva). Contraargumentos sobre la crisis metalúrgica tartésica. *Huelva en su historia*, 7, pp.71-98.
- Pérez, J. A., 2007. Comercio de minerales en el área Tartésica. *Vipasca*, 2(2), pp.250-260.
- Pérez, J. A., 2008. Recursos minerales de cobre y minería prehistórica en el suroeste de España. *Revista Verdolay*, 11, pp.9-36.
- Pérez, J. A., 2013. Las minas de Tarteso. In: J. M. Campos, J. Alvar, eds. *Tarteso. El emporio del metal*. Córdoba: Editorial Almuzara, pp.449-472.
- Pérez, J. A. and Delgado, A., 2007. Tecnología Metalúrgica en Riotinto desde la Edad del Bronce hasta la Edad Media. *Actes du Colloque d'Annaberg-Buchholz*. Val de Marne, pp.281-310.
- Pérez, J. A. and Rivera, T., 2012. Minería y poblamiento a fines de la Edad del Bronce en el Suroeste ibérico. In: J. Jiménez, ed. 2012. *Sidereum Ana II, El río Guadiana en el Bronce Final*. Anejos de Archivo Español de Arqueología, 62. Madrid: Editorial CSIC Consejo Superior de Investigaciones Científicas pp.491-516.
- Pinedo, J. and Polzer, M. E., 2011. El yacimiento subacuático del Bajo de la Campaña. *Actas de las Jornadas de ARQUA 2011*. Madrid, pp.90-95.
- Radner, K., 1999. Money in the Neo-Assyrian Empire. In: J.G. Dercksen, ed. 1999. *Trade and Finance in Ancient Mesopotamia*. Uitgaven van het Nederlands Historisch-Archaeologisch Instituut te Istanbul, 84. Istanbul: Nederlands Historisch-Archaeologisch Instituut, pp.127-157.
- Renzi, M., Montero-Ruiz, I. and Bode, M., 2009. Non-Ferrous Metallurgy from the Phoenician Site of La Fonteta (Alicante, Spain): a Study of Provenance. *Journal of Archaeological Science*, 36, pp.2584-2596.
- Renzi, M. y Rovira, S., 2015. Las metalurgias fenicias en el Mediterráneo. In: J. M. López Ballesta ed. *Minería y metalurgia en el Mediterráneo y su periferia oceánica*. Murcia: Universidad Popular de Mazarrón, pp.113-127.
- Rodríguez, A., Pavón, I., Duque, D. M., Ponce de León, M., Hunt, M.A., Merideth, C., 2013. La explotación tartésica de la casiterita entre los ríos Tajo y Guadiana: San Cristóbal de Logrosán (Cáceres). *Trabajos de Prehistoria*, 70(1), pp.95-113.
- Rothenberg, B., García, F., Bachmann, H.G. and Goethe, H. W., 1989. The Riotinto Enigma. In: C. Domergue, ed. 1989. *Minería y Metalurgia en las antiguas civilizaciones mediterráneas y europeas*, 1. Madrid: Ministerio de Cultura, pp.57-70.
- Rovira, S., 1995a. De Metalurgia Tartésica. *Tartessos 25 años después, 1968-1993. Actas del Congreso conmemorativo del V Simposium Internacional de Prehistoria Peninsular*. Jerez de la Frontera, pp.475-506.
- Rovira, S., 1995b. Estudio arqueometalúrgico del depósito de la Ría de Huelva. In: M. Ruiz-Gálvez Priego, ed. 1995. *Ritos de Paso y Puntos de Paso. La Ría de Huelva en el Mundo del Bronce Final Europeo*. Complutum Extra 5. Madrid: Univ. Complutense, pp.33-57.
- Rovira, S., 2007. La producción de bronce en la Prehistoria. In: J. Molera, J. Farjas, P. Roura, T. Pradell, eds. 2007. *Avances en Arqueometría 2005. Actas del VI Congreso Ibérico de Arqueometría*. Girona: Universitat de Girona, pp.21-35.
- Ruiz Acevedo, J., 1999. Los itinerarios y la red viaria de época romana en Huelva. *Huelva en su historia* 7, pp.149-176.
- Ruiz Mata, D., 1990. Tartessos. In: A. Domínguez Ortiz, dir. 1990. *Historia de España I. Desde la Prehistoria hasta la conquista romana (siglo III a. C.)*. Barcelona: Planeta, pp.379-430.
- Ruiz-Gálvez Priego, M., 1995. Cronología de la ría de Huelva en el marco del Bronce Final de la Europa Occidental. In: M. Ruiz-Gálvez Priego, ed. 1995. *Ritos de Paso y Puntos de Paso. La Ría de Huelva en el Mundo del Bronce Final Europeo*. Complutum Extra, 5. Madrid: Univ. Complutense, pp.79-83.
- Schauer, P., 1983. Orient im spätbronze- und früheisenzeitlichen Occident. *Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums*, 30, pp.175-194.
- Stos-Gale, Z. A., 2001. The impact of the natural sciences on studies of hacksilver and early silver coinage. In: M. S. Balmuth, ed. 2001. *Hacksilver to coinage: new insights into the Monetary History of the Near East and Greece*. Numismatic Studies, 24. New York: The American Numismatic Society, pp.53-76.
- Torres, M., 2008. Los tiempos de la Precolonización. In: S. Celestino, N. Rafel, N., X. L. Armada, eds. *Contacto cultural entre el Mediterráneo y el Atlántico (siglos XII-VIII ANE): La precolonización a debate*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, pp.59-91.
- Tylecote, R. F., 1962. *Metallurgy in archaeology: A prehistory of metallurgy in the British Isles*. London: Arnold.
- Velasco, F., Herrero, J. M., Suárez, S., Yusta, I., Alvaro, A. and Tornos, F., 2013. Supergene features and evolution of gossans capping massive sulphide deposits in the Iberian Pyrite Belt. *Ore Geology Reviews*, 53, pp.181-203.

- Vilaça, R., 2007. Todos Os Caminhos vão dar ao Ocidente: Trocas e contactos no Bronze Final. *Estudos Arqueológicos de Oeiras*, 15, pp.135-154.
- Vilaça, R., 2011. Ponderais do Bronze Final-Ferro Inicial do Ocidente Peninsular: novos dados e questões em aberto. M. P. García-Bellido, L. Callegarin, A. Jiménez, eds. 2011. *Barter, money and coinage in the ancient Mediterranean (10th-1st Century)*. Anejos de Archivo Español de Arqueología 58. Madrid, pp.121-135.
- Wagner, G. and Öztunali, Ö., 2000. Prehistoric Copper Sources in Turkey. In: Ü. Yalçın, ed. 2000. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum, pp.31-67.
- Zaccagnini, C., 1990. The Transition from Bronze to Iron in the Near East and in the Levant: Marginal Notes. *Journal of the American Oriental Society*, 110, pp.493-502.

Zofia Anna Stos-Gale

The sources and supply of silver for Archaic Greek coinage: A re-evaluation of the lead isotope and chemical data

ABSTRACT: Over the centuries, numismatists have refined the study of types, legends, weights and minting techniques, but the possibility of chemical and lead isotope analyses of the coins allowed a new insight into the economy of the ancient coinage. The earliest Greek coins are of particular interest in this respect, since there are several theories as to the rise of the silver currency in the first millennium BC in the Eastern Mediterranean and to the sources of silver that provided reliable supplies of this metal to the Greek city states. In particular, it has been suggested that the Phoenicians were supplying silver from Spain to the Eastern Mediterranean. Several analytical projects were conducted in the 1980ies and 1990ies to identify the sources of Archaic Greek coinage on the grounds of their chemical and lead isotope compositions. With the vastly increased database of the European ore deposits it seems timely to re-evaluate the data obtained in these projects, and in particular to test how much silver from the Western Mediterranean was used in the Aegean in this period.

KEYWORDS: ARCHAIC SILVER GREEK COINAGE, LEAD ISOTOPE AND ELEMENTAL ANALYSES, SILVER MINES IN SOUTHERN EUROPE IN 1ST MILLENNIUM BC

Introduction: The beginnings of coinage

There is no certainty when pieces of metal of exact weight started to be used for payments, but it is not impossible that this practice started in the Eastern Mediterranean in the Late Bronze Age. It has been suggested by archaeologists in the past that the copper 'oxhide' ingots were used as currency. The great majority of these ingots found across the Mediterranean, from Sardinia to Turkey, were made of copper from Cypriot deposits that guaranteed very high purity of copper (Stos-Gale, et al., 1997, Hauptmann, et al., 2002). The excavations of Late Bronze Age sites in the Mediterranean often contain hoards of pieces of 'oxhide' ingots of different weights, as can be seen on Fig. 1.

Early in the first millennium BC, the Phoenician trade in the Mediterranean gave rise to the use of small bags of pieces of silver as pre-coinage currency (Balmuth, 2001). The Near Eastern hoards of so-called 'Hacksilber' show that silver became widely available in this period. The use of Hacksilber was followed by the electrum and later silver coins. The first coins were made in Ionia, what is now Aegean Turkey, not of silver but of electrum in the 7th century BC (Price and Waggoner, 1975, pp.122-123). The source of electrum was almost certainly an alluvial natural alloy from the neighbourhood of Sardis in Lydia. The introduction of silver coins in this region was probably

about 560 BC, slightly before the introduction of silver coins at Aegina, Athens and Corinth which occurred not earlier than 550 BC (Price and Waggoner, 1975, p.122). Coins of this type in both gold and silver continued to be struck by Persians after Cyrus' conquest of Lydia (547 BC). The Persians soon saw the advantage of producing their own coinage in a part of their empire where coinage was indigenous and introduced their own gold 'darics' and



Fig. 1. Fragments of oxhide ingots from the Late Helladic 'Poros Wall Hoard' found in Mycenae (photographed in the National Archaeological Museum at Athens in 1987 by Z.A. Stos-Gale).

silver 'sigloi', which circulated only in Western Anatolia between 516 and 500 BC (Kraay, 1976, p.32).

One of the earliest coins in the Greek part of the Aegean were minted on the island of Aegina (Fig. 2), a barren rocky island with little good agricultural land, therefore, its inhabitants were driven to make living by seafaring and trading, for which they were famous in the ancient world as noted by Herodotus (II, 178). Apart from their merchant seafaring the Aeginetans were also a considerable naval power before their conquest by Athens in 457 BC; their influence was exerted in the Cyclades as a whole and also on Crete, where they forcibly established a colony at Cydonia about 520 BC. The trading of the Aeginetans was largely a matter of transporting and selling at a profit the goods and raw materials produced by others. Greece was in many parts short of grain but produced a surplus of ceramics, whilst the Black Sea region and Egypt often had a surplus of corn. Amongst other products the Aeginetans were also no doubt trading in marble, perfumes, unguents, wine and olive oil. Their profit would have been taken partly in the form of food supplies for Aegina itself, but the success of their trading ventures created surplus wealth which could only partly be used in building ships and temples, so there is little doubt that their trading over much of the ancient world will have allowed them to acquire stocks of silver by barter, and that much of their surplus wealth would be stored as silver bullion before the beginning of their coinage in c. 550 BC (Price and Waggoner, 1975, p.122). The early adoption of coinage increased their importance in the ancient world, alone amongst the states of central Greece they were represented in the Greek trading community at Naucratis at the mouth of the Nile in Egypt. There are no known sources of silver on Aegina itself, so it is very likely that they amassed silver from several sources extensively used in this period. The known sources of silver nearest to Aegina are on the island of Siphnos and in Lavrion in Attica. It has been suggested therefore that one of the sources of the earliest Aeginetan silver was Siphnos. Lavrion mines are thought to be a less likely source for this coinage because of a known animosity between the Aegina and Athens at that time.

For most of the 6th century, the only really substantial coinage of central Greece was the Aeginetan; the early coinage of Athens and Corinth which started not much later were comparatively insignificant in volume. A different picture is presented by the group of coinage of the northern Aegean where there were silver mines in the Pangeon, Thasos and Chalkidiki. Starting about the middle of the 6th century BC, they provide a case of export of coined silver as one of the natural products of the region: these Traco-Macedonian coins seem to have had little function locally, because they are mostly found in other regions, far away from their mints. By the end of the 6th century, due to the Persian occupation of Thrace and Macedonia, the mints of this area seem not to have produced much coinage. If the silver mines were still producing much silver it was perhaps distributed into other re-



Fig. 2. Typical early Archaic silver coin of Aegina (photo courtesy British Museum, London).



Fig. 3. Obverse and reverse of a Wappenmünzen tetradrachm dated to c. 530-520 BC: Obv. Gorgoneion, Rev. Lion's head in incuse square. Coin in private collection (photo: N.H. Gale, bequest).

gions. The Aeginetan coinage became to decline in volume from the early 5th century, too.

The one great coinage of the 5th century was that of Athens. Silver from Lavrion was exploited extensively since the Bronze Age (Stos-Gale and Gale, 1982) and its exploitation intensified in the first millennium BC. It is quite remarkable that the majority of Hacksilber from the 7th century hoards found in one of five Philistine capitals of Tel Migne-Ekron (Gitin and Golani, 2001) have lead isotope compositions consistent with Lavrion (Stos-Gale, 2001 and OXALID). It seems that in the early years of the 5th century a rich vein of silver was found in Lavrion and until the 413 BC when the mining activities were interrupted by the Spartans, the production of silver there was considerable. Athens insisted on the use of its own coinage by the allies in official transactions and banned the local minting of silver, such was the volume of the Athenian coinage that it attained a status of international currency not only among the Greeks of the Aegean, but also in the west provinces of the Persian empire and to a certain extent in the other parts of the Mediterranean. The earliest coinage of Athens bears no unequivocal marks of its origin, but its attribution is soundly based upon the evidence of types, weights and finds. This coinage is usually known as Wappenmünzen, because their types were once thought to be the heraldic symbols of Athenian noble families (Fig. 3); this idea is no longer accepted and it is thought that the symbols had religious significance. The minting of Wappenmünzen might have started in the second quarter of the 6th century and ended about 520



Figs. 4+5. Athenian tetradrachms with the owl dated to early 5th century BC analysed for their lead isotope compositions at Oxford. Both have lead isotope compositions consistent with the origin from Lavrion (AA and BB on the OXALID). In private collection, (photos: Z.A. Stos-Gale).

BC, when the first 'owl and Athena' coins were struck. These coins were small issues of a local significance only and are rarely found outside Attica. Very different was the Athena and owl coinage which began about 520 BC. Instead of a coinage with changing types and no clear indication of origin, the national types of Athena and her owl became fixed and the source of the coinage was made quite explicit by the addition of the inscription *AΘE* and the tetradrachm became the standard denomination (Figs. 4+5). This new coinage was soon produced in such huge quantities that the high artistic level of earlier examples could not be maintained and the dies of many later issues are quite crude, but the standards of weight and silver purity were strictly maintained (Kraay, 1975). The circumstances of the emergence of this coinage suggest that they were made from primary silver. Therefore it is of considerable interest to reconstruct the economic development of silver supply in the 6th-5th century BC Aegean.

The silver ore deposits and application of elemental and lead isotope analyses for the provenance of the Archaic silver Greek coins

The accepted method of tracing the sources of metal is based on comparative lead isotope and chemical analysis of ores and metals. This method is based on the fact that lead in different ore deposits has varied isotopic compositions depending on the age of the deposit and the amount of uranium and thorium in the ore forming fluid (Gale and Stos-Gale, 2000). Providing that there is an

extensive database of lead isotope and geochemical analyses of ore deposits, by comparing the lead isotope ratios of single coins with these of the ores it is possible to exclude or prove that a deposit could have provided the silver for a coin. This is more complicated if the silver from two or more deposits was melted together to create a secondary material, but even then the lead isotope compositions might provide information as to the possible original source of silver. The lead isotope composition of metal made from a mixture of metals of different origin will lie on straight lines between all three independent lead isotope ratios for the primary ore deposits. Its exact position will depend very strongly on the amount of lead present in each fraction added to the alloy. For example: if pure lead is added in substantial amount to copper or silver, then the lead isotope composition of the resulting alloy will be practically the same as that of the added lead (see example in Stos-Gale, 2001). The lead content in the silver Archaic coins is mostly below 2 %, which is within the usual range of lead in silver resulting in extraction of silver from galena, so it is most likely that no lead was deliberately added to their metal. In 454 BC, Athens seized the silver bullion collected from all members of the Delian League from the treasury on Delos and in 449 BC the Coinage Decree issued by Athens curtailed minting of the member-state coinage and demanded that all silver will be transported to Athens and used for minting the Athenian 'owls'. Therefore, the later Athenian coins might indeed show lead isotope compositions of re-melted silver.

The search for the sources of silver used for the Archaic Greek coins needs to be based on a database of lead isotope and chemical characteristics of silver ore deposits that were exploited in this period in the regions that are known to be connected by trade with the Aegean. Silver ores are not very common in the Old World and the location of the major deposits, rich enough to be exploited in ancient times, is reasonably well-known. The earliest silver, lead and copper metallurgy has been developed in the Middle East and Anatolia. There are several significant silver deposits in Turkey, in particular, the silver seems to have been exploited in the Taurus Mountains in southern Turkey since the early Bronze Age (Yener et al. 1991). Ryan writes in the chapter on silver mines in Niğde as follows: 'In Çamardı county ... on Aladag, there are very old gold-silver-lead workings. The veins are composed mostly of plumbojarosite as at the Bolkardağ mine.' (Ryan 1960, p. 11-12). There are also known ancient silver mines in the south east Turkey at Keban (Wagner, et al., 1986) and in the Troad Peninsula (Çanakkale) in the north-west (Wagner, et al., 1985). Modern Iraq and Syria are not known to have any major silver mines, but to the east of the Babylonian and Assyrian kingdoms, in modern Iran, there are considerable deposits of silver, copper, lead and also some gold. There might be some silver ores in the mountains of Caucasus, but a reliable geological information about the former Soviet Republics is not available at present.



Fig. 6. Exposed by the road 2 m thick lead slag heap in Chalkidiki (University of Oxford and IGME archaeometallurgical survey in 1982, photo: Z.A. Stos-Gale).



Fig. 7. Partly undisturbed lead slag heap in the Rhodope Mountains (University of Oxford and IGME archaeometallurgical surveys in northern Greece, 1979–1981, photo: Z.A. Stos-Gale).

In the Aegean the ancient silver mines in Lavrion, Attica, are well-known (Conophagos, 1980). A prehistoric silver extraction on the island of Siphnos is well documented, too (Wagner and Weisgerber, 1985). The archaeometallurgical surveys of the deposits in Chalkidiki (Wagner, et al., 1986), Thasos (Wagner and Weisgerber, 1988), the Pangeon Mountains and many slag heaps in the Rhodope Mountains prove that these deposits were exploited extensively for many centuries for lead and some of them also for silver (Figs. 6+7).

The Phoenician and earlier trade around the Mediterranean Sea is well documented, so it is also worth considering as sources of silver for these early coins the known silver mines in the Western Mediterranean. Silver ores have been mined in historical and Roman times in the south of France in the Massif Central (Baron, et al., 2006; Brevart, et al., 1982; Davis, 1935), on Sardinia (Valera, et al., 2005) and to a large extent in Spain (for example: Santos Zaldeuegui, et al., 2004; Kassianidou, 1992; Rothenberg and Blanco Freijeiro, 1981; Renzi, et al., 2009). It is also possible that some silver might have come to Greece from the north, where the deposits in the eastern Carpathians might have been used since the Bronze Age (Marcoux, et al., 2002; Baron, et al., 2011; Stos-Gale, 2014).

About 40 years ago, several research projects were started to provide systematic lead isotope characterizations combined with the archaeometallurgical fieldwork in Greece, Turkey, Iran, Sardinia and Spain (for discussion and references see Stos-Gale and Gale, 2009). These projects and many papers aimed at geological research, published during the last decades considerably increased the comparative database that can be used for identification of sources of ancient metals. Currently the database assembled from all these publications used for the interpretation of the lead isotope ratios found in the European ancient metals contains some 7000 sets of data.

The lead isotope analyses of ores and slags, and also ancient remnants of metal extraction like litharge,

give three independent lead isotope ratios. To identify the possible origin of an ancient artefact, in this case a silver coin, it is necessary to compare its lead isotope ratios with all available data and then to eliminate those which are not possible sources of silver ore, for example, copper deposits like Cyprus, or lead ores with very low silver contents as, for example, they are on many Cycladic islands. For each analysed artefact, the TestEuclid software calculates the Euclidean distances to all analysed ore samples (Ling, et al., 2014, p.116-117). The second stage of interpretation are two 2 dimensional plots of the data for ores and artefacts. In a graphic representation each ore deposit can be characterised by three numbers, independent ratios of four lead isotopes, which can be presented as points in 3-D space. Since such comparisons are made with several thousands of data on ores, therefore in the first instance it is convenient to calculate the Euclidean distances of the lead isotope ratios of the ancient metal to each of the samples of ores, in order to test which of them have identical lead isotope ratios and then prepare plots only of the ore deposits that have lead isotope and geochemistry consistent with the ancient metal.

The first large research project that used lead isotope and chemical analyses for the identification of the ore sources of the Archaic silver coins was started in 1978 by Wolfgang Gentner, Otto Müller and Günther Wagner from the Max Planck Institute for Nuclear Physics at Heidelberg, in collaboration with Noel Gale from the Department of Geology, University of Oxford. The main group of coins for analyses came from a hoard from Asyut in southern Egypt. The Asyut hoard was discovered in 1969 and consisted of some 900 coins. According to the numismatic research, it was buried around 475 BC and therefore the coins from this hoard guaranteed the common date and Greek origin (Price and Waggoner, 1975). As all coins from the Asyut hoard must have been minted before 475 BC, it also seems probable that most of them were minted from primary silver (Gale, et al., 1980).

The mints represented among these coins ranged from Sicily to Cyprus, and included most of the Archaic

Greek cities. The Stiftung Volkswagenwerk secured for analyses within this project a purchase of 120 severely damaged coins with low numismatic value. The results of this research were published in 1978 (Gentner, et al.) and in 1980 (Gale, et al.). The selection of coins for lead isotope analyses was much extended by the inclusion of a series of coins of Aegina from the same hoard kindly contributed by Dr. Leslie Beer. Altogether, 102 coins from the Asyut hoard were analysed for their lead isotope, but only 50 for the elemental compositions. Unfortunately, the chemical and lead isotope analyses were not performed in all cases on the same coins. The results have shown that many coins were consistent with the origin from the mines in Lavrion and Siphnos but there was a number of doubts as to the interpretation of the data, mainly due to the lack of a database of lead isotope compositions of other ore deposits.

In parallel to the analyses of coins, a large program of archaeometallurgical fieldwork in the Mediterranean was started, funded by the Stiftung Volkswagenwerk for the German team and by the British Science Research Council and the Leverhulme Trust for the Oxford team. These surveys conducted in collaboration with the Greek Institute of Geological and Mineralogical Exploration (IGME) brought much new information about the antiquity of mining, geochemistry and lead isotope compositions of the ore deposits in the Aegean. In the next 20 years three other research projects in the Isotrache Laboratory at the University of Oxford provided more lead isotope and chemical analyses of Archaic silver coins from Thasos (Gale, et al., 1988), Chios (Hardwick, et al., 1998) and silver Archaic ingots from Sicily (Beer-Tobey, et al., 1998). Since these publications, much more lead isotope data and archaeometallurgical information have been published for ore sources in Spain, Sardinia, Greece and Turkey. It seems that it is a good time now to undertake the task of re-evaluating the extent of data on Greek coins in the light of this new information.

The re-evaluation of the sources of silver used for the Archaic silver coinage based on the lead isotope and chemical analyses

Coins of Aegina

In their publication of the results of analyses of the Archaic coins Gale (et al., 1980, p.34) stated that they analysed 46 Aeginetan coins. However, there are only 45 listed in their table 7 and this is the number that was entered in the OXALID database. According to Price and Waggoner (1975), they are dated to the 6th- 5th century BC, starting about 550 BC. This was the successful coinage which was widely used throughout the Greek world and also penetrated Persia, Taranto and Egypt. Since there are no silver occurrences on the island of Aegina,

and Lavrion as a source was precluded due to the difficult relationship between Aegina and Athens, the suggestions made by numismatists as to the sources of silver for these coinage ranged from Siphnos to Spain. The first attempt to find the origin of the silver used for these coins through chemical analyses of their compositions was undertaken by Kraay and Emeleus (1962). The analyses by neutron activation of 37 Aeginetan 'turtles' gave very good data on Ag, Au and Cu contents and led to the conclusion that the varied gold content in the Aeginetan coins distinguished them clearly from the Athenian 'owls', parallelly analysed, which were very pure. They concluded that Aegina obtained silver from a different source from that used by Athens and that the Aeginetan source was probably Siphnos. Gale (et al. 1980 p.36) concluded that among the group of Aeginetan coins from the Asyut hoard analysed for their lead isotope compositions 9 were '*falling into the Laurion field*', while 8 of them had the high purity acceptably suggested for the silver from Lavrion. The questionable ninth coin No. 540 had ratios not quite consistent with the Lavrion ores and additionally somewhat anomalous elemental compositions with rather high gold and low lead contents. We have now many more analyses of the minerals from Lavrion and indeed these 8 coins are fully consistent with their lead isotope compositions as can be seen on Fig. 8. Besides, their range of the lead isotope ratios is nearly identical to the main group of Hacksilber from Mique, indicating that the same mines in the region of Lavrion might have been used in the 7th and 6th centuries BC. It might be of significance that only one of the coins of the earlier type dated by Price and Waggoner to the 6th century BC is consistent with the origin from Lavrion. All the others are of the type dated to 495-485 BC. The ninth coin No. 540 is also late, dated to 485/480 BC, and on the present evidence seems to be fully consistent with the lead isotope ratios of the ores from mines at Madem Lakkos and Olympias in Chalkidiki.

Ten of the analysed coins from Aegina are said by Gale (et al., 1980, p.36) to have originated from Siphnos. The discussion of the significance of the results of analyses of the Aeginetan coinage in Gale (et al., 1980, p.33-43) combines the results of chemical and lead isotope analyses. The elemental compositions, in particular gold and tin content, are highlighted, as the main elements that can distinguish the Siphnian ores on the principle that tin is often associated with gold ores, and gold has been known to be mined on Siphnos. However, the discussion of the elemental compositions of the said 10 coins is not convincing; their range of trace elements is quite varied. It is noted though that it is rather curious to see that for an island which produced silver there are remarkably few coins known to be minted on Siphnos. Unfortunately, there are no lead isotope analyses of such coins and the coins reproduced in Gale (et al., 1980, p.41, table 12) XRF analyses of some coins from the Siphnian mint show considerable differences in the gold contents amongst them. With many more lead isotope analyses of the Aegean lead/silver ores plotted in Fig. 8, it seems that the

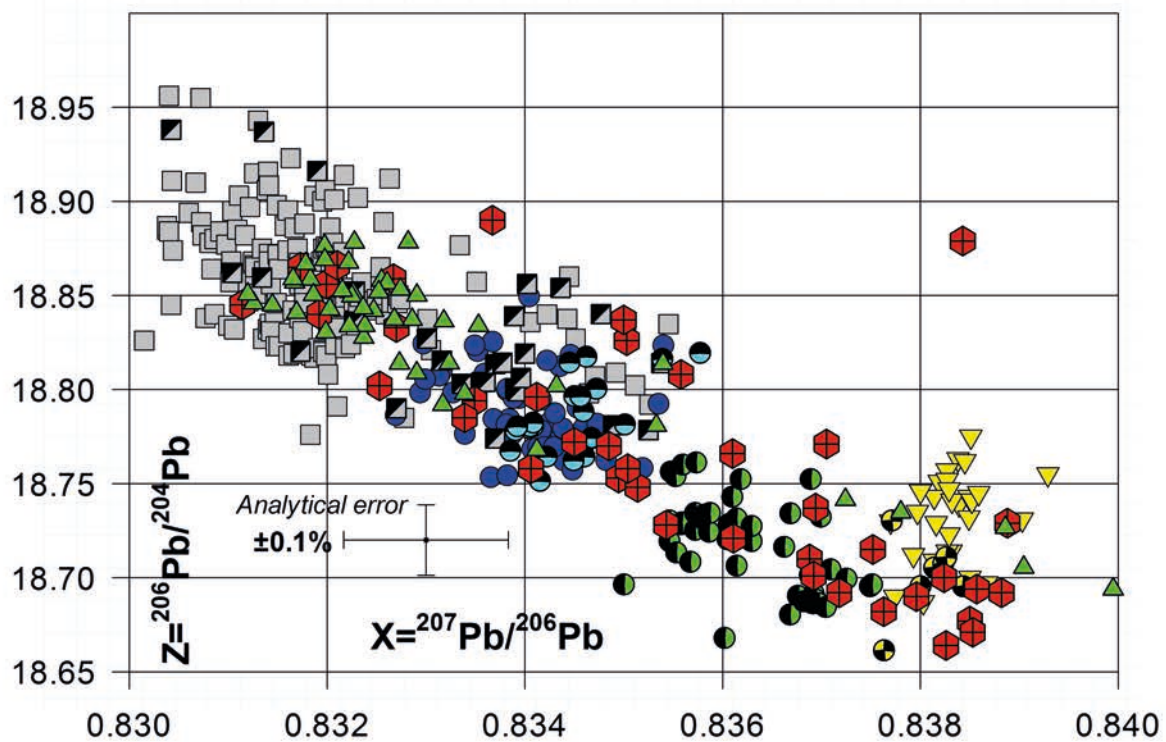
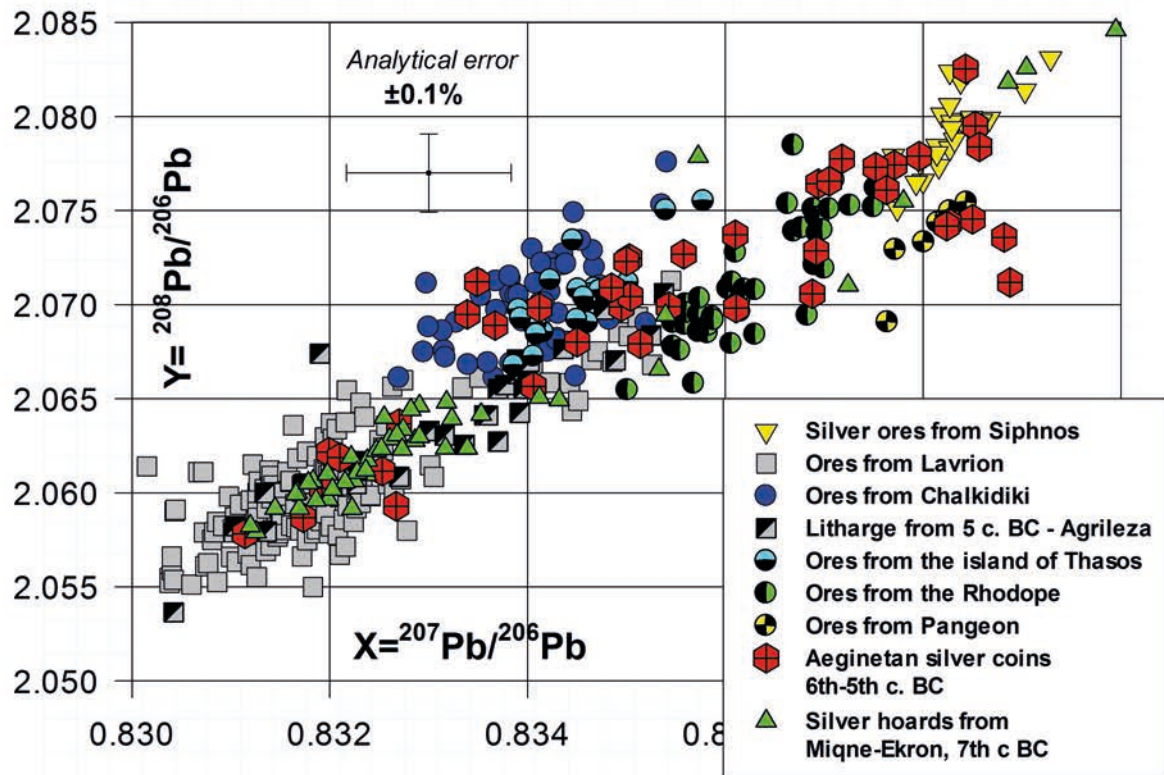


Fig. 8. Lead isotope compositions of the Aegean silver ores and the 6th-5th century coins from Aegina. As a demonstration of the silver production from the mines of Lavrion in the 7th century BC, there are also plotted here the data for the Hacksilber from the hoards found in Miqne-Ekron.

Mint or site	Chronology	Number analysed	Possible origin of silver
Miqne-Ekron	7th-6th c. BC	57	43 Lavrion, Greece; 6 Massif Central (Mt. Lozère) southern France; 1 Rhodope or Pangeon; 3 Siphnos; 1 Thrace; 2 Spain; 1 Rosia Montana, Romania.
Acanthuhs	Before 475 BC	3	2 Chalkidiki; 1 Pangeon
Aegina	6th-5th c. BC	45	8 Lavrion; 5 Pangeon; 10 Rhodope; 1 Thasos; 8 Chalkidiki; 2 Romania; 6 Siphnos; 1 southern Spain; 1 Massif Central; 2 unknown (Taurus?), 1 Troad, Balya (n-w Turkey)
Athens, 'Wappenmünzen'	6th c. BC	7	1 Lavrion; 3 southern Spain; 2 Rhodope; 1 Iran, Nakhlak
Athens	5th c. BC	28	26 Lavrion; 1 (uncertain type) Romania, Baia Mare; 1 (ingot) Chalkidiki or Thasos
Chios	5th-4th c. BC	17	9 Lavrion; 2 Chalkidiki or Thasos, 2 Rhodope; 2 Romania; 2 southern Spain
Corinth	Before 475 BC	9	6 Lavrion; 1 Chalkidiki; 1 Siphnos or Romania; 1 Rhodope
Lesbos	Before 475 BC	1	1 Chalkidiki or Thasos
Lycia	Before 475 BC	2	2 Troad, Balya (Çanakkale)
Mallus or Caria	Before 475 BC	5	3 Lavrion; 1 Rhodope; 1 Iran, Pasar or Rhodope
Maronea	385-37 BC	2	1 Lavrion, 1 Rhodope
Messana	Before 475 BC	1	1 Lavrion
Orescii	Before 475 BC	6	6 Chalkidiki
Persia	Before 475 BC	4	3 Lavrion; 1 Iran Pasar or Rhodope
Salamis	Before 475 BC	1	1 Lavrion
Samos	Before 475 BC	5	4 Lavrion; 1 Siphnos
Selinus hoard, Sicily	6th-5th c. BC	5	1 Lavrion; 1 Rhodope; 1 Chalkidiki 1 Massif Central, southern France; 1 Baia Mare, Romania
Thasos	5th c. BC	36	4 Lavrion; 9 Chalkidiki; 5 Thasos; 1 Pangeon; 10 Rhodope; 2 Romania Apuseni; 1 southern Spain; 4 unknown
Zankle, Sicily	Before 475 BC	3	1 Lavrion; 1 Thasos; 1 Rosia Montana, Romania

Tab. 1. The silver pieces from Miqne-Ekron (Gitin and Golani, 2001; Stos-Gale, 2001) and Greek Archaic silver coins analysed for their lead isotope compositions and discussed in this paper. All lead isotope and chemical data can be seen on the OXALID. Other references: Gale, et al., 1980; Gale, et al., 1988 (Thasos) and Hardwick, et al., 1998 (Chios).

number of Aeginetan coins consistent with the ores from Siphnos is much smaller than 10. In fact, only 6 are fully consistent with the lead isotope ratios of Siphnian ores and litharge (PW 514, PW 534, PW 542, PW 550, PW 435 and PW 436), the seventh one (PW 537) seems to have the ratio of $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ too high for Siphnos, but since there are no other silver ores that would have such sets of ratios it is most likely that the TIMS run of this coin was very poor and the ratios of ^{204}Pb were not accurately measured, such problems with TIMS measurements were not uncommon when lead extracted from samples was too low to run strong isotopic ion beams, and therefore, it can be presumed that the silver in this coin is indeed of Siphnian origin. Not all coins which were interpreted as of Siphnian origin are identified in Gale (et al., 1980) but one (PW 512) on present evidence seems to be more likely to have originated from the silver ores in the Apuseni Mountains in Romania (Rosia Montana: Baron, et al., 2011), but this is rather uncertain. Another two coins from Aegina have isotopic compositions more securely consistent with the silver ores from Transylvania (PW 479 and LBT Ox). Five coins, which might have been previously identified as from Siphnos, seem to be consistent with the lead isotope compositions of the few ore samples from Pangeon that have been analysed (PW 432, PW 433, PW 446, PW 471, PW 549; the data for the ores is also on the OXALID). The Pangeon Mountains are near the northern

coast of Aegean facing the island of Thasos. The Pangeon is mentioned by Herodotus as a mining centre in 510 BC. Davies (1935, pp.234-235) wrote that Pangeon mines were being worked by Thracian or private Greek concessionaries in the later part of the 6th century BC.

A large group of the lead isotope compositions of the Aeginetan coins falls between the values for Lavrion and Siphnos. Gale (et al., 1980, p.42) suggested that these coins might have been made of the silver mined in Macedonia. This hypothesis seems to be fully confirmed by the currently available data for the silver/lead ores from Greece. As can be seen in Fig. 8, a large group of coins is fully consistent with the lead isotope data for the ores from Chalkidiki, Thasos and various ores from the southern Rhodope Mountains (data on the OXALID). The ores from Chalkidiki, Thasos and Balya (silver mine in the Çanakkale region of n-w Turkey) have been formed by very similar ore forming events at nearly the same time and therefore, they are not easy to distinguish isotopically. Nevertheless, it seems rather more likely that the Aeginetans have been procuring quite a large amount of silver from the mines located in northern Greece, and also some silver from Transylvania has found its way to the Aegean. It must be said though, that the isotopic compositions of some of these coins could have been created by melting together silver from Lavrion and Siphnos, but only a few lie on a convincing 'mixing line' between these

two deposits. A further detailed consideration of their trace elemental and isotopic compositions might test that possibility, however, at present it is accepted that most of these early Aeginetan coins were minted from primary silver and therefore, in Tab. 1 the ores that show consistency with the lead isotope compositions for specific coins are given as possible origin of silver. An interesting detail given by Gale (et al., 1980) concerns three coins that have been apparently stamped with the same obverse die (511, 512, 513): two of them have lead isotope ratios consistent with Lavrion, one is quite different, possibly from Rosia Montana (not Siphnos, as previously published). This seems to indicate that silver from different mines was weighed for minting in pieces appropriate for the coins. The hypothesis of the use of primary silver for these coins can also be re-enforced by the high purity of these coins (over 98 % Ag in majority): using silver bullion of unknown quality would not guarantee their high value.

Four coins from Aegina have lead isotope compositions not consistent with any of the Aegean ore deposits and out of the range of their lead isotope ratios; therefore, they are not plotted on Fig. 8. One coin, as already indicated by Gale (et al., 1980 p.43) has lead isotope composition fully consistent with the mines in south Spain, but not really the Rio Tinto mines. On present evidence this coin (PW 444) is consistent with the ores from the mines of Jaén and the debris from the Phoenician site of La Fonteta near Alicante (Renzi, et al., 2009). There is also one coin (PW 477) that seems consistent with the silver from the Massif Central in southern France (Baron, et al., 2006) and one possibly consistent with the ores in southern Turkey in the Taurus Mountains. This coin is of high purity containing 99 % Ag. It is not known at present if these ores were exploited in the mid-first millennium BC, but they were used in the earlier periods (Yener, et al., 1991). Unfortunately there are no chemical analyses of the coins that have lead isotope compositions consistent with the origin from the Western Mediterranean and Romania.

This re-evaluation of the lead isotope data for the Aeginetan coins is somewhat different to the conclusions drawn by Gale (et al., 1980, p.43). They concluded that Aegina relied on three main sources of silver for the coins: Lavrion, Siphnos '*...and a third as yet unlocated source, perhaps in Macedonia, Lydia or even Euboea*'. However, out of 45 coins only 8 are consistent with the origin from Lavrion and 6 from Siphnos. More than half of this group of analysed coins (24) is consistent with the northern Greek mines in Chalkidiki, Pangeon, southern Rhodope and possibly Thasos. Small amount of silver might have been also coming from much further, or being re-used from earlier reserves of high quality bullion. Single coins indicate origins in the west, north and east of the Aegean. This pattern shows that perhaps the main supply of silver was coming to Aegina from the Macedonian and Thracian tribes, not from Lavrion or Siphnos, and there was also a small trickle of silver resulting in a wide ranging trade of the Aeginetans. The summary of the possible origin of silver for the Aeginetan coins is listed in Tab. 1.

Athens

The mines in Lavrion, Attica, are located some 50 km south of Athens on the Aegean coast and played most certainly an important role in the production of silver used for the Athenian coins (see for example: Conophagos, 1980). Extensive research into the sources of metals in the Bronze Age Greece has revealed that the mines in Lavrion have been exploited for lead, silver and copper since at least the late 3rd millennium BC (Spitaels, 1984; Gale, et al., 2008; Stos-Gale, 2014). It is known from the writings of Herodotus that the rich silver ores were discovered in Lavrion in 483 BC but it seems from the lead isotope analyses of the earlier silver (for example, the 7th century Hacksilber from Mique) that the production of silver in Lavrion was quite prolific also earlier. It is therefore quite surprising that the analysed earliest Athenian coins, the seven Wappenmünzen dated to the end of the 6th century BC, are not all made of silver from Lavrion, as can be seen in Fig. 9. Only one of them (a wheel obol from the Ashmolean Museum in Oxford) is fully consistent with the origin from the Lavrion silver, but Gale (et al., 1980) notes that the obols were also minted in the early 5th century BC, so this coin might be later than the others. The other six, all from the British Museum collection, show very varied lead isotope compositions excluding their origin from the Lavrion silver and reflecting widely different origins of silver. Gale (et al., 1980, p.30) concluded after a lengthy discussion of the known elemental compositions of Wappenmünzen, that '*...the silver was being obtained from a number of different (at present undiscovered) sources Laurion being not yet largely exploited*'. A comparison of these then unknown lead isotope ratios with the current database indicates that at least two of the analysed Wappenmünzen (BMC3 amphora and BMC 18 gorgoneion) are consistent with the lead isotope ratios of ores from the southern Rhodope (Macedonia or Thrace), and one (BMC 1) with the samples of ores from a silver mine of Nakhlak in Iran. The remaining 3 coins have lead isotope compositions consistent with the silver mines in Spain: BMC 17 with ores from Mazzaron in eastern Spain near Murcia, the BMC 1 and BMC 9 with ores from Jaén. The largest Roman silver mines were in south-west Spain and it is known that silver was produced there also much earlier (Rothenberg and Blanco-Freijeiro, 1981, Kassianidou, 1992).

Gale (et al., 1980, p.28, table 7) published analyses of 14 Athenian 'owl' tetradrachms dated to the early years of the 5th century BC and concluded that they all are consistent with the origin from the silver mines of Lavrion (one coin listed in their table 7 as Athenian is in fact an Oresci coin with Price and Waggoner, No. 65; MPI 69). Since then, we have analysed another 8 such coins (from the Bibliothèque Nationale at Paris and from private collection of Leslie Beer) and found them all consistent with the origin from Lavrion. Two of the tetradrachms (Paris 289 and 9) are consistent with lead isotope ratios of the litharge from the 5th century BC silver extraction

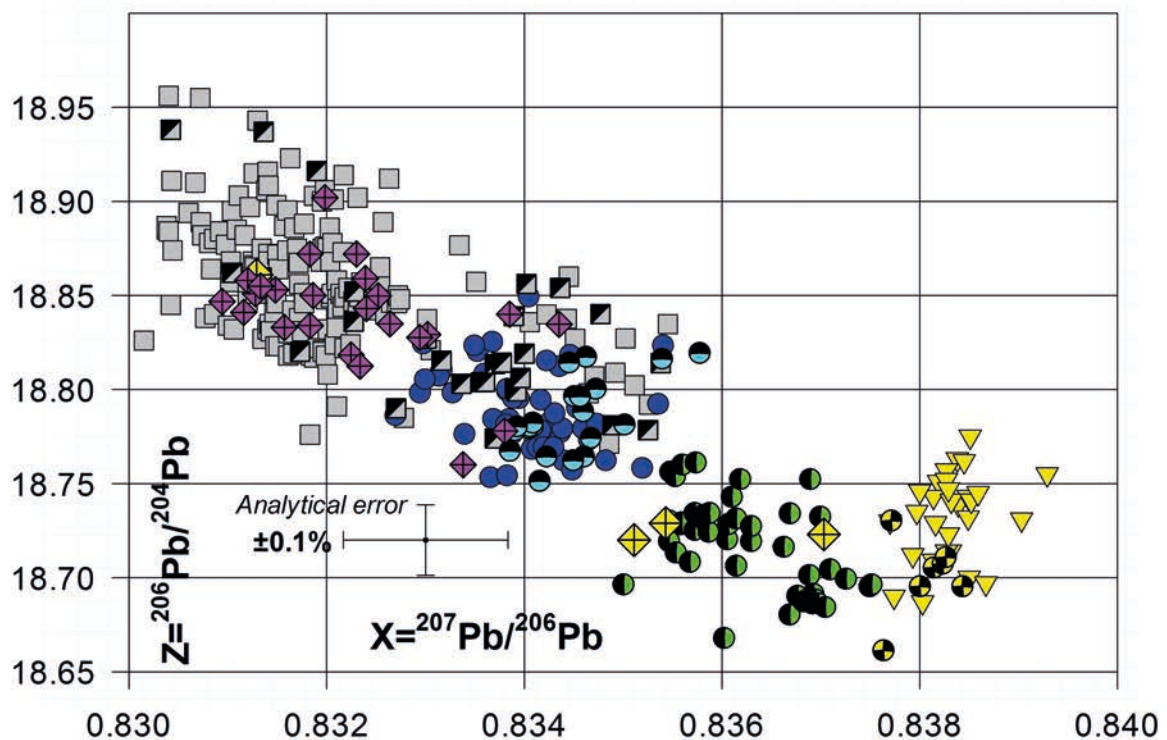
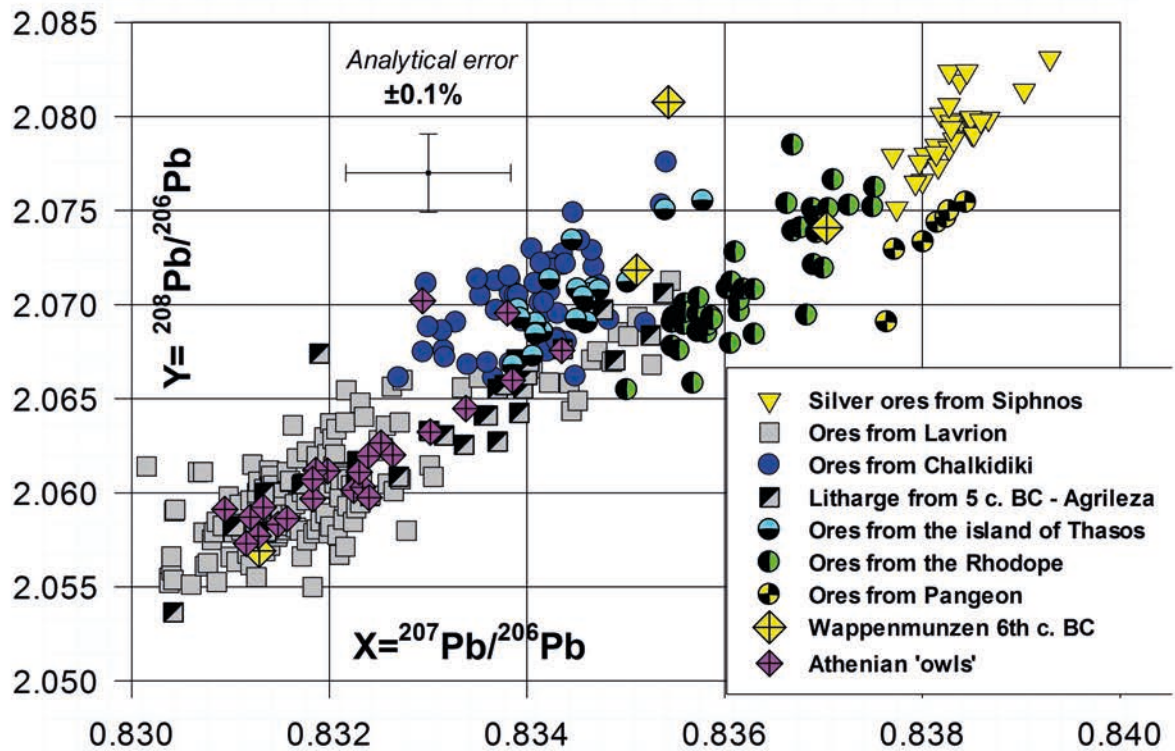


Fig. 9. Lead isotope compositions of the archaic silver coins minted by Athens, compared with the silver ores from Greece.

site at Agrileza in Lavrion (Ellis Jones, 1988). There is, however, one exception; on the Isotrace database there is a tetradrachm with a number MPI X from the Asyut hoard (before 475 BC) which seems to be consistent with the silver from Baia Mare in Romania. However, this deposit has silver only secondary to gold and it is not sure if it was exploited for silver in the 1st millennium BC, therefore this result needs to be treated with caution. Another 'outlier' listed on the database as 'Athens' is a silver ingot from the Asyut hoard (No. MPI 140c), that has lead isotope compositions which are consistent with the ores from Thasos and Chalkidiki. Therefore, it seems that indeed all 'owls' well described on the OXALID database are consistent with the origin from the silver mines in Lavrion.

Thasos

In the Archaic period the regions of Macedonia and Thrace produced a large number of silver coinage. It is said in ancient sources that the agricultural wealth of this region was supplemented by one of the most prolific silver mines in the ancient world. Only 4 Thasian coins from the Asyut hoard were analysed for their lead isotope compositions (Gale, et al., 1980), but nearly a decade later, a larger body of Thasian coins from the Ashmolean Museum in Oxford and from the Bibliothèque Nationale at Paris were analysed in the Isotrace Laboratory (Gale, et al., 1988). Altogether, there are 36 such coins listed on the OXALID database, mostly also with elemental compositions. In the publication of the results of the 31 of these coins, Gale (et al., 1988, p.218) concluded that 15 of them have lead isotope compositions consistent with their silver having come from Thasian silver ores, and three (1985, 1993 and J9) have compositions consistent with silver coming from Lavrion. When there is no doubt that the latter cannot be denied, it is difficult to find in this group of coins 15 that would be consistent with the lead/silver ores from Thasos; there are at the most 5 such coins. It is true that at present, there are still very few (22) lead isotope analyses of ores and slags from Thasos, partly because there is not much galena left for sampling after centuries of mining (mainly for zinc). Besides, isotopically there are several groups of ores in the northern Aegean that have a very similar range of lead isotope ratios. As can be seen in Fig. 10, the data for ores from Chalkidiki and Thasos are in part isotopically indistinguishable. However, on the present evidence it seems that there are many more coins consistent with the lead isotope compositions of the ores from Chalkidiki and from several deposits in the Rhodope Mountains (Kirki, Virini, Madjarovo in Bulgaria, Iasmos and Farasinon in Thrace) than from Thasos.

Further, Gale (et al., 1988, p.219) concludes that five coins are consistent with the origin from the Siphnian ores. This again cannot be confirmed, none of these coins has lead isotope ratios fully consistent with the analysed Siphnian ores.

The conclusions drawn in the paper by Gale (et al., 1988, p.221) indicate that there was a small disagreement between the numismatic and scientific evidence: *'However the study of monetary circulation, based on hoards and coins from excavations, makes it very unlikely that silver obtained from ores from Lavrion, Siphnos, Almiropotamos or the Halkidiki was used to make Thasian coins. Moreover ... the coins ... may well be made of silver coming ... from a source located in the Thasian peraea on the mainland.'* Perhaps the famous 'prolific mines' controlled by Thasos were not located on the island itself, but on the mainland. Indeed, while it still seems that three of the coins are consistent with the origin from Lavrion, none are from Siphnos. Chalkidiki cannot be excluded, taking into account the importance of this region for silver mining (Wagner, et al., 1986). Additionally, there are four coins amongst the Thasian group that at present do not match any of the analysed silver ores. It must be said that the Rhodope Mountains and Pangeon where there are many ancient mines and slag heaps are very good candidates for the origin of silver with such lead isotope ratios and it seems that these mines and slags should be thoroughly investigated by archaeometallurgists. Finally, there are two Thasian coins that are consistent with the origin from the Apuseni Mountains in Romania and one which has lead isotope ratios of the silver mines in southern Spain.

Chios

Chios was an important ally of Athens in the Delian League and since there are no local deposits of silver on this island, its coinage provides important information about its economy in the 5th c BC. Seventeen coins from Chios, and 2 from its only colony Maronea, were analysed for their lead isotope and elemental compositions (Hardwick et al. 1998). The lead isotope ratios of some of these coins are plotted in Fig. 10. Three other coins fall outside the range of lead isotope ratios on this diagram: number 1949-4-11.809 dated to c. 510 BC, is identified in Hardwick (et al., 1998, p.380) as of uncertain origin ('*Tirebolu or mixture*'). In fact, its lead isotope ratios are fully consistent with the new data from the Rosia Montana in Romania. Another coin (BM 1841.3030) identified previously as from Balya is also consistent with the lead isotope ratios of the ores from this region (Baia Mare).

With slight adjustments of the possible provenance of silver based on the TestEuclid results it seems that out of the remaining 17 coins from Chios and Maronea 10 are fully consistent with Lavrion, 2 with Chalkidiki and 3 with the lead isotope data for the ores in the south Rhodope Mountains. The division into these 3 groups is particularly well visible on the plot showing ratios $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ on the lower part of Fig. 10. Additionally, two coins (as concluded before) are consistent with silver originating from the Iberian Peninsula, and in particular with the silver extraction site at Monte Romero in Huelva (Kassianidou, 1992 and OXALID).

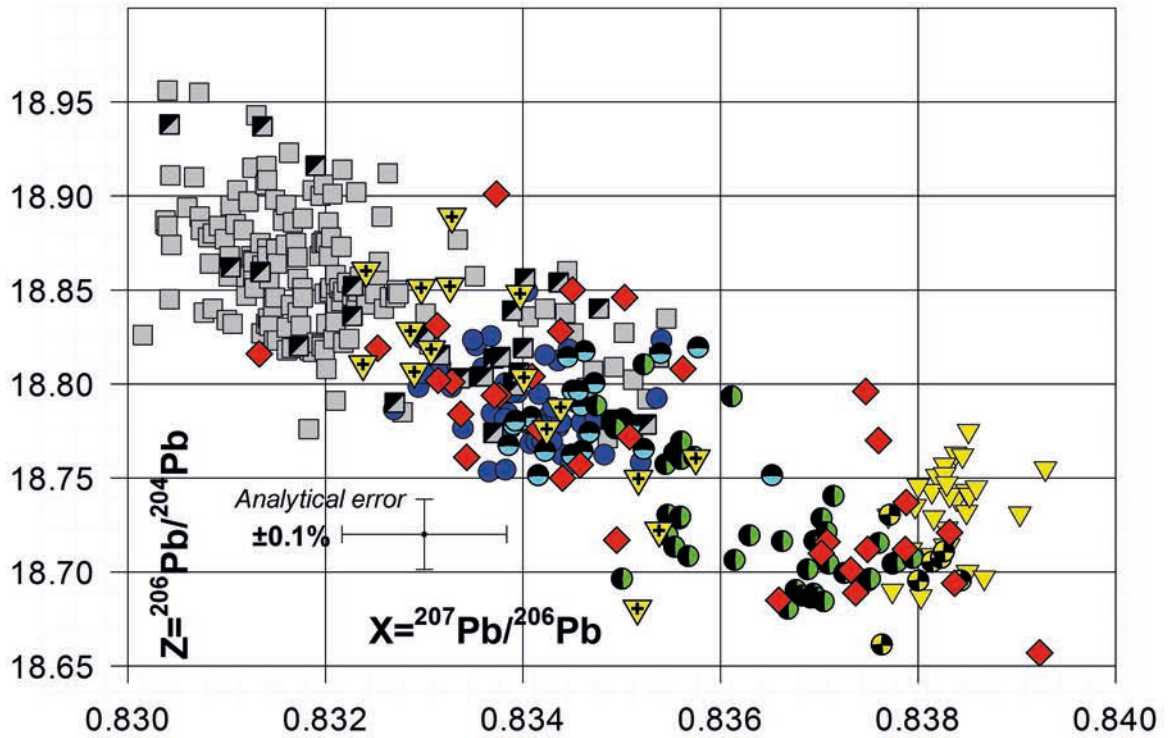
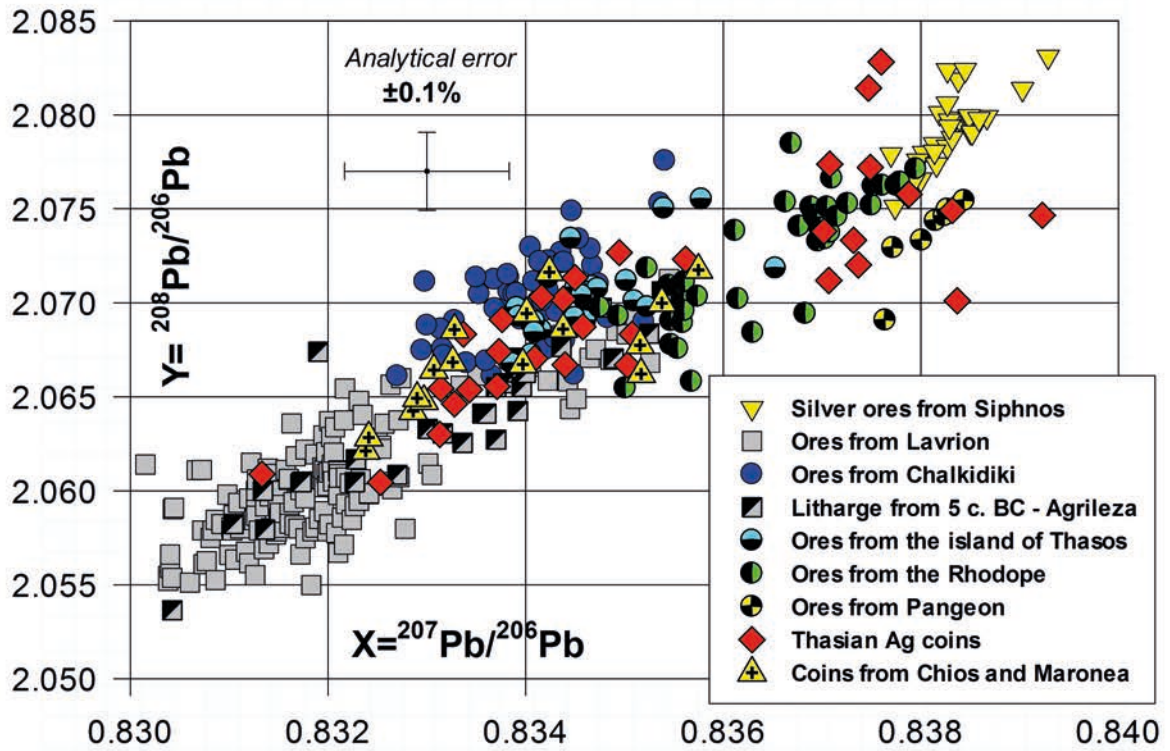


Fig. 10. Lead isotope ratios of Archaic silver coins from Thasos and Chios, compared with the silver ores from Greece.

Silver from the South Carpathians and the western Mediterranean in the 1st millennium BC Aegean

It is perhaps pertinent to briefly discuss here the possibility of silver from Transylvania being used in the first millennium BC by the Greek city states. The gold-silver deposits in modern Romania might have been exploited since the Bronze Age and there is some evidence that the silver from this region found its way into the Mycenaean shaft graves (Stos-Gale, 2014). Fig. 11 shows a comparison of the lead isotope compositions of the published ore samples from Romanian gold-silver-copper deposits with the earlier silver objects found in Greece and the archaic coins that are consistent with these lead isotope ratios. It is evident from this plot that silver from Lavrion was also exploited in the Bronze Age, but there is a considerable group of silver vessels in the Mycenaean Shaft Graves and on some other BA sites that concerning lead isotope and some archaeological evidence is consistent with the origin from the Carpathians (Stos-Gale, 2014).

The lead isotope data for the ores from Romania became available only in the recent years (Baron, 2010; Marcoux, 2002) and therefore, the possible origin of metals from the north of the Aegean was never raised in the discussions of the prehistoric sources of metal in the Aegean. However, there is no doubt that the silver deposits in the Apuseni Mountains and Rosia Montana (to a less extent) were significant, since even in the second half of the 20th century over 30 tons of silver a year were extracted in Romania (Dunning, et al., 1982, p.287). Out of 183 Archaic Greek silver coins analysed so far for their lead isotope compositions nine coins have lead isotope compositions consistent with the ores from Rosia Montana (4) and Baia Mare (5). They are from several different mints: 1 from Athens, 2 from Aegina, 2 from Thasos, 2 from Chios, one from Zankle on Sicily and an ingot C with turtle stamp from the Selinus hoard found on Sicily (Beer-Tobey, et al., 1998). This result suggests that a small amount of silver from Transylvania circulated in the south of Europe in the 1st millennium BC. The archaeometallurgical research in the gold-silver mines of Romania is not very advanced yet. It seems possible that the silver mining in this region started in the prehistoric times and continued before the Roman period. Therefore, mapping the chronological and archaeometallurgical exploitation of these deposits could be an interesting line of research.

Much more information is available for silver extraction from ores on the Iberian Peninsula. There are several recently published papers concerning the Bronze Age and Phoenician silver extraction in Spain (for example: Renzi, et al., 2009 and 2012; Bartelheim, et al., 2012; Montero Ruiz, et al., 2009) and the historical sources suggest that silver from Spain was used in the Aegean in the early first millennium BC (as explained, for example, in Hardwick, et al., 1998, pp.375-376), so finding some

coins consistent with the lead isotope ratios which are characteristic of Spanish ores is no surprise.

More surprising is an indication that a small amount of silver might have been exploited at that time in the Massif Central in southern France, too. So far, the information about the exploitation of the ores in this region is very fragmentary. The lead isotope ratios used in this paper for comparisons come from geological literature (Brevart, et al., 1982) and the data from a paper about Mediaeval silver extraction in this area (Baron, et al., 2006), but so far, there is no scientific information about the production of silver in the southern France in the 1st millennium BC, so the hypothesis of the origin of silver from this mines for the Archaic coins proposed here is very tentative. In his book on Roman mining in Europe (1935, pp.77-78 and pp.81-83), Davis mentions many ancient silver mines in southern Gaul, but much more information and lead isotope data is needed to confirm this hypothesis.

Conclusions

The lead isotope compositions of the analysed coins indicate that the great majority of the silver used by the Archaic Greek mints was from Lavrion, Chalkidiki and the deposits in the Rhodope Mountains, including Pangeon. However, small amounts of silver might have originated in the West Mediterranean and possibly also in the Carpathians. It might be surprising and going somewhat against the earlier evaluations of the compositions of the Greek Archaic silver coins, that silver from Siphnos and Thasos does not feature prominently in this group. First of all, it has to be said that many more analyses of the earliest coins from different mints need to be analysed to confirm this hypothesis – the majority of coins analysed so far is from one hoard found in Egypt (100 out of 183) which might not be entirely representative for the whole population of the coins minted at the end of the 6th and beginning of the 5th century BC. The other two large groups are of coins from the north Aegean islands: Chios and Thasos, so the predominance of silver from northern Greece can be related to the distance from these mines. Besides, the interpretation of lead isotope data presented here relies on very few analyses of ores from Pangeon, Thrace and Macedonia, in particular from the mine sites known from the writings of Herodotus, and other sources. Therefore, only extensive archaeometallurgical research into the silver mining in northern Greece with many more lead isotope and chemical analyses can confirm or contradict this hypothesis. Additionally, not much is known about the silver production in pre-Roman Dacia and in the northern Rhodope (Bulgaria) where there are also large amounts of lead slags and known silver mines; these regions should be investigated, too.

Fig. 12 shows a plot of all Greek Archaic silver coins of the discussed here (all data is available on the OXAL-ID). This plot is useful as a demonstration of two points of

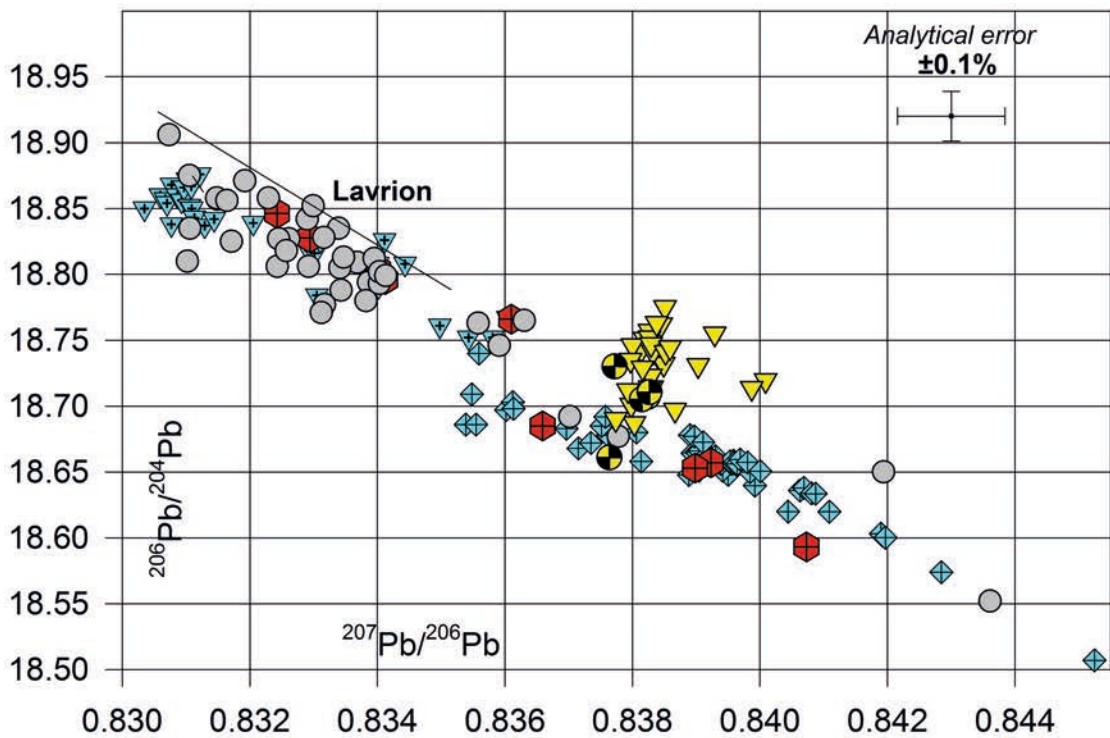
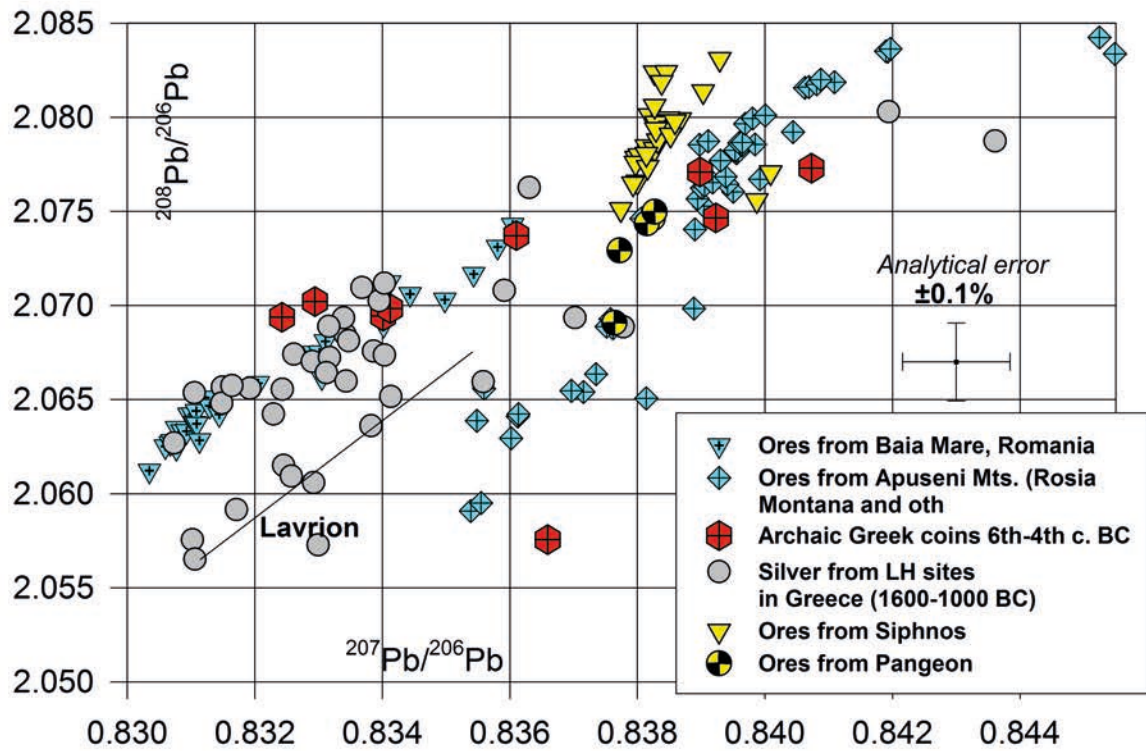


Fig. 11. Lead isotope ratios of ores from two gold-silver-copper deposits in the eastern Carpathians (Romania) and the Archaic silver Greek coins that seem consistent with the origin from these ores. In the same figure there are plotted data for the Mycenaean silver discussed previously by Stos-Gale (2014).

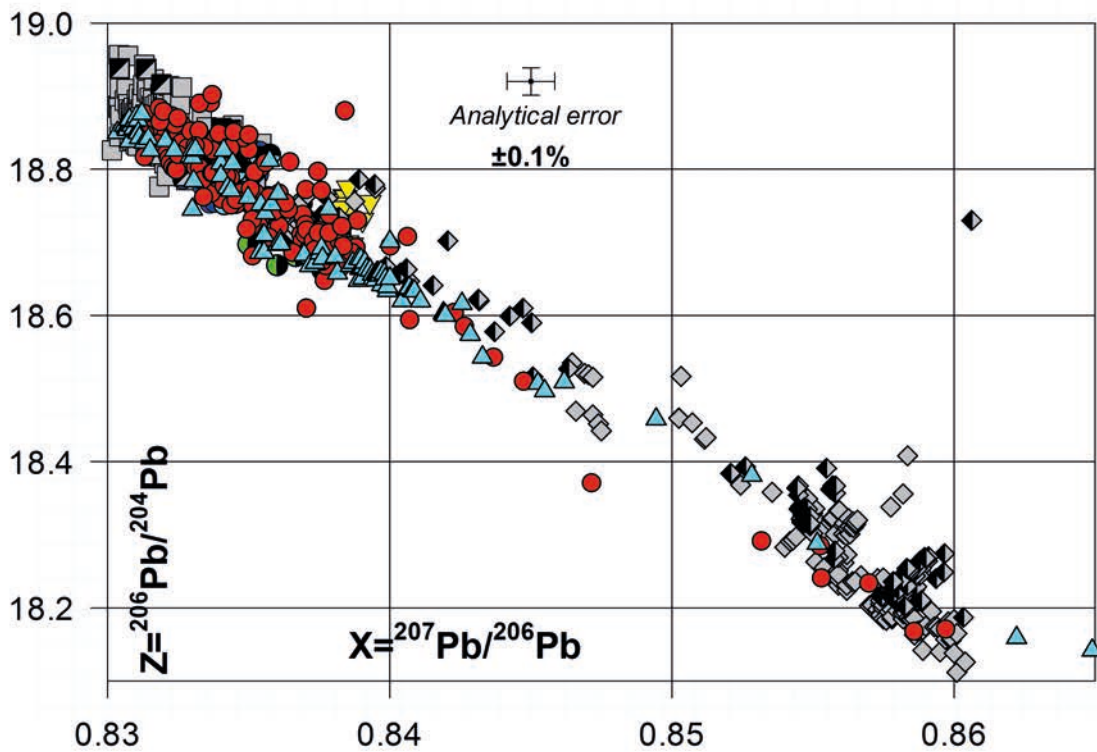
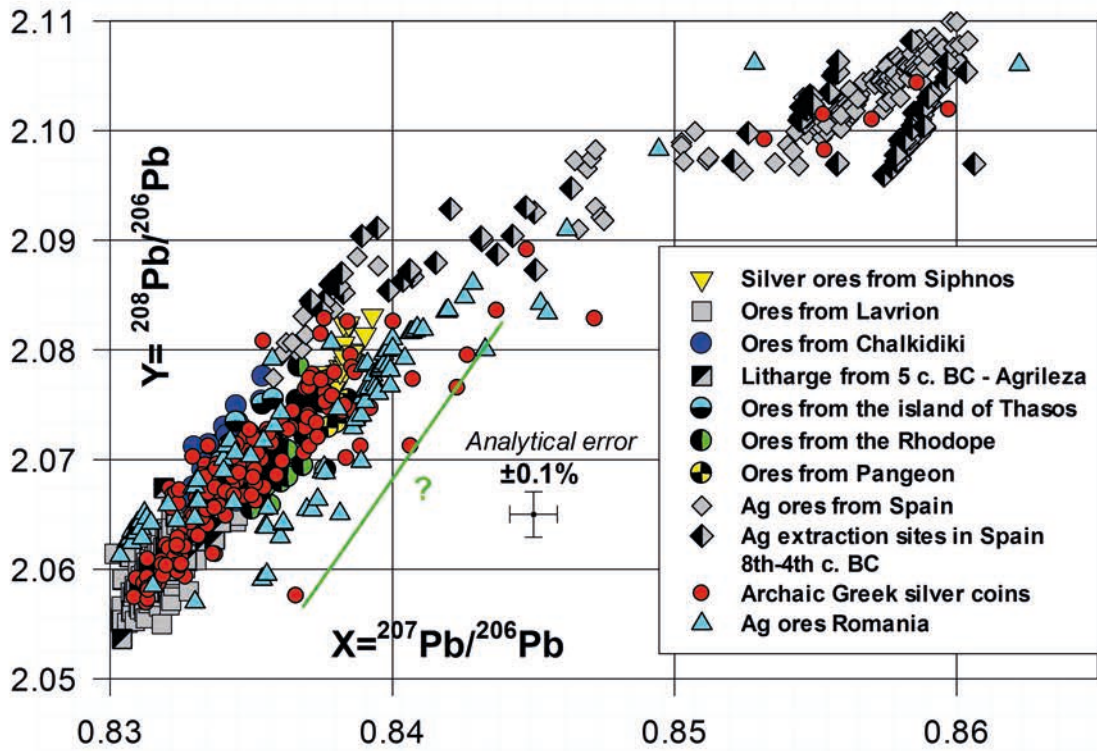


Fig. 12. Plot of all data available at present for the Greek silver coins dated to 6th-4th century BC. Of particular interest is a small group of coins: 1 from Thasos, 2 from Aegina and 2 from Athens that have lead isotope compositions which are not consistent with any of currently known silver ore deposits.

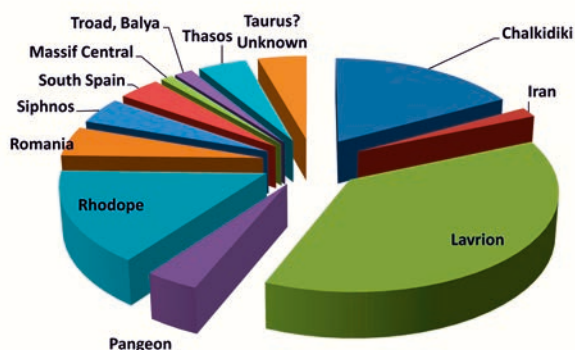


Fig. 13. Possible origins of silver used for the 6th–4th century BC Greek coins as indicated by their lead isotope compositions.

the lead isotope interpretation: firstly that there are several coins with lead isotope ratios that at present do not match any of the analysed silver ores (marked with '?' in Fig. 12), and secondly that the distribution of data points on this plot does not indicate convincingly that the Iberian silver was extensively mixed with the Aegean metal. Such mixing would result in a random scatter of data points between the two group of ores and that is not the case. It seems more likely that the amount of silver originating in the Western Mediterranean and the Aegean is assessed correctly. As a working hypothesis for further consideration by numismatists and archaeometallurgists this re-evaluation of published lead isotope data for the Archaic Greek silver coins suggest a rather complex pattern of the origin of silver used for these coins. Tab. 1 lists the mints and the number of coins analysed, as well as the suggested sources of silver based chiefly on their lead isotope compositions. Fig. 13 shows a pie chart based on this interpretation. This count shows that 38 % of silver is consistent with the origin from Lavrion, 17 % from Chalkidiki, 15 % from Rhodope. Thasos, Siphnos and Pangeon contribute 4 % each; this indicates that for these 183 coins nearly the same amount of silver originated from Lavrion as from the northern Aegean. The Western Mediterranean ores contribute 5 % (Spain and southern France), while another 4 % are from unknown source. It must be emphasized that this interpretation of the lead isotope data is only tentative and still opened to re-interpretation, mainly in conjunction with the reliable elemental data.

In the two papers quoted above (Gale, et al., 1980 and 1988) the authors are discussing in very detailed manner the elemental analyses of major and trace elements in the coins and ore samples. It is believed that, in comparison with the lead isotope data, the chemical compositions of coins might give a quite new perspective. For example, the gold and bismuth contents in the ores and silver coins are usually quite significant in disentangling or strengthening the attributions made on the basis of lead isotope compositions. Unfortunately, the number of trace elemental analyses of these coins is very small; many published analyses were made by ED XRF which gives only contents of Pb, Cu, Au and Ag in concentrations

above c. 0. 1 %, and many were not analysed at all. Considering all available analytical data, at present it seems that they are not at all conclusive or even helpful. Combining lead isotope data with the elemental compositions show that even in the coins that are fully consistent with the lead isotope ratios of the mines in Lavrion, the contents of gold, lead and copper can vary considerably. Therefore, it seems that at present the elemental compositions cannot help with the interpretation and perhaps this is a topic for another paper.

Though the powerful combination of lead isotope plus trace element analyses have already made numismatic studies much more interesting and rewarding, there clearly remains a great scope for further work. This is particularly true for the earliest Greek coins. Price (1980) pointed out that, though the work reported then on Greek coins by Gale *et al.* represented a substantial advance, a more significant advance would likely be made if a really large scale analytical programme was to be mounted in this field. He drew attention to a number of questions of great concern to the numismatist which might be addressed by lead isotope analyses, apart from the central question of the travelling of silver. In the Archaic Greek field they include a knowledge of mining sources which can be gleaned from a study of the Macedonian tribal coinage and similar coinage like that of the Aegean islands and Lycia, together with an expanded sampling of ores from ancient mine workings. So for example, the Orescii were amongst a number of peoples in northern Macedonia who at the time of their coinage were almost certainly mining communities, so that the varied coinage of Macedonia offers a rich field of enquiry to discover how many, and which, sources of silver were available to the cities which struck coins. For the Persian sigloi, Price suggested that an extensive study is needed of the issues of Croesus, including the posthumous issues, in conjunction with the early sigloi. Incidentally, he also expressed a mild surprise at the identification of Siphnos as a major source of silver, in view of the scarcity of coinage attributable to that island, which now seems justified. Price urged the need for further work on the island coinage some of which, as Paros, coined silver to a much larger extent. He advocated further detailed work on the early owls and Wappenmünzen in order to help resolve still controversial issues in the Athenian coinage. It seems that 35 years later, these questions are still waiting for an answer.

Bibliography

- Balmuth, M.S. ed., 2001. *Hacksilber to coinage. New insights into the monetary history of the Near East and Greece.* Numismatic Studies, No. 24. New York: The American Numismatic Society.
- Baron, S., Carignan, J., Laurent, S. and Ploquin, A., 2006. Medieval lead making on Mont-Lozere Massif (Cevennes-France): Tracing ore sources using Pb isotopes. *Applied Geochemistry*, 21, pp.241-252.
- Baron, S., Tămaş, C. G., Cauuet, B., and Munoz, M., 2011. Lead isotope analyses of gold-silver ores from Roşia Montană

- (Romania). A first step of metal provenance study of Roman mining activity in Alburnus Maior (Roman Dacia). *Journal Arch. Scien.*, 38, pp.1090-1100.
- Bartelheim, M., Contreras Cortes, F., Moreno Onorato, A., Murillo-Barroso, M. and Pernicka, E., 2012. The silver of the South Iberian el Argar Culture: A first look at production and distribution. *Trabajos de Prehistoria*, 69, pp.104-120.
- Beer-Tobey, L., Gale, N.H., Kim, H. and Stos-Gale, Z. A., 1998. Lead isotope analyses of four late archaic silver ingots from the Selinus hoard. In: A. Oddy, M. Cowell, eds. *Metallurgy in Numismatics, Vol 4*. Royal Numismatic Society, Special Publication No. 30. London: Royal Numismatic Society, pp.385-393.
- Brevart, O., Dupre, B. and Allegre, C.J., 1982. Metallogenic provinces and the remobilisation process studies by lead isotopes; lead-zinc ore deposits from the southern Massif Central, France. *Economic Geology*, 77(3), pp.564-575.
- Conophagos, C.E., 1980. *Le Laurium Antique et la technique grecque de la production de l'argent*. Athens: Ekdotike Hellados.
- Davis, O., 1935. *Roman Mines in Europe*. Oxford: Clarendon Press.
- Duning, F.W., Mykura, W. and Slater, D. eds., 1982. *Mineral Deposits of Europe, Vol. 2: Southeast Europe*. The Mineralogical Society. The Institution of Mining and Metallurgy. London: Institution of Mining and Metallurgy.
- Ellis Jones, J., 1988. The Athenian silver mines of Laurion and the British School at Athens excavations at Agrileza. In: J. Ellis Jones, ed. *Aspects of Ancient Mining and Metallurgy*. Acta of a British School of Athens Centenary Conference at Bangor, 1986. Bangor: Dept. of Classics, Univ. College of North Wales, pp.11-22.
- Gale, N. H., Gentner, W. and Wagner, G.A., 1980. Mineralogical and Geographical Silver Sources of Archaic Greek Coinage. In: D.M. Metcalf, ed. *Royal Numismatic Society Special Publication No.13, Metallurgy in Numismatics*, Vol.11, pp.3-50.
- Gale, N.H., Picard, O. and Barrandon, J. N., 1988. The Archaic Thasian silver coinage. In: G. A. Wagner, G. Weisgerber, eds. *Antike Edel- und Buntmetallgewinnung auf Thasos, Der Anschnitt*. Beiheft 6, Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum, pp.212-223.
- Gale, N. and Stos-Gale, Z., 2000. Lead isotope analyses applied to provenance studies. In: E. Ciliberto, G. Spoto, eds. *Modern Analytical methods in Art and Archaeology. Chemical Analyses Series*, Vol. 155. New York: John Wiley and Sons, pp.503-584.
- Gale, N. H., Kayafa, M. and Stos-Gale, Z.A., 2008. Early Helladic Metallurgy at Raphina, Attica, and the Role of Lavrion. In: I. Tzachili, ed. *Aegean Metallurgy in the Bronze Age*, Athens: Ta Pragmata Publications, pp.87-104.
- Gentner, W., Müller, O., Wagner, G. A. and Gale, N.H., 1978. Silver sources of Archaic Greek coinage. *Naturwissenschaften* 65, pp.273-284. Springer Verlag.
- Gitin, S. and Golani, A., 2001. The Tel Mique-Ekron silver hoards: the Assyrian and Phoenician connections. In: M. Balmuth, ed. *Hacksilber to coinage: new insights into the monetary history of the Near East and Greece. Numismatic Studies No. 24*. New York: The American Numismatic Society, pp.27-48.
- Hardwick, N., Stos-Gale, Z.A. and Cowell, M., 1998. Lead isotope analyses of Greek coins of Chios from the 6th - 4th centuries B.C. In: A. Oddy, M. Cowell, eds. *Metallurgy in Numismatics, Vol 4*. Royal Numismatic Society, Special Publication No. 30. London: Royal Numismatic Society, pp.367-384.
- Hauptmann, A., Maddin, R. and Prange, M., 2002. On the structure and composition of copper and tin ingots excavated from the shipwreck of Uluburun. *Bulletin of the American School of Oriental Research*, 328, pp.1-30.
- Kassianidou, V. 1992. Monte Romero, a silver producing workshop of the 7th century BCE in southwest Spain. *Institute for Archaeometallurgical Studies – IAMS 18*, pp.7-10. [online]. Available at: https://www.ucl.ac.uk/iams/newsletter/according/journals/iams_18/iams_18_1992_kassianidou.
- Kraay, C.M., 1976. *Archaic and Classical Greek Coins*. London: Methuen.
- Kraay, C.M. and Emeleus, V.M., 1962. *The compositions of Greek silver coins*. Oxford.
- Kouzmanov, K., Ivăăcanu, P. and O'Connor, G., 2005a. Porphyry Cu-Au epithermal Au-Ag deposits in the southern Apuseni Mountains Romania. In: D. Blundell, N. Arndt, P.R. Cobbold, C. Heinrich, eds. *Geodynamics and ore deposits evolution in Europe*. Amsterdam: Elsevier Science, pp.46-47.
- Kouzmanov, K., Bailly, L., Tămaă, C. and Ivăăcanu, P., 2005b. Epithermal Pb-Zn-Cu(Au) deposits in the Baia Mare district, Eastern Carpathians, Romania. In: D. Blundell, N. Arndt, P.R.Cobbold, C. Heinrich, eds. *Geodynamics and ore deposits evolution in Europe*. Amsterdam: Elsevier Science, pp.48-49.
- Ling, J., Stos-Gale, Z., Grandin, L., Billström, K., Hjărthner-Holder, E. and Persson, P.-O., 2014. Moving metals II: provenancing Scandinavian Bronze Age artefacts by lead isotope and elemental analyses. *Journal of Archaeological Science*, 41, pp.106-132.
- Marcoux, E., Grancea, L., Lupulescu, M. and Milesi, J-P., 2002. Lead isotope signatures of epithermal and porphyry-type ore deposits from Romanian Carpathian Mountains. *Mineralium Deposita*, 37, pp.173-184.
- Montero Ruiz, I., Castanyer, P., Gener, M., Hunt, M.A., Mata, J.M., Pons, E., Rovira Llorens, S., Rovira Hortalca, C., Renzi, M., Santos Retolaza, M. and Santos Zaldeuegui, J. F., 2009. Lead and silver metallurgy in Emporion (L'Escala, Girona, Spain). In: *Archaeometallurgy in Europe 2007. 2nd International Conference, Grado-Aquileia*. Selected Papers, pp.423-434.
- OXALID, 2012. Oxford Lead Isotope Archaeological Database. [online]. Available at: <http://OXALID.arch.ox.ac.uk>.
- Price, M. and Waggoner, N., 1975. *Archaic Greek coinage – the Asyut Hoard*. London: V.C. Vecci and Sons.
- Price, M.J., 1980. The uses of metal analysis in the study of archaic Greek coinage: some comments. In: D. M. Metcalf, ed. *Metallurgy in Numismatics*, Vol. I. The Royal Numismatic Society, 13. London: Spink, pp.50-54.
- Renzi, M., Montero-Ruiz, I. and Bode, M., 2009. Non-ferrous metallurgy from the Phoenician site of La Fonteta (Alicante, Spain), a study of provenance. *Journal of Archaeological Science*, 36, pp.2584-2596.
- Renzi, M. Rovira Llorens, S. and Montero Ruiz, I., 2012. Riflessioni sulla metallurgia fenicia dell'argentonella Penisola Iberica. *Notizie Archeologiche Bergomensi*, 20, pp.185-194.
- Rothenberg, B. and Blanco Fereijeiro, A. eds., 1981. *Studies in ancient mining and metallurgy in south-west Spain: explorations and excavations in the province of Huelva*. Metal in history, 1. London: IAMS.
- Ryan, C.T.W., 1960. *A Guide to the Known Minerals of Turkey*. Ankara: MTA Publication.
- Santos Zaldeuegui, J.F., Garcia de Madinabeitia, S., Gil Ibarguchi, J.I. and Palero, F., 2004. A lead isotope database: the Los Pedroches Alcudia area (Spain); implications for archaeometallurgical connections across south western and south eastern Iberia. *Archaeometry*, 46.4. pp.625-634.
- Spitaels, P., 1982a. An unstratified Late Mycenaean deposit from Thorikos (Mine Gallery No.3)-Attica, *Miscellanea Graeca*, 5, pp.83-103.
- Stos-Gale, Z. A. and Gale, N.H., 1982. Sources of Mycenaean Silver and Lead. *Journal of Field Archaeology*, 9, pp.467-485.

- Stos-Gale, Z. A. and Gale, N.H., 2009. Metal provenancing using isotopes and the Oxford archaeological lead isotope database (OXALID). *Archaeological and Anthropological Sciences*, 1(3), pp.195-213.
- Stos-Gale, Z.A., Maliotis, G., Gale, N.H. and Annetts, N., 1997. Lead isotope characteristics of the Cyprus copper ore deposits applied to provenance studies of copper oxhide ingots. *Archaeometry*, 39(1), pp.83-124.
- Stos-Gale, Z.A., 2001. The impact of the natural sciences on studies of Hacksilber and early silver coinage. In: M. Balmuth, ed. *Hacksilber to coinage: new insights into the monetary history of the Near East and Greece*. Numismatic Studies 24. New York: The American Numismatic Society, pp.53-76.
- Stos-Gale, Z.A., 2014. Silver vessels in the Mycenaean Shaft Graves and their origin in the context of the metal supply in the Bronze Age Aegean. In: H. Meller, R. Risch, E. Pernicka, eds. *Metalle der Macht - Frühes Gold und Silber*. Tagungen des Landesmuseums für Vorgeschichte, Halle 11/I. Halle: Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt, pp.183-208.
- Valera, R.G., Valera, P. G. and Rivoldini, A., 2005. Sardinian ore deposits and metals in the Bronze Age. In: F. Lo Schiavo, ed. *Archaeometallurgy in Sardinia, from the origin to the Early Iron Age*. Monographies instrumentum, 30. Montagnac: Mergoil, pp.43-88.
- Wagner, G.A. and Weisgerber, G. eds., 1985. *Silber, Blei und Gold auf Siphnos. Prähistorische und antike Metallproduktion*. Der Anschnitt, Beiheft 3. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum, Bochum.
- Wagner, G.A. and Weisgerber, G. eds., 1988. Antike Edel- und Buntmetallgewinnung auf Thasos. *Der Anschnitt*, Beiheft 6. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum.
- Wagner, G.A., Pernicka, E., Vavelidis, M., Baranyi, I. and Basiakos, I., 1986. Archäometallurgische Untersuchungen auf Chalkidiki. *Der Anschnitt*, 38.166-186.
- Wagner, G. A., Pernicka, E., Seeliger, T. C., Oztunali, O., Baranyi, I., Begemann, F. and Schmitt-Strecker, S., 1985. Geologische Untersuchungen zur frühen Metallurgie in NW-Anatolien. *Bulletin of the Mineral Research and Exploration Institute of Turkey*, 101/102, pp.45-81.
- Yener, K. A., Sayre, E. V., Ozbal, H., Joel, E. C., Barnes, I. L. and Brill, R.H., 1991. Stable lead isotope studies of central Taurus ore sources and related artefacts from eastern Mediterranean Chalcolithic and Bronze age sites, *Journal of Archaeological Science*, 18, pp.541-577.

Sophia Nomicos

A brief survey of the development of silver mining in ancient Laurion

ABSTRACT: *The ancient silver mines of Laurion were already famous in antiquity being the backbone of Athenian economy in the classical period. During this time, south-east Attica developed into a densely inhabited, vivid mining area whose remains form the landscape until today. Various aspects of this silver-rush era have been studied intensively while other periods are less well examined. This paper tries to give an overview of the development of mining in Laurion from pre-historical times to late antiquity, considering the available archaeological and historical evidence and aspects of technological change as well.*

KEYWORDS: LAURION, ATTICA, ANCIENT GREEK MINING, ANCIENT TECHNOLOGY, MINING LANDSCAPE

Introduction

The Laurion is the most famous mining landscape of Greek antiquity and, from ancient literary sources as well as archaeometallurgical analyses, known to be the source of the famous Athenian owl coinage. As we know from Herodotus (7,144), the enlargement of the Athenian war fleet in 483 BC was financed with silver from Laurion. This undertaking, which Herodotus attributed to Themistocles, ultimately led to the Athenian's victory over the Persians and ended the period of war.

In the study of ancient mining, the Laurion has been a pivotal research topic. It has been studied intensively by geologists and engineers, as well as by archaeologists and historians since the early 19th century. Despite this long history of research, a number of open questions either remain or have successively evolved from the comprehensive academic works on this topic. The aim of this paper is to give a short overview of the development of mining in ancient Laurion based on the present state of research (see already: Lohmann, 2005). It also turns the attention to some associated aspects, thereby referring to some preliminary results of my doctoral thesis (Nomicos 2017).

Topography and Natural Environment

The Athenian silver mines are located in south-east Attica, approximately 30 kilometres south of Athens. The landscape is defined by a series of low hills, mountain ridges and dry stream beds. Covering an area of about 68

square kilometres in total, it is situated within the territory of the six ancient Athenian *demes* Amphitrope, Anaphlystos, Besa, Phrearrhioi, Sounion and Thorikos (Fig. 1). The natural landscape today is characterised by an almost total lack of water sources and a corresponding vegetation such as pine trees and garrigue. The geology is defined by three stratigraphic units which contain the polymetallic ore deposit and which are well-known for the silver-bearing lead ores galena and cerussite, exploited by the city-state of Athens. The mineralisations are located in three contact zones known as the "first", "second" and "third contact", the latter bearing the richest ore deposits (Marinos and Petraschek, 1956). According to modern-day estimations (Conophagos, 1980, p.145-152) based on 1,500,000 tons of ancient slag which were reprocessed in the 19th century, the total amount of extracted ore of argentiferous lead adds up to 13,000,000 tons, yielding 1,400,000 tons of lead and 3,500 tons of silver. Ancient mine works, galleries, shafts and open-cast mines have survived in great numbers, despite modern mining and reprocessing of ancient waste material between 1864 and 1977. Nevertheless, datable evidence from the mines is scarce, due to a lack of mining archaeological research that focuses on chronology. Moreover, stratigraphic sequences have often been destroyed by the modern industry.

A large part of the Laurion area is inaccessible today because of the installation of a restricted military zone at the beginning of the 1980s (Salliora-Oikonomakou, 1985, p.90). Rescue excavations (e. g. Salliora-Oikonomakou, 1985, pp.90-132) carried out beforehand revealed that the restricted zone lies in the very centre of the classical mining landscape. Measures in order to protect the area have

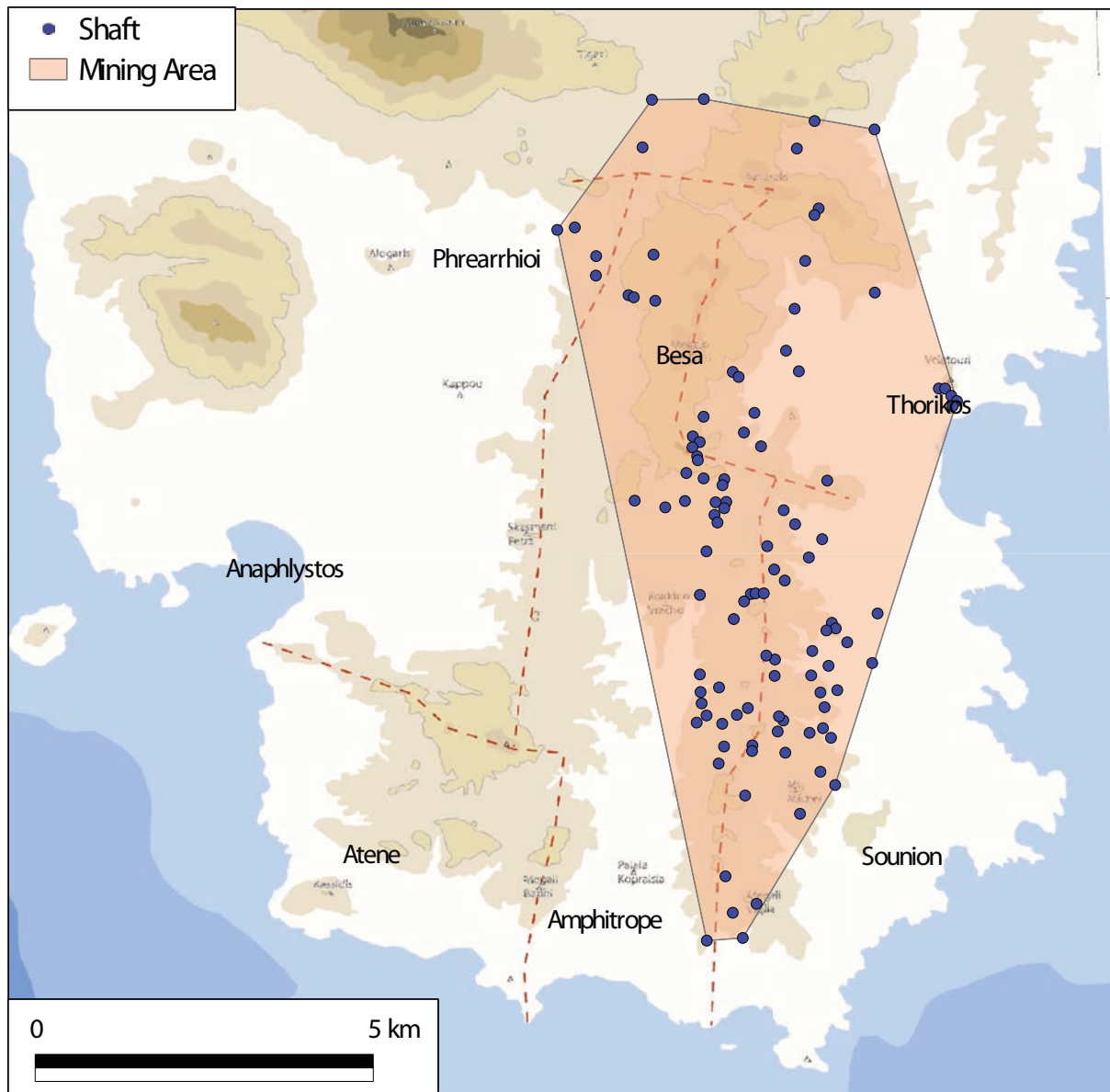


Fig. 1. Map of the mining area in relation to the ancient demes of Athens (graphic: Sophia Nomicos).

been undertaken by the Greek state and by the local community as well, and in 2014, the UNESCO has included ancient Laurion in the “tentative list” of World Heritage (UNESCO Tentative Lists 2014).

Prehistoric Laurion

The first evidence of silver mining dates back to the EH II period (Nazou, 2013; Spitaels, 1984) but even older mining activities can be assumed (Nazou, 2013) because several Early Bronze Age metallurgical workshops have recently been found only few kilometres north of the Laurion. One of these workshops, at Lambrika, dating to the EH I period, yielded several kilogrammes of litharge (Kakavoyanni, Michaelidi, Nezeri and Douni, 2009). Litharge is the by-product of the cupellation process, a

metallurgical procedure to extract silver from argentiferous lead ores. The high amount of waste material found in this workshop suggests a close familiarity with this process, and this leads to the conclusion that the introduction of this technology is even older. Late or final Neolithic mining had already been suggested by J. Maran (2000, p.187) on the basis of the lead isotope signature of two chalcolithic silver pendants which match the Laurion ores. The role of the pendants is problematic, however, because there is no other connection to the Laurion or Attica since one was found in the Peloponnesus and the other one on Crete. Bearing in mind that there is at least one ore deposit in Asia Minor, whose isotopic “fingerprint” can at present not be discerned from Laurion (Pernicka, 1987, p.693), final proof of their Attic origin is lacking. Nevertheless, Neolithic mining is not unlikely because a growing demand for precious metals such as silver and gold has

been deduced from an increasing number of such objects in the archaeological record of Neolithic sites in Greece (Zachos, 2007). This apparent interest in silver must have led to an intensive prospecting phase of ore deposits and corresponds to the situation on Siphnos, where the earliest known mining site has also been dated to the early Helladic period (Weisgerber, 1985). Moreover, late and final Neolithic pottery has been identified in "Mine 3" at Thorikos but its connection to early mining activities is not secure, due to lack of stratification (Nazou, 2013; Spitaels, 1984). Therefore, at present, a starting date of mining in Laurion in the late or final Neolithic seems probable, but final evidence is still missing.

Mining, probably in limited scale, continued from EH II to the Mycenaean period, the only proof of which is a lump of litharge from a middle Helladic context at Thorikos (Servais, 1967, p.23). During this period, the remote regions of the Laurion hills seem to be almost completely unoccupied, but several EH and only one MH contexts are known from the coastal area (Salliora-Oikononakou, 2004, p.32).

A major change at Thorikos took place in the Mycenaean period when the Velatouri hill was transformed into an acropolis (e. g. Laffineur, 2010), as can be deduced from the well-known tholos and chamber tombs which have been known for more than 100 years. Lead isotope studies suggest that Laurion silver played a distinct role in Mycenaean economy concerning the trade with the Minoans (Stos-Gale and Gale, 1982). The Mycenaeans used silver for precious objects and, as has recently been shown (Tselios, Filippaki, Bassiakos, Korres, 2011), also for the plating of bronze weapons which were given as grave goods to the deceased. The connection of the Mycenaean acropolis to silver mining at Thorikos is very plausible, although archaeological evidence for this is lacking. It may be assumed, however, that mining during this period was still limited to Thorikos because neither traces of mining nor traces of occupation have been identified in the rest of the Laurion. The only exceptions are several graves close to the Sounion coast at Limani Pasa (Salliora-Oikononakou, 2004, p.33) which point to the existence of a small coastal settlement in this area.

The Laurion in the Geometric and Archaic Period

The only evidence of mining during the geometric period is a piece of litharge from Thorikos (Bingen, 1967, p.25 ff.), that is why the role that Thorikos and the Laurion played in the Aegean economy of the geometric period remains elusive.

It can be assumed that mining was intensified during the archaic period, when the demand for silver must have grown exponentially, as a direct consequence of the introduction of coinage in the ancient world. It is during the late archaic period that an increase in finds, almost exclusively graves or gravestones, is to be noticed for the first time

in the hilly landscape of the Lavreotiki (Salliora-Oikononakou, 2004, pp.34–37). Secure archaeological evidence of 6th century mining is yet lacking, but due to the extremely unfavourable natural conditions for agricultural land use, it can be assumed that the expansion of occupation to off-coast sites is to be linked to mining operations in that area. Moreover, according to G. Weisgerber (1993) remarked, graves in close vicinity to the ore deposit are sometimes the only indicator of a mining period otherwise unattested, because of destructions caused by later mining.

Presumably, mining in Laurion underwent significant changes at some point before the classical period. As has been suggested, deep-shaft mining (Kalcyk, 1982, p.109) and stone-built ore washeries (Kakavoyannis, 2001) are likely to be technological innovations of the transitional period between the 6th and the 5th century BC. A major change must have been the introduction of large cisterns (van Liefferinge, 2013). These round, square or rectangular cisterns were built into the rock (either schist or limestone) and lined with a special kind of hydraulic mortar (Badeka, 1974) which contained litharge and was also used for the insulation of the washeries. Securing the access to water in the extremely dry area of Lavreotiki enabled the beneficiation of ores by the opportunity to use water all-year round and thus paved the way for large-scale mining operations, including comparatively poor ores that required enrichment. Conversely, this could mean that the beneficiation of galena and cerussite before the introduction of cisterns was possible only seasonally, during certain months when the streams carried water. It should also be kept in mind, though, that the hydrogeological situation could have been quite different in prehistoric times. Due to the lack of extensive hydrogeological research, it is uncertain if significant water sources, such as springs, ever existed in significant numbers in the Laurion. Nevertheless, it should be taken into account that the mining of native silver and other silver rich ores had been practiced too, and thus initially there was no need for complex beneficiation procedures.

The 5th century BC

Due to the lack of archaeological evidence, the situation during the 5th century BC remains nearly as elusive as the preceding archaic period. The ancient literary evidence (Herodotus 7,144) and the heavy output of Athenian silver coinage as well (Flament, 2007, p.68; van Alfen, 2012, p.93 f.) suggest intense mining activities during this period. In the overall archaeological record, however, this period is strikingly underrepresented. Outside of Thorikos, there are only few places which have yielded material from the 5th century BC. This phase is mostly represented by the existence of graves. Especially the large necropolis of Anemones which contains more than 200 graves of the 5th century (Salliora-Oikononakou, 1985) can give an insight into how densely the landscape

might have been inhabited during this phase. Apart from that, the evidence is scarce: in the heart of the mining region in Souriza, an ore washery has been preserved beneath the so-called Hilltop tower of the 4th century (Goette, 2000, p.86; Lohmann, 1993, p.105). This position and the uncanonical form of the washery suggest that it antedates the 4th century examples for which a “standardised” form is typical. Preliminary excavations in 1971 at Megala Pevka under H. Mussche and C. Conophagos (1969) furthermore suggest that the well-known Laurion smelting furnaces were a technological innovation of the 5th century BC or earlier.

The impact of mining on the landscape during the 4th century BC

Ancient mining reached its peak during the 4th century BC as can primarily be deduced from the more than 200 ore-processing workshops (Ellis Jones, 2007) which mostly date to this period. A significant increase in other 4th century finds and sites supports this view and contradicts the older opinion according to which, on the basis of the ancient literary evidence, saw the heyday of classical mining in the 5th century BC (Davies, 1935, p.249); this was already seen (e. g. Lohmann, 2005, p.125). Moreover, it corresponds well with the evidence from the mining leases from the Athenian Agora (Crosby, 1950; Crosby, 1957; Langdon, 1991) which date to the decades between 367/6 BC and ca 300 BC (Langdon, 1991, p.60).

The 4th century BC left an archaeological imprint on the landscape characterising it until today. Among the numerous amount of 4th century sites there are not only mines and workshops but the archaeological record also reveals a dense system of roads connecting the mines, workshops and smelting places as well as the different mining centres to each other. Apart from that, 4th century graveyards, farmsteads and sanctuaries, and the urban centres of Sounion and Thorikos as well define the heterogeneous character of the mining landscape of this period. This overall picture of a vivid landscape is further complemented by the mining leases which have yielded not only crucial information on how the mining “industry” of this period was organised but also on the historical topography of south-east Attica (Kalcyk, 1982, pp.57-98; Lohmann, 1993, pp.74-86; Kakavoyannis, 1977).

Technological innovation in ore grinding and the decline of silver mining in circa 300 BC

A model of a 4th century silver-mining district can be studied at Ari in the westernmost section of the Laurion. Although the area has been mined intensively during the 19th and 20th century by the company “Lauriotikos Olympos” (Milchhöfer, 1889, p.25), many of the ancient

workings and technical installations have survived. This district is currently being investigated in a joint project between the Greek Archaeological Service, the Ruhr-Universität Bochum and the German Archaeological Institute at Athens (Lohmann, 2016, p.88). During several excavations in this area, K. Tsaimou of the National Technical University of Athens had already uncovered four beneficiation-workshops of the Classical period (Tsaimou, n. d.). Notably, the excavations revealed – for the first time *in situ* – four circular installations of the type known as “helical washery” (Conophagos, 1980, pp.248-151), one in each workshop. Their *in situ* position allowed a re-examination of the traditional explanation as ore washeries, given by C. Conophagos (1980), and several details lead to the conclusion that this theory cannot be maintained any longer (Nomicos, 2013; 2017; Papadimitriou, 2016). Most importantly, they show no inclination of the surface without which gravity separation, as reconstructed by Conophagos, is physically impossible. Furthermore, the devices lack the characteristic hydraulic mortar and the water tank as well, which are also essential components of the reconstruction. Instead, their circular form and the existence of a pivot in the centre lead to the conclusion that the installations are to be reconstructed as edge-mills of the *trapetum* or *Kollergang* type (see Nomicos, 2017) known from agricultural contexts in Greek antiquity (see for example Foxhall, 2007, pp.165-177). Based on the fact that they are exclusively found in ore beneficiation workshops, they are to be explained best as mills for grinding ore.¹ Similar mills, so-called *arrastras*, have been used for example in South American mining of the 19th century (De Nigris, 2012, pp.14 f., fig. 21). Dating these devices in Laurion has been difficult because pottery from stratified contexts has not been found so far. Tsaimou’s excavation of such an ore-mill at Bertseko, however, has yielded sherds from the transitional period between the late classical and early Hellenistic era. This dating is supported by the fact that the example at Bertseko is built on top of a late classical wall (Tsaimou, 2001, p.402). Furthermore, the pottery from the workshops at Ari has apparently yielded no distinct Hellenistic or later ware (these results will be published in a subsequent paper by K. Tsaimou, H. Lohmann, and S. Nomicos). This dating to the end of the classical silver-rush suggests that the mills were introduced in order to make poor ores profitable. As modern parallels show, in beneficiation, the step of grinding is the most labour-intensive one. Thus, by mechanising this step, the processing of poorer ores can be made profitable (Lynch and Rowland, 2005, p.4). This explanation becomes probable when considering the reason for the end of the silver-rush: as has been shown (e. g. Lohmann, 2005, p.125), one significant reason for the decline of mining in Laurion around 300 BC was the exhaustion of the silver-rich ores (Strabo 9, 1, 21).

It is noteworthy that such ore-mills are obviously not limited to the Laurion, because installations of the same type have been discovered in the Egyptian Eastern Desert in Ptolemaic contexts (Klemm and Klemm, 2013,

pp.238-243, fig. 5, 182; Brun, Deroin, Faucher, Redon and Téreygeol, 2013, p.122, fig. 15, 16, 20). How is this to be explained? Historical documents, especially papyri from Egypt, show that during the Hellenistic period, Greeks from many different places emigrated to the Ptolemaic kingdom, because of economic reasons (Lewis, 1986). Bearing in mind that at this time, the Laurion was largely depopulated (see for example Goette, 2000, p.106) and that close political connections existed between Athens and the Ptolemies (Habicht, 1992), we can assume that the circular installations in Egypt can be linked directly to the Laurion and should be considered as proof of technological transfer between these two mining regions.

Post-classical mining

As mentioned above, the Early Hellenistic period apparently experienced a strong decline of mining, probably caused by the decreasing profitability of the Attic mining industry. Apparently, mining had ceased largely and there was a process of depopulation in this area as, for example, the excavations at Thorikos have shown (Mussche, 1996, pp.64-65). Nevertheless, some activity can still be noticed. Evidence for metallurgy comes from the smelting sites on the coast and they are probably to be linked to the passage in the text of Strabo (9, 1, 23) who, in the 1st century BC, described that old tailings were re-smelted. It is possible that the Hellenistic Agora at Limani Pasa (Salliora-Oikonomakou, 1979, pp.161-173, plates 66-78), excavated by the Greek Archaeological Service, played an important role in the "industry" of that period. Presumably, these smelting activities are to be considered in connection with the emission of the so-called New Style coinage of Athens which, according to M. Thompson (1961), was issued between 196/5 and 89/88 BC. The extensive output of this coinage testifies to a great demand of silver during this period, especially when the Delphic Amphictyony ordered in the last quarter of the 2nd century BC that all Greek *poleis* had to accept Athenian tetradrachms (Lefèvre, 2002, pp.316-322, No. 127; van Alfen, 2012, p.100). Therefore, the possibility of additional mining activities on a reduced scale at certain places in the Laurion should not be discarded. Final proof of the coin's Attic origin, however, is lacking, and so it is equally possible that external silver was used for minting the New Style Coinage (Habicht, 1995, p.244).

From a numismatic point of view, the local silver of Laurion lost its importance when Athenian coinage ceased to be emitted. After the battle of Philippi in 42/1 BC, the lighter Roman denarius "has forced the drachm out of circulation", as Kroll has argued (1993, p.15; pp.89-91). This view is supported by the literary sources which lead to the conclusion that silver from Laurion was of no significance for Roman Imperial economy: as Pomponius Mela (II, 45-46), a Roman author of the 1st century AD, remarked: "Thoricos et Brauronia olim urbes iam tantum

nomina". Furthermore, Pausanias characterised the Laureion area in the first chapter (1,1) of his Description of Greece as the place where "the mines of the Athenian used to be".

This picture given by the ancient literary sources is in accordance with the archaeological evidence. Apart from some archaeological evidence of occupation in the coastal area (Salliora-Oikonomakou, 2004, p.143), there are hardly any sites of Roman Imperial date, neither in Thorikos nor in the Laurion. The insignificance of the Laurion for the Roman economy is not surprising because the empire owned much more viable metal deposits (Davies, 1935, p.251) such as the famous gold mines of Las Médulas of which Pliny (hist. nat. 33, 78), who was curator of Hispania Citerior at the time, says: "According to some accounts Asturia and Callaecia and Lusitania produce (with the so-called *arrugia* mining method) 20,000 lbs of gold a year, Asturia supplying the largest amount." (Sánchez-Palencia, Orejas and Ruiz del Árbol, 2008, pp.427-452).

Mining in Laurion was taken up again – according to the available evidence – during the 5th and 6th century AD. The evidence of late Roman/Byzantine mining in Laurion is conclusive but not very well published. Already in 1935, O. Davies (1935, p.251) pointed out that a significant number of late Roman lamps had been found during the modern mining activity in the shafts and galleries of Laurion. This is supported by finds from Thorikos (Mussche, 1996, p.65) and new evidence found by D. Morin who has been investigating the Laurion mines in the last decade. According to Morin (personal communication, April 25, 2016), Byzantine lamps dating to the 5th and 6th century AD are still found in many secondarily widened classical galleris, which points to Early Byzantine exploitation.. Additionally, late Roman pottery has been found in a number of classical workshops, suggesting a second phase of use after the classical period. It has to be material born in mind, however, that we do not know exactly what was mined in the Laurion and if new mining technologies were used. This late mining activity is also testified by the Byzantine poet Paulos Silentiarios (Descriptio S. Sophiae, verses 678-681) who says that "the mines of Sunium opened their veins" for the decoration of Hagia Sophia at Constantinople after the earthquake of 558 AD. This renewed mining activity is also reflected by an overall increase of sites in the Laurion. A late Roman settlement existed at modern day Lavrio, which is proven by the existence of a three-aisled basilica and a nearby graveyard of the 4th-6th century AD (Salliora-Oikonomakou, 2004).

A similar situation has been observed in Bir Umm Fawakhir, a mining region in Egypt. Here, renewed mining activity took place around 500 AD, too, after being stopped several hundred years before, due to the exhaustion of the deposits (Meyer, 1995). This indicates that, probably after the loss of the Iberian mines (Edmondson, 1989, p.90). and the consequent reduction of the empire, the Byzantine economy was apparently in short supply of precious metals (Davies, 1935, p.251; Mussche, 1996, p.65).

Concluding remarks

The focus on the long-term development of mining in Laurion reveals exploitation phases of different intensity. It seems that these phases can be correlated with changes in the supply and demand structure concerning silver in the Aegean and more specifically the history of Athenian coinage. Furthermore, it can be observed that the development of occupation in the Laurion is directly linked to the development of mining (Nomicos, 2017). The invention of circular ore mills shows that the Laurion was a place where important technological innovations were made which, through technological transfer, later found their way to other parts of the ancient world.

Notes

- 1 This idea emerged during a discussion I had with Prof. H. Wotruba (Aachen, October 2011), whom I thank most sincerely. Without his decisive observations, I would not have been able to develop this theory.

Bibliography

- Badeka, E., 1974. *Steganopoietika koniamata archaion ellinikon dexamenon ydatos*, Ph.D. thesis, National Metsoveio Polytechnio, Athens.
- Bingen, J., 1967. L'établissement du IX^e siècle et les nécropoles du secteur ouest 4. In: H. Mussche, J. Bingen, J. de Geyter, G. Donnay, T. Hackens, eds. 1967. *Thorikos 1964, II. Rapport préliminaire sur la deuxième campagne des fouilles*. Brussels: Comité des fouilles belges en Grèce, pp.25-46.
- Brun, J.P., Deroin, J.P., Faucher, T., Redon, B. and Téreygeol, F., 2013. Les Mines d'Or ptolémaïques. Résultats des prospections dans le district minier de Samut (désert oriental). *Bulletin de l'Institut Français d'Archéologie Orientale*, 113, pp.111-141.
- Conophagos, C.E., 1980. *Le Laurium Antique et la Technique Grecque de la Production de l'argent*. Athens: Ekdotike Hellados.
- Crosby, M., 1950. The Leases of the Laureion Mines. *Hesperia*, 19, pp.189-297.
- Crosby, M., 1957. More Fragments of Mining Leases from the Athenian Agora. *Hesperia*, 26, pp.1-23.
- Davies, O., 1935. *Roman Mines in Europe*, Oxford: Oxford University Press.
- De Nigris, M.R., 2012. Los Molinos Mineros Andinos. [online]. Available at: <<http://de.scribd.com/doc/106657009/De-Nigris-M-Los-Molinos-Mineros-Andinos>> [Accessed 05 August, 2014].
- Edmondson, J.C., 1989. Mining in the Later Roman Empire and Beyond: Continuity or Disruption? *Journal of Roman Studies*, 79, pp.84-102.
- Ellis Jones, J., 2007. Living Above the Shop: Domestic Aspects of the Ancient Industrial Workshops of the Laureion Area of South-East Attica. In: R. Westgate, N. Fisher, J. Whitley, eds. 2007. *Building Communities*. London: British School at Athens, pp.267-280.
- Flament, C., 2007. *Athènes à l'époque classique (440–338). Contribution à l'étude du phénomène monétaire en Grèce ancienne*. Peeters, Louvain: Société des études classiques.
- Foxhall, L., 2007. *Olive Cultivation in Ancient Greece: Seeking the Ancient Economy*. Oxford: Oxford University Press.

- Goette, H. R., 2000. *Ο αξιόλογος δήμος Σούνιον. Landeskundliche Studien in Südost-Attika*, Rahden/Westf.: Marie Leidorf.
- Habicht, C., 1992. Athens and the Ptolemies. *Classical Antiquity*, 11(1), pp.68-90.
- Habicht, C., 1995. *Athen. Die Geschichte der Stadt in hellenistischer Zeit*. München: Beck.
- Kakavoyannis, E., 1977. Σουνιακά - Λαυρεωτικά, *Archaologikon Deltion*, 32(A), pp.182-217.
- Kakavoyannis, E., 2001. The Silver Ore-Processing Workshops of the Lavrion Region, *Annual of the British School at Athens*, 96(2001), pp.365-380.
- Kakavoyanni, O., Michaelidi, P., Nezeri, F. and Douni, K., 2009. Από τον πρωτοελλαδικό οικισμό στα Λαμπρικά Κορωπίου. In: V. Vasilopoulou, S. Katsarou-Tzeveleki. *Από τα Μεσόγεια στον Αργοσαρωνικό*. Demos Markopoulo Mesogeias, Markopoulo, pp.238-248.
- Kalcyk, H. J., 1982. *Untersuchungen zum attischen Silberbergbau. Gebietsstruktur, Geschichte und Technik*. Frankfurt a. M.: Lang.
- Klemm, R. and Klemm, D., 2013. *Gold and Gold Mining in Ancient Egypt and Nubia. Geoarchaeology of the Ancient Gold Mining Sites in the Egyptian and Sudanese Eastern Deserts*. Heidelberg: Springer.
- Kroll, J. H., 1993. *The Athenian Agora 26. The Greek Coins*, American School of Classical Studies at Athens, Princeton.
- Laffineur, R., 2010. Πολυάργυρος Θορικός – Thorikos rich in silver: the prehistoric periods. In: P. Iossif, ed. 2010. *All that glitters...: The Belgian Contribution to Greek Numismatics*. Athens: The Belgian School at Athens, pp.26-40.
- Langdon, M., 1991. *The Athenian Agora 19. Poletai Records*. Princeton: American School of Classical Studies at Athens, pp.53-144.
- Lefèvre, F., 2002. *Corpus des inscriptions de Delphes IV. Documents Amphictioniques*, Paris: Boccard.
- Lewis, N., 1986. *Greeks in Ptolemaic Egypt. Case Studies in the Social History of the Hellenistic World*, Oxford: Clarendon.
- Lohmann, H., 1993. *Atene. Forschungen zu Siedlungs- und Wirtschaftsstruktur des klassischen Attika I*. Cologne: Böhlau.
- Lohmann, H., 2016. Ari bei Anavyssos. In: Deutsches Archäologisches Institut, ed. 2016. *Athenea 2015/2016*. Athens, pp.88-89.
- Lohmann, H., 2005. Prähistorischer und antiker Blei-Silberbergbau im Laurion. In: Ü. Yalçın, ed. 2005. *Anatolian Metal III, Der Anschnitt, Beih. 18*. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum, pp.105-136.
- Lynch, A. J. and Rowland, C. A., 2005. *The History of Grinding*. Littleton: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration.
- Maran, J., 2000. Das ägäische Chalkolithikum und das erste Silber in Europa. In: C. Işık, ed. 2000. *Studien zur Religion und Kultur Kleinasien und des ägäischen Bereichs*. Festschrift für Baki Ögün zum 75. Geburtstag. Bonn: Habelt, pp.179-193.
- Marinos, G. P. and Petraschek, W., 1956. *Laurion*. Athens: Institute for Geology and Subsurface Research.
- Meyer, C., 1995. A Byzantine Gold-mining Town in the Eastern Desert of Egypt: Bir Umm Fawakhir, 1992–1993, *Journal of Roman Archaeology*, 8, pp.192-224.
- Milchhöfer, A., 1889. Karten von Attika. Erläuternder Text III Olympos, Laurion und Sunion (1889). Reimer: Berlin.
- Mussche, H., 1996. *Thorikos. A Mining Town in Ancient Attica*. Ghent: The Belgian School at Athens.
- Mussche, H. and Conophagos, C., 1969. *Ore-Washing Establishments and Furnaces at Megala Pevka and Demoliaki*.

- In: H. Mussche, ed. 1969. *Thorikos VI*, Dept. of Archaeology, Ghent, Brussels, pp.61-72.
- Nazou, M., 2013. *Η μελέτη της Κεραμικής της 4ης και 3ης Χιλιετίας π. Χ. από τη Μεταλλευτική Στοά 3 στο Θορικό και η ερμηνεία της*. In: *Εταιρεία Μελετών Νοτιοανατολικής Αττικής* ed. *Πρακτικά 14. Επιστημονικής Συνάντησης ΝΑ. Αττικής*, Etaireia Meleton Notioanatolikes Attikes, Kalyvia Thorikou, pp.49-58.
- Nomicos, S., 2013. Laurion: Some Remarks on the Settlement Pattern and the "Helicoidal Washeries". *Metalla*, 20(2), pp.25-27.
- Nomicos, S., 2017. Laurion. Montan- und siedlungsarchäologische Studien von der geometrischen Zeit bis zur Spätantike, Ph.D. thesis, Ruhr-Universität Bochum.
- Papadimitriou, G., 2016. The so-called 'helicoidal' ore washeries of Laurion: their actual function as circular mills in the process of beneficiation of silver and lead contained in old litharge stocks. Proceedings of the 6th symposium of the Hellenic Society for Archaeometry. Oxford: BAR Publishing, pp.113-118.
- Pernicka, E., 1987. Erzlagerstätten in der Ägäis und ihre Ausbeutung im Altertum – Geochemische Untersuchungen zur Herkunftsbestimmung archäologischer Metallobjekte, *Jahrbuch RGZM* 34/2, pp.607-714.
- Salliora-Oikonomakou, M., 1979. Αρχαία Αγορά στο Λίμανι Πάσα Λαυρίου, *Archaologikon Deltion*, 34(A), pp.161-173.
- Salliora-Oikonomakou, M., 1985. Αρχαίο νεκροταφείο στην περιοχή Λαυρίου. *Archaologikon Deltion* 40(A), , pp.90-132.
- Salliora-Oikonomakou, M., 2004. *Ο Αρχαίος Δήμος του Σουνίου. Ιστορική και τοπογραφική επισκόπηση*, Tumpes, Koropi.
- Sánchez-Palencia, F., Orejas, A. and Ruiz del Árbol, M., 2008. The Roman Gold Mines of Northwestern Hispania: Miners and Peasants. In: C. Bartels, C. Küpper-Eichas, eds. 2008. *Cultural Heritage and Landscapes in Europe. Proceedings of the International Conference, Bochum, June 8-10, 2007*. Veröff. Deutsches Bergbau-Museum Bochum 161. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum, pp.427-452.
- Servais, J., 1967. Les Fouilles sur le Haut du Vélaturi. In: H. F. Mussche, ed. 1967. *Thorikos III 1965. Rapport Préliminaire sur la troisième Campagne de Fouilles*. Brussels: Comité des Fouilles belges en Grèce, pp.9-30.
- Spitaels, P., 1984. The Early Helladic Period in mine no. 3 (Theatre Sector). In: H. Mussche, J. Bingen, J. Servais and P. Spitaels. *Thorikos VIII 1972/76. Rapport préliminaire sur les 9^e, 10^e, 11^e et 12^e campagnes de fouilles*. Gent: Comité des fouilles belges en Grèce, pp.151-174.
- Stos-Gale, Z. and Gale, N., 1982. The Sources of Mycenaean Silver and Lead. *Journal of Field Archaeology* 9(4), pp.467-485.
- Thompson, M., 1961. *The New Style Silver Coinage of Athens*. New York: American Numismatic Society.
- Tsaïmou, K., n. d. *Νέα στοιχεία για την εμπλουτιστική διαδικασία των αργυρούχων μεταλλευμάτων στο αρχαίο Λαύριο*. [online] Available at: <http://www.emena.gr/wp-content/uploads/2008/11/435-452_tsaimou.pdf> [Accessed 17 October, 2013]
- Tsaïmou, K., 2001. Το ελικοειδές πλυντήριο στη θέση Μπερτσέκο Λαυρεωτικής (ανασκαφή 1996), in *Πρακτικά Η' επιστημονικής συνάντησης ΝΑ. Αττικής. Κερατέα Αττικής 30 Οκτωβρίου – 2 Νοεμβρίου 1997*. Etaireia Meleton Notioanatolikes Attikes, Keratea, pp.399-410.
- Tselios, T., Filippaki, E., Bassiakos, Y. and Korres, G., 2011. Silver Plated Mycenaean Bronze Artifacts – burial offerings from the Tholos and Chamber Tombs at the Region of Pylos in Peloponnese. In: A. Hauptmann, D. Modarressi-Tehrani, M. Prange, eds. 2011. *International Conference Archaeometallurgy in Europe III. Abstracts*, Metalla, Sonderhft. 4. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum, p.50.
- UNESCO, 2014. Tentative Lists 2014. Available at: <<http://whc.unesco.org/en/tentativelists/5857/>> [Accessed 27 April, 2016].
- van Alfen, P. G., 2012. The Coinage of Athens, Sixth to First Century B. C. In: W. E. Metcalf, ed. *The Oxford Handbook of Greek and Roman Coinage*. Oxford: Oxford University Press, pp.88-104.
- van Liefveringe, K., 2013. Water Use and Management in the Classical and Early Hellenistic silver industry of Thorikos and the Laurion. *BABESCH*, 88, pp.109-126.
- Weisgerber, G., 1985. Die Blei- und Silbergruben von Agios Sostis. In: G.A. Wagner, G. Weisgerber, eds. *Silber, Blei und Gold auf Sifnos. Prähistorische und antike Metallproduktion*. Der Anschnitt, Beiheft 3. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum.
- Weisgerber, G., 1999. Dokumentation montanarchäologischer Plätze am Beispiel von Hara Kilab in Oman – Probleme und Lösungsansätze. In: A. Gingrich, S. Haas, G. Paleczek, T. Fillitz, eds. *Studies in Oriental Culture and History*. Festschrift for Walter Dostal. Frankfurt am Main: Peter Lang, pp.49-67.
- Zachos, K., 2007. The Neolithic Background. A Reassessment. In: P. M. Day, R.C.P. Doonan, eds. *Metallurgy in the Early Bronze Age Aegean*. Sheffield Studies in Aegean Archaeology, 7. Oxford: Oxbow Books, pp.168-206.

Paul T. Craddock

From Egypt to Greece via India: New Insights into Bronze Casting Technology in Antiquity

ABSTRACT: *Despite the prestige of Classical bronze statuary and almost three centuries of study surprising little is certain about the technology that created them. In the past, studies have been mainly based on the surviving statues themselves. There are no contemporary descriptions and large statuary ceased to be produced on a regular basis after the mid first millennium AD, such that a thousand years later the Renaissance craftsmen had to develop their casting processes from scratch.*

There are other approaches. It is well established that the developments in early Greek casting technology owed much to Egypt. This is especially clear in the moulding technology, although apparently with very different casting methods, particularly in the all-important task of supplying large quantities of molten metal to the mould.

Looking further a field outside the Mediterranean-Middle Eastern world to South Asia can also be useful.

This paper provides a brief overview of some of the ancient Egyptian and current South Asian practices and then attempts to apply these to Classical Greek technology for casting major bronzes.

KEYWORDS: BRONZE, CASTING, INDIA, EGYPT, GREECE

Introduction

This study developed out of an investigation into the technology of major Egyptian statuary bronzes of the Third Intermediate Period in the first half of the first millennium BC. From this, it became clear that the Egyptians were already practicing both the direct and indirect methods of producing large hollow castings, rather than just the direct method as previously published (Taylor *et al.*, 1998), prompting an extension of the project into Classical bronze casting technology. It is well established that Archaic Greek bronze casting technology owed a great deal to the Egyptians (Kyrieleis, 1990; Hill ed., 2007). With the new information of the Egyptian technology the link between the two could be assessed in more detail.

In the absence of Graeco-Roman descriptions of casting processes most reconstructions have relied heavily on modern European foundry practices as exemplified by those described by Bruni (1994).¹ Unfortunately, modern Western methods with cores poured into place as a liquid and large capacity crucibles, etc, are very different from those of antiquity. However, surviving traditional technologies elsewhere, notably in South and South East Asia display a range of variations and alternatives that must give us pause in the interpretation of early casting procedures.

The author's experience has been more varied than most; in addition to examining ancient bronzes he also

participated in experimental archaeological casting replications using primitive equipment and over many years has recorded many very different casting traditions in India and Nepal (Craddock and Hook, 2007; Craddock, 2015). With this background, it became increasingly clear that many of the previous technical assumptions, based on modern practice, could not work, but that there were a range of alternatives, some still practiced today, that seemed more viable. One major area where modern practice is likely to have been very different from that of antiquity is in the capacity of the crucibles and the viability of the small volumes of molten metal contained within them running through long pouring channels in the mould and then fusing together to form a coherent casting.²

This paper will outline these problems and postulate alternative methods based on archaeological evidence and present day traditional Nepalese and Indian technology, progressing through the stages from moulding through crucible melting to the casting.

Moulding: Direct or Indirect hollow lost wax castings?

The origins and early development of the indirect hollow lost wax casting method has long been debated. Recent work at the Louvre and at the British Museum has

DIRECT LOST WAX CASTING

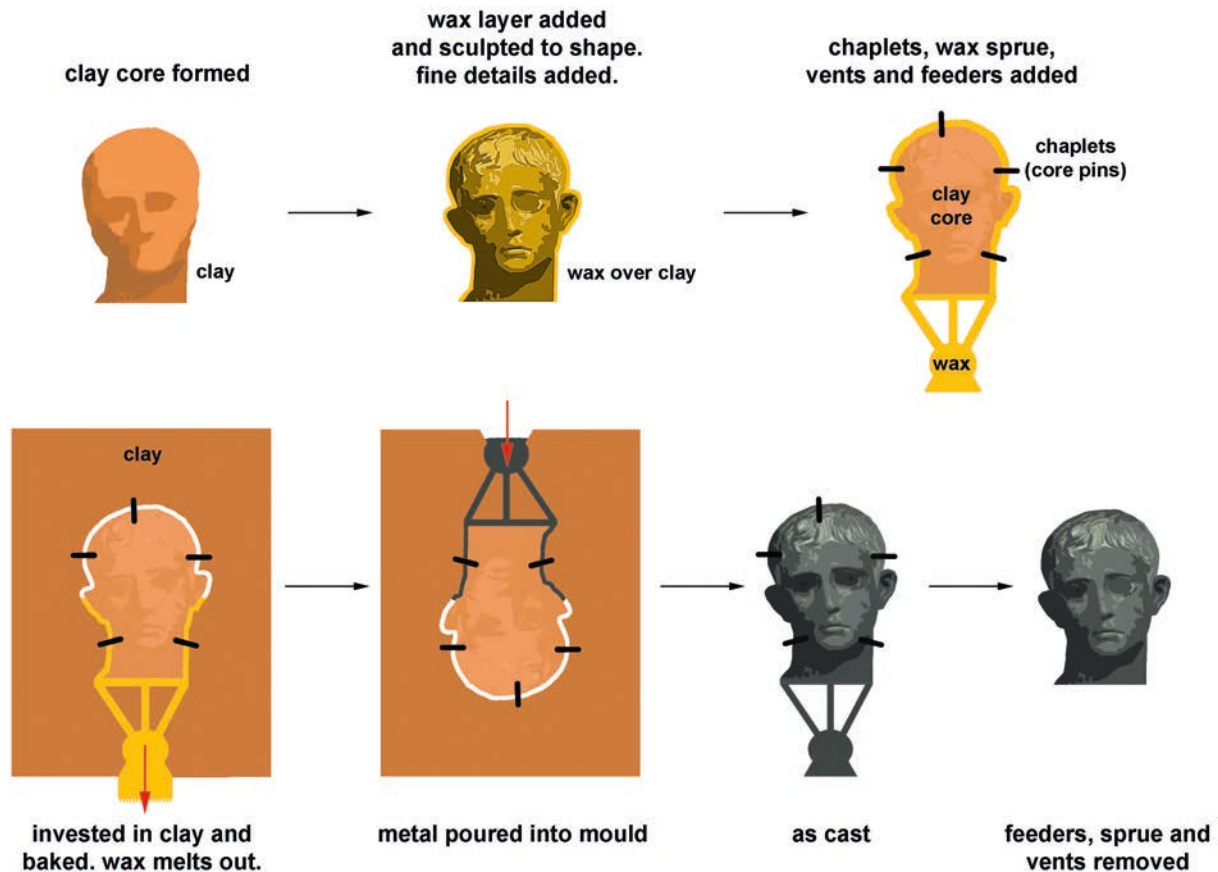


Fig. 1. Direct hollow lost wax casting (T. Simpson and S. La Niece).

shown that the method is likely to have evolved in Egypt during the Third Intermediate Period.³

First, the two methods as practiced in Europe will be outlined, concentrating on their differences. In the direct process first of all a core is made of the approximate shape of the casting but a little smaller (Fig. 1). This has to be of a solid material, usually clay. This is coated with wax upon which the modelling is carried out to create the positive. This is then encased in fine clay, carefully dried, baked and the metal poured in, usually whilst the mould is still hot from the baking operation.

In the indirect process (Fig. 2) the first stage is to take a negative mould in plaster of Paris of the object to be cast. The mould has to be done in sections in order that the original can be removed. The wax is then applied to the separate negative sections, creating wax positives. These are then assembled and held together by running molten wax over the joins (Fig. 3). All trace of the joins are carefully removed on the front, visible surface of the wax, but there is no need to do that for the inside and thus pronounced lines of thickening may be preserved running along the edges of the original sections, originally in wax, but translated into bronze on casting. The core is now added. Almost invariably from the 18th

century, in Europe the cores have been poured into the mould space as a liquid. This is based on plaster of Paris with some inert filler. There is no evidence for the use of a liquid core prior to the Renaissance in Europe or in any other casting tradition elsewhere at any period. Instead, the core was added as a clay-based paste, often massively vegetal and dung tempered. The wax positive with the core in place is then moulded and the process proceeds exactly the same as with the direct process.

Egypt

The Egyptian statuary bronzes of the Third Intermediate Period display a variety of techniques suggesting a vibrant scene with a number of foundries experimenting with new techniques. Some statues are believed to have been cast by the direct process, not least because it is difficult to envisage how the core material of a solid clay paste could have been inserted deep down to the extremities of the limbs etc., especially where armatures are also present (Taylor *et al.*, 1998). On others, usually having rather simple cylindrical torso shapes, the distinctive narrow straight lines of thickening are present as revealed by

INDIRECT LOST WAX CASTING

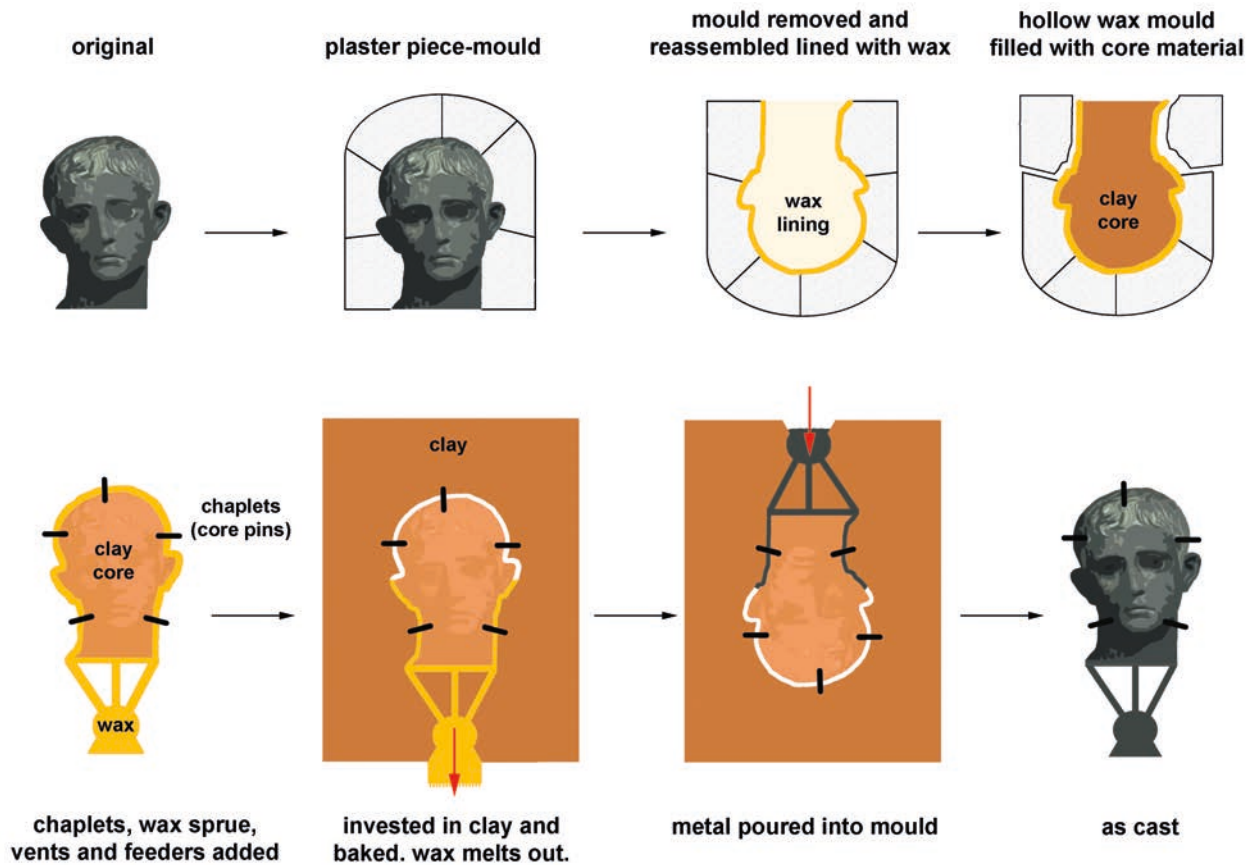


Fig. 2. Indirect lost wax casting (T. Simpson and S. La Niece).

radiography, or, on some incomplete damaged pieces with their interiors exposed, the lines are directly visible as exemplified by the figure of Osiris, EA 60719 in the British Museum (Figs. 4, 5 & 6).

Thus, the presence of mould lines are usually taken as conclusive evidence for the indirect process, however, there are alternative origins of the mould lines.

Nepal and the Newari

The *Newari* of Nepal mainly cast their hollow statuary by a standard direct method as understood in the West, but also employ an alternative and apparently unique method of making the model from sheets of wax (de Labriffe, 1973; Alsop and Charlton, 1973; Lo Bue, 1981 and the present author's observations made in Patan in 1987, Craddock, 2015). Wax sheets are warmed and softened and then bent round into cylindrical shapes and moulded to form the limbs, torso, etc. of the figure (Fig. 7). The edges of the cylinders are then sealed with molten wax as in the indirect process. These components can either be joined together with the wax to wax joins sealed with molten wax and invested, or more usually, each cylinder is invested and cast separately.

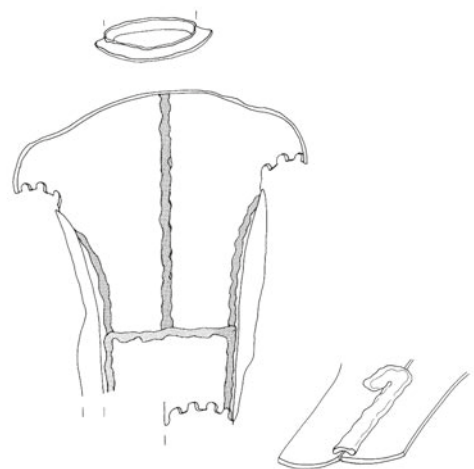


Fig. 3. Joining the wax sections of a torso with wax. On casting these wax joins will fill with metal forming straight lines of thickening (ffg.5) (Formigli et al., 1990).

The wax is invested by dipping it into thin slurry of fine clay coating both inside and out, dried and additional thin layers applied. Thicker, stiff core clay can then be applied to the thin moulding clay adhering to the inner surface of the wax (Fig. 8). This is thus a direct process in which the sheets of wax are joined by wax and the core is added after the wax has been created. On the finished casting, this technique would be very difficult to distinguish from the indirect process. An indication could be the presence of only one join line per cylinder rather than the two required to join to halves of a cylinder taken from a negative plaster mould (Fig. 9).



Figure 4. Torso of a large bronze figure of Osiris, EA 60719 (now 810 mm in length), cast by the indirect process.

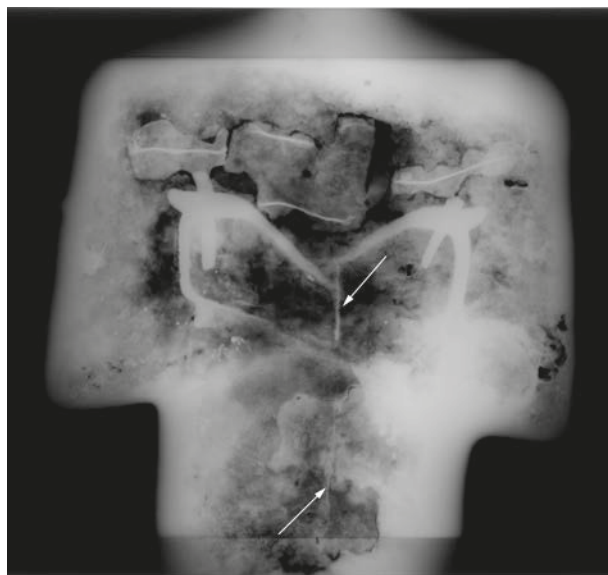


Fig. 5. Radiograph showing 2 thin lines of vertical thickening running down in the centre of EA 60719, indicative of wax to wax joins. The upper line is on the chest, the lower line is on the back.

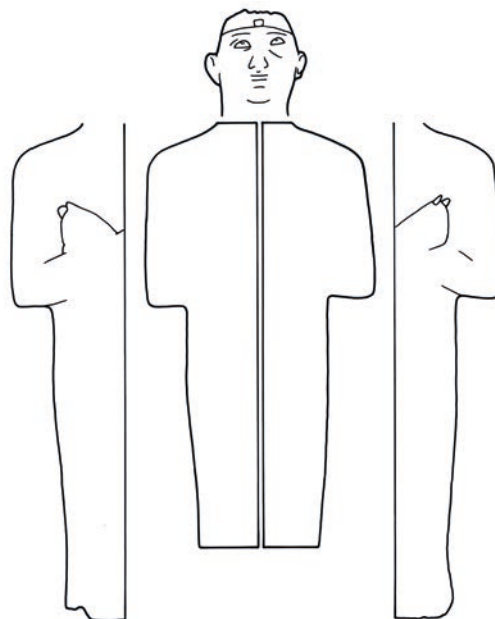


Fig. 6. Simplified view of the torso showing the principal straight thickenings. Those on the front and back were revealed by radiography (Fig. 5), those on the side by endoscopy. These are likely to be the remains of wax to wax joins (graphic: B. R. Craddock).

The history of the *Newari* wax sheet method is uncertain. It is not recent and de Labriffe suggested it came to the Himalayas from north and east India in the 11th century by smiths escaping the Islamic onslaught, and so could represent the earlier Gupta and Gandharan casting traditions of north India, themselves having strong Hellenistic influences.

Melting: The crucible

Studies of ancient metallurgical refractories, including crucibles, have shown that they were made from the same clays as the local domestic pottery (Freestone and Tite, 1986; Craddock, 2014). Some natural clay sources had good refractory properties, and crucibles made as part of the range of ceramics produced were better than



Fig. 7. Shaping the wax torso of a large statuette by the direct process, note the core has not yet been added. (Patan, 1987) (photo: P.T. Craddock).



Fig. 8. Wax lower torso of deity after the application of the first layer of moulding clay by dipping and subsequent addition of outer layer of coarse clay and straw. Note the moulding is complete before the addition of the core, typical of the indirect process rather than direct castings (photo: P.T. Craddock).

others, but they were no different from the ceramic bodies of the rest of the range of pottery.⁴ In general, ancient crucibles did not have good refractory properties, and at the high temperatures required to melt copper and its alloys they would tend to vitrify and ultimately collapse. However, melting operations were usually quite short and thus, this was not especially important. The ability to resist thermal shock without cracking was more important and many early refractories were massively tempered with vegetal material and / or dung. On firing, these burnt out leaving the ceramic with an open porous structure that was well suited to resist thermal shock, expansion etc., accommodated by the porous structure and incipient cracks stopped almost immediately as they encountered a void. This was clearly very desirable in a vessel that was to be raised to very high temperatures in an uneven heating source such as an open hearth. However, it also meant that the ceramic was physically quite weak and thus, a crucible could hold safely only limited amounts of molten metal. Crucibles from the Classical Greek foundry at Olympia were apparently not even fired before use which would have rendered them extremely weak (Schneider, 1989). Surveys of early crucibles (Freestone and Tite, 1986; Bayley and Rehren, 2009; Tylecote, 1976, pp.16-19) concur that the capacity of most crucibles before the Post Medieval period was unlikely to have exceeded a kg. The Olympia crucibles were estimated to have been hemispherical with diameters of about 450 mm and depths of about 250 mm, this could give a theoretical capacity of about 12 litres if filled to the top, although it can

be difficult to estimate the actual quantities melted in them.⁵ This compares with capacities of up to 100 kg regularly used in modern foundries for major statuary etc. (Bruni, 1994, pp.104-6).



Fig. 9. Two sections of wax shaped by different processes, direct and indirect moulding. The upper sheet has been bent directly into a cylinder by hand, and there is just the one seam; the lower piece has been moulded indirectly by pressing the wax into a negative mould and to complete the cylinder; another piece will be required leaving two seams when joined (photo: P.T. Craddock).

Casting: The foundry

A small crucible capacity creates major problems for a casting operation with large moulds. Individual crucible loads of only a few kg of metal have only a small heat capacity and, with a relatively large surface area, cool very quickly. It is quite feasible to pour molten metal from the crucible directly into a small mould space where the distance to be travelled inside the mould is no more than a few mm, but it is quite another proposition to expect these small quantities either to fill a large vertical mould directly or to run long distances of up to several metres through the complex series of feeder channels of modern practice, and such as are envisaged for comparable ancient pieces (Fig. 10). Thus, there would have been a succession of small quantities of metal poured into the top of the mould, with rapidly dissipating heat at each pouring, having then somehow either to run or to fall the length of the mould all the way to the bottom and fuse with the metal already being there, to form a coherent mass, or even more unlikely, to run down the feeder channels to the base and then rise up inside the mould. This would seem hazardous with danger of the cooling metal setting part way down and thus blocking the passage, and if poured directly into the mould at the top, the near certainty of splashes and spills of metal setting against the sides. These would be surrounded by the rising metal but would not fully fuse, creating what are now termed *cold shuts*, and which are very difficult to eradicate.

Surprisingly little mould material has been recognized from foundry sites of Classical antiquity, but those that have been examined have no evidence of separate pouring channels (Fig. 11). Clearly, something is amiss in our current understanding based on Post Medieval European practice; traditional practices elsewhere offer more viable alternatives.

India and the *sthapati*

Those who study early casting technology in South Asia have a plethora of information sources not available elsewhere. In addition to the surviving bronzes themselves, there are the ancient *Silpasastra* texts and other early literary sources, often giving very precise technical information on the casting process. Above all, there is a variety of casting traditions still in operation (although 'evolving') (Reeves, 1962; Krishnan, 1976; Craddock, 2015). These range from the tribal casters of central and eastern India, making small items and using technology that could well have originated in the Harappan Bronze Age, to the Nepalese image casters utilizing a unique technique that could have its origins in Hellenistic Greece (see above), and the unbroken line of *sthapati* bronze casters in southern India casting life-size images of the various deities since at least the times of the Pala and Chola Empires over a thousand years ago (Levy *et al.*, 2008; Craddock, 2015; Craddock and Hook, 2007). The technologies by which these major statues have been

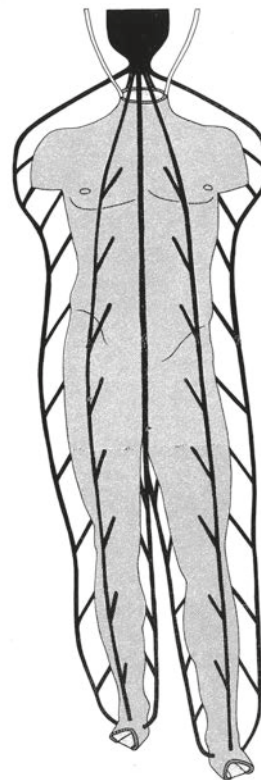


Fig. 10. Hypothetical arrangements of the feeder channels proposed for the mould of the torso of one of the Riace bronzes. It is difficult to envisage how small quantities of molten metal could have successfully flowed through the channels and then fused together in the main mould. Just one blockage in the feeders would have ruined the entire operation (Formigli, 1984, p.117, n.49, fig.12).

cast give an alternative insight into how the ancient Egyptian and Greek statuary may have been cast.

The south Indian hollow bronzes are traditionally cast by the direct method: Wax is spread over a clay core, modelled, moulded and cast (see above and Fig. 1). The statues are cast virtually complete (Fig. 12), rather than cast in sections and assembled afterwards as was often the case with the Egyptian, Nepalese and Greek pieces. A large mould, often several metres in length, will be cast lying at a shallow angle in a shallow casting pit (Fig. 13), not vertically, as is usually assumed for ancient statuary (Fig. 10). Nowadays, large modern crucibles are used, with capacities of between 60 to 100 kg, and the bronze is poured into a central cup at the surface of the pit; from there the metal runs down the several pouring channels to several points on the mould lying beneath.

It is likely that in the past, before the large capacity crucibles were available, the pouring arrangements were somewhat different. The mould would still have lain at an angle in the pit, but instead of the feeder channels leading to a common source above, each would have been fed directly from the crucibles, the molten metal then only having to flow a few mm for even the largest casting. The

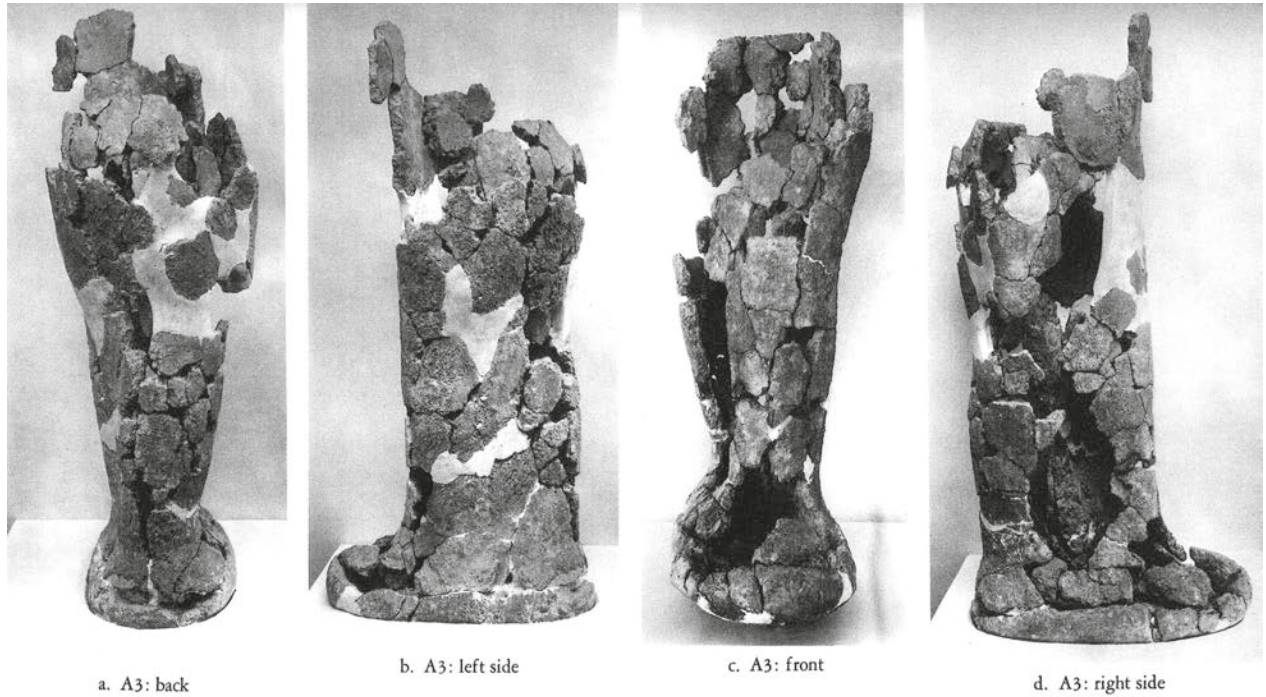


Fig. 11. Reassembled clay mould of the lower half of a male nude figure excavated from the casting pit / trench (Fig. 17) in which it is believed to have been cast. No feeder or vent channels are present (Zimmer, 1982, p.14, fig. 8).

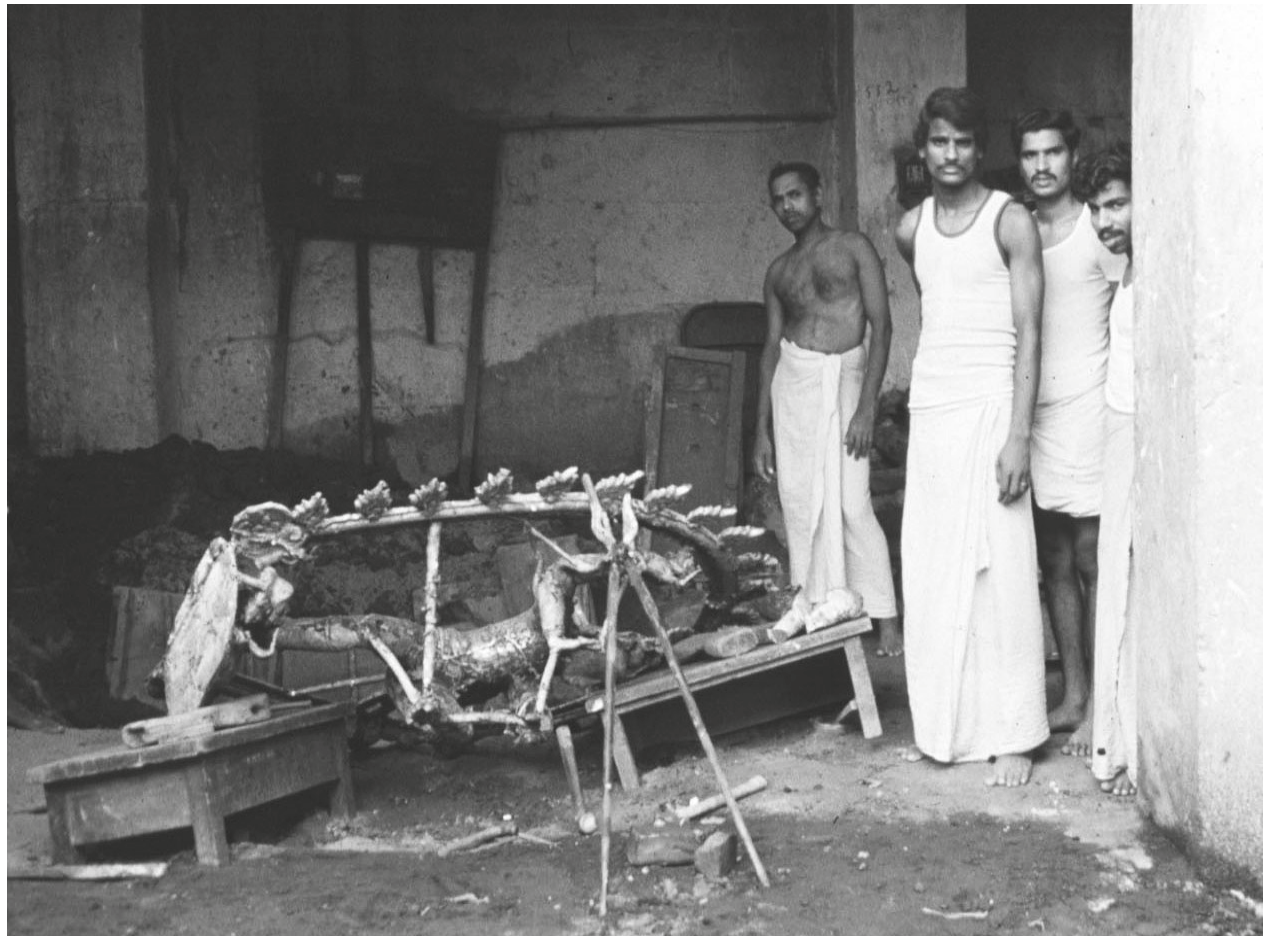


Fig. 12. Large Shiva Nataraja casting just removed from the casting pit (Fig. 13). Note the whole assemblage has been cast in one, and the complex arrangement of feeders and risers now lying underneath as the casting has been turned over (Swamimalli, 1986) (photo: P.T. Craddock).

best evidence for this is a large solid medieval bronze casting of *Bālā-Krishna* that had failed during casting and was abandoned (Johnson, 1972). Along the back and legs of the casting are a series of protuberances, the stubs of the original pouring channels. Johnson reconstructed them as meeting at a common pouring cup such as would be appropriate for a modern casting from large crucibles, but it is more likely that the pouring channels were separate and thus quite short (Fig. 14). It is envisaged that a series of crucible pourings would have been made in quick succession, starting at the lower end and working up through the channels.

Egypt

The evidence for major casting operations is based on the surviving castings themselves, tomb paintings, especially the remarkable series in the tomb of Rekhmire and now the remains of two excavated foundry sites, at Qantir and at Thebes.

The painting of the Rekhmire tomb (TT100) of the 18th Dynasty in the mid-2nd millennium BC, records the manufacture of a bronze door frame for the Temple of Amun at Karnak (Fig. 15) (Davies, 1943). The scene is detailed and gives considerable insight into the problems of producing a major casting from crucibles with only a small capacity. The mould is not shown buried in the ground as at the later Greek foundries (see below) but is raised as was probably the case with the moulds at the later Egyptian foundries at Qantir and Thebes (see below). Judging by the figures in the Rekhmire tomb painting, the mould must have been about 3 m in length and is lying almost, but not quite horizontal.

Along the top, fourteen pouring cups are shown, and there must be others hidden behind the workmen standing in front, and thus, the metal would only have a short distance to flow before meeting up with the metal already



Fig. 13. The shallow casting pit in which the *Shiva Nataraja* (Fig. 12) was cast, lying face down at a slight angle (photo: P.T. Craddock).

poured. It is very likely that the slight angle shown is real and would be necessary to ensure that the incoming metal ran directly down to join the molten metal already present there (as also depicted in the reconstruction of early Indian practice, Fig. 14).

Actual foundries have been excavated at Qantir, ancient Pi-Ramesse, in the Eastern Delta, dated to the

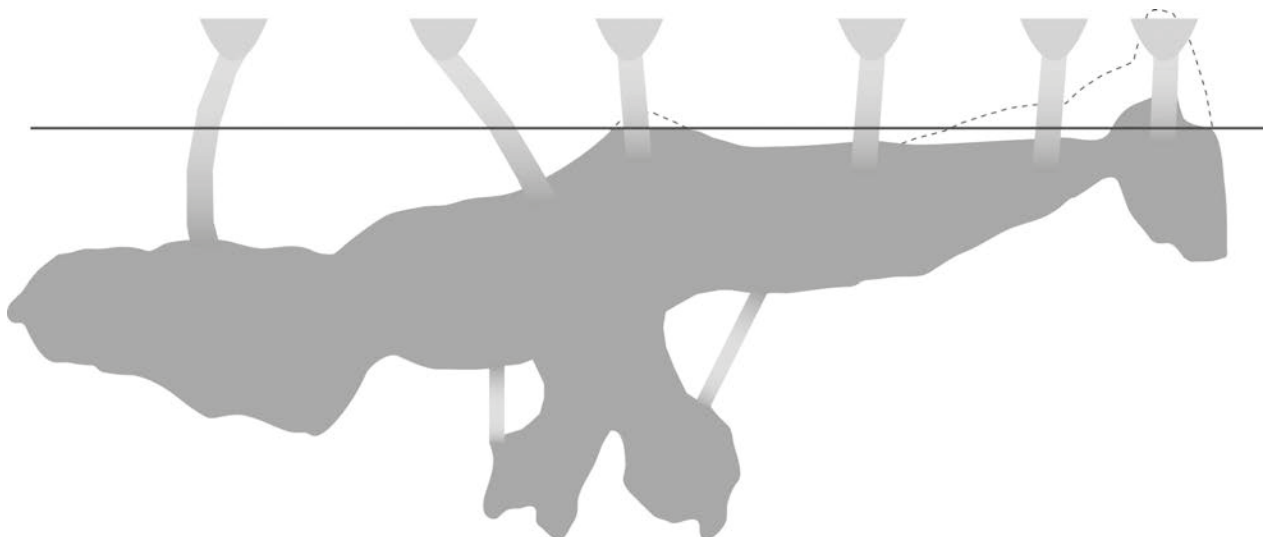


Fig. 14. Diagram showing the *Bālā-Krishna* with the pouring channels redrawn leading up to separate entry points, thus cutting the flow distance for the molten bronze to a minimum (redrawn from Johnson, 1972).



Fig. 15. Pouring the metal into numerous pouring cups set in the top of the slightly inclined mould for casting the frame of a bronze door. Tomb of Rekhmire (photo: S. La Niece).

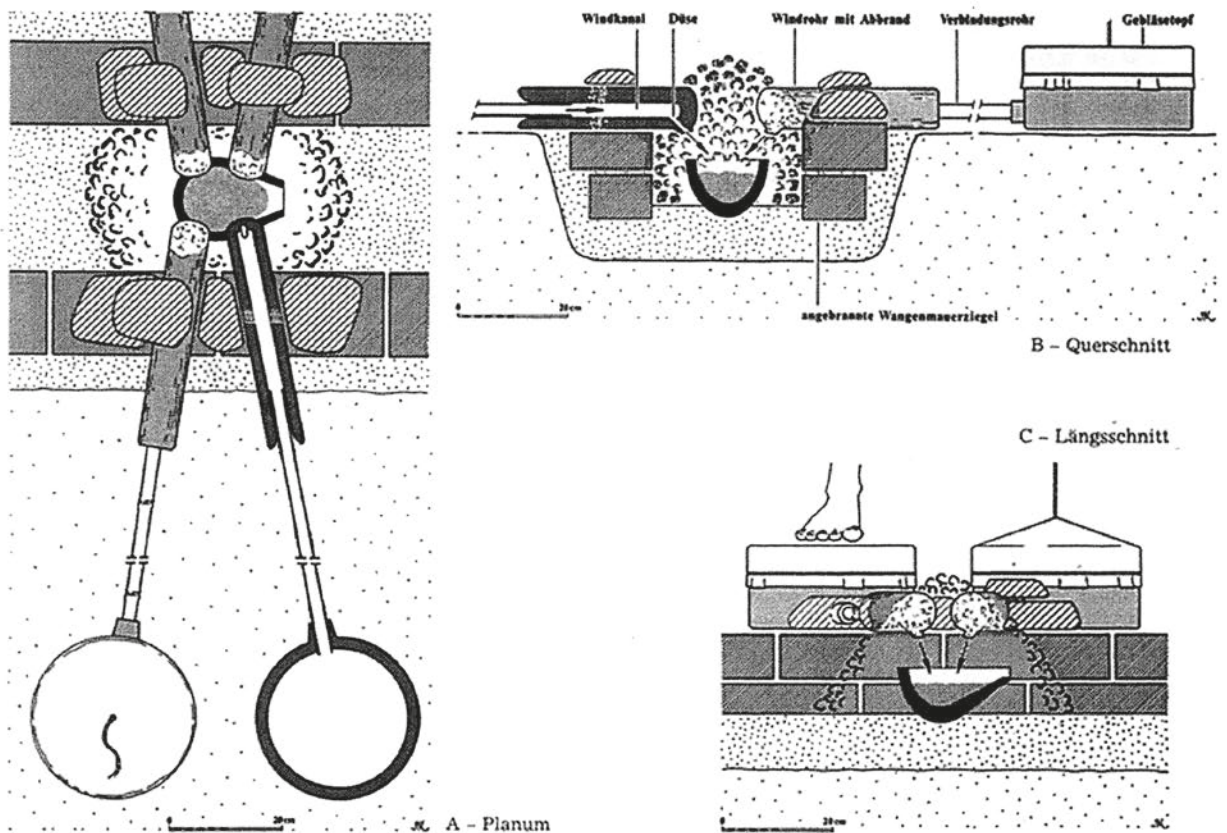


Fig. 16. Reconstruction of sections across and along an individual hearth at Qantir, fed with air from the foot bellows through the tuyeres. Note the blast is directed down onto the burning charcoal with the crucible beneath (Pusch, 1994).

18th / 19th Dynasty (Pusch, 1990; 1994 & 1998; Rademakers *et al.*, forthcoming) and at a foundry of the Ptolemaic period, adjacent to the funerary temple of Seti I at Thebes (Scheel, 1989, pp.25-27). Both foundries had a series of hearths arranged in lines, evidence of the need to heat many crucibles simultaneously. Qantir was a vast industrial complex, very likely run by the state as weapons figured prominently in its products. The site included a large foundry area where linear batteries of melting hearths were found together with heavily burnt cross-walled structures, interpreted as furnaces for baking the moulds, and large quantities of refractory debris including tuyeres and crucibles. The melting batteries were arranged in pairs. Each line was at least 15 m in length, formed of low mud brick walls about 200 mm apart. Into these walls, tuyeres were set horizontally although the exit hole for the blast pointed downwards (Fig. 16). It is very probable that the Qantir tuyeres were fed by foot bellows although remains of the pots have not been recognized so far (fragments of a limestone pot have been found and others could have been of wood rather than ceramic). It is conjectured that the blast was directed down onto burning charcoal beneath which were the hemispherical or oval crucibles. The fragments of these have evidence of extreme heat around their rims and interior, vitrifying the ceramic, but very little on the outside, suggesting that the crucibles were partially buried in the hearths. One well preserved section of a melting battery at Qantir had thirty nine tuyeres, some still in place, set on either side of the line over a 7 m length, thus, there would have been about eighty over a full 15 m length. Pusch and his colleagues assume that each crucible was served by 4 tuyeres (that is one bellows set of two pots on each side). Thus, at least 20 crucibles could have been heated simultaneously. The hemispherical crucibles had an inner diameter of about 150 mm and a depth of about 70 mm; this equates to a volume of about 0.5 litres. This is translated to a probable capacity of about 0.3-0.4 litres, that could realistically have held a maximum of about 2 kg of copper alloy, but probably rather less, because the metal would very likely have been added as separate lumps and the molten metal certainly would not have filled the crucible to the rim (see endnote 5). Thus, with both batteries in operation, each with their 20 loaded crucibles, up to 100 kg of metal could have been melted at the same time.

Clearly, the foundry was equipped for major casting operations which must have taken place in the immediate vicinity, but there was no evidence of casting pits, suggesting the moulds must have been on or above the ground, as shown in the Rekhmire wall paintings. Adjacent to the melting hearths there was the major installation of lines of heavily burnt bricks, arranged as a cross, clearly the foundations of a massive structure. This is interpreted as the base of the oven or furnace where the moulds would have been baked and then kept hot whilst the metal was poured hot so that the incoming pours of metal did not solidify before merging with the metal already present.

The examination of several Third Intermediate Period Egyptian bronze figures have identified protuberances on their backs, including a figure of Osiris, EA 60717, in the British Museum, a figure of a female N 3390 and the famous figure of Karomama, N 500 in the Louvre (Delange *et al.*, 1998, figs. 15 & 16). The protuberances on the Karomama figure were explained as the remains of a bar attaching the figure to a support, but it seems more likely that they should be interpreted as the stubs of a series of pouring channels. If this is the case, the moulds would have lain face down as with the Indian practice, although probably at a steeper angle. Several of the Egyptian figures are of heavily leaded bronze alloys that show pronounced gravity segregation with the heavier lead concentrated towards the feet. The pouring would have commenced in the pouring channels situated at the feet and worked steadily and quickly upwards. The evidence of a heavily burnt foundry block at Qantir suggests that moulds would have been kept hot, allowing sufficient cooling time to take place for segregation, although that depicted at Rekhmire's Tomb has no evidence of fire. The Egyptian statues in our survey typically weighed between about ten and twenty kg and thus, it is possible to envisage a number of loaded crucibles heated simultaneously in installations, similar to those excavated at Qantir and Thebes, and then poured in quick succession.

Greek Casting Technology

There are still many problems concerning the understanding how the large castings of classical antiquity were made, not least how the molten metal was actually introduced into the mould. For this, an understanding of the pre-existing Egyptian practice as well as present day south Indian traditional practice may provide some relevant insights.

By the first half of the first millennium BC, the Egyptians were producing large, thin-walled lost wax castings by the indirect method. They were likely to have been cast lying prone with the metal poured into a series of channels, normally positioned along the back. At this time, significant economic and political developments were taking place across the Mediterranean, amongst the Greeks. These were accompanied by major technical developments in art and technology, influenced by their contacts with older civilizations to the east and south (Haynes, 1992; Mattusch, 1988). It has long been recognized, not least by the ancient Greeks themselves, that their bronze casting technology was heavily influenced by Egyptian practice (Kyrieleis, 1990).

The principal sources of information on Greek technology for major castings, in addition to the surviving castings themselves, include the excavated remains of foundry sites (Heilmeyer *et al.*, 1987; Schneider, 1989) with casting pits such as those of the fifth century BC, excavated at the Athenian Agora (Mattusch, 1982; Zimmer, 1999) (Fig. 17), together with the illustrations on

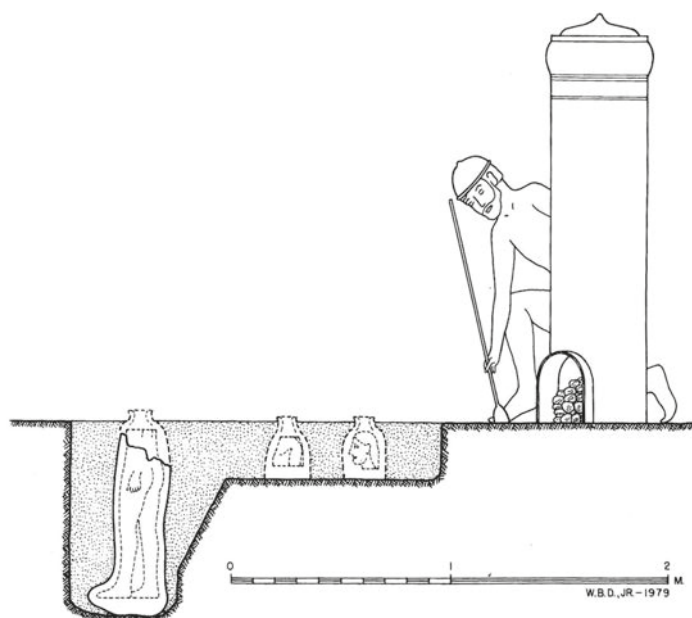


Fig. 17 (left). Reconstruction of the casting pit next to the Temple of Apollo Patroos, in the Athenian Agora and which contained the mould fragments shown in Fig. 11. As clearly shown here if complete, the torso mould would have stood well above the top of the trench, which seems very unlikely, whereas reclining along the trench would have enabled easy casting at locations along the back etc. (Mattusch, 1982, fig. 25).



Fig. 18 (right). Black figure oinochoe of about 510-500 BC (British Museum, 1846, 0629, 45). Tall shaft furnaces are shown on many furnace vessels, but with no evidence of casting activities. Here, a solid billet of metal is being withdrawn, not a crucible as would be expected if this was a melting installation.

contemporary Greek 'foundry' vessels (Schwander *et al.*, 1983; Oddy and Swaddling, 1985; Zimmer, 1982) the interpretations of which are all somewhat at odds (Fig. 18).

The excavated foundry sites have casting pits, some evidence of hearths together with crucible and other refractory fragments but little evidence of the shaft furnaces depicted on the so-called foundry vases. The bases of these shafts should have been in the immediate vicinity of the pits, if the interpretation of them as melting furnaces is correct.

Most of the foundry vessels show a prominent shaft furnace of the type usually associated with smelting metals, but otherwise the scenes depict large statues being assembled and finished. There are no depictions of the earlier stages of production, modelling, moulding or even of casting. None of the scenes show casting pits or men carrying crucibles etc. (cf. the Rekhmire painting, Fig. 15).

Hoffman and Konstam (2002) proposed a radically different solution to the problem of resolving the apparently conflicting evidence of the excavated pits and the foundry vessels as well as the problem of filling the large moulds with molten metal. They argued that the quantities of molten metal required for major statue casting (estimated at several hundred kg) was too large for repeated pouring from small crucibles and so there must have been some installation in which the required metal was melted together and then ran into the mould in one go. They illus-

trate their novel interpretation of the foundry vessels scenes and the excavated casting pits by setting a huge crucible acting as the melting furnace in the top of the casting pit surrounded by fire, with the shaft furnace relegated to being the chimney (Fig. 19, their Figs. 2 & 3). This is an interesting idea, but does not fit in with either the scenes on the cups nor the excavated evidence. However, their points concerning the difficulty of pouring large quantities from small crucibles are relevant.

It is still generally assumed that the molten metal was either poured via a single pouring cup directly into the top of the mould, as was certainly usual practice for smaller castings, or led down through feeder channels to the base of the mould as is modern practice (Fig. 5).⁶

If it is accepted that the metal really was conveyed and poured into the mould in small quantities, then for major castings the mould arrangements must have been made in a way that the metal only had to flow for as a short distance as possible. The Egyptians had already solved this problem by having a large number of pouring cups along the length of the inclined mould.⁷

In their 2002 article, Hoffman and Konstam had also suggested that the moulds were not held vertically but set at an angle in the pits, apparently unaware that this has always been the practice for casting major statuary in southern India. In their reconstruction the metal is depicted running down pouring channels (Fig. 19). With the

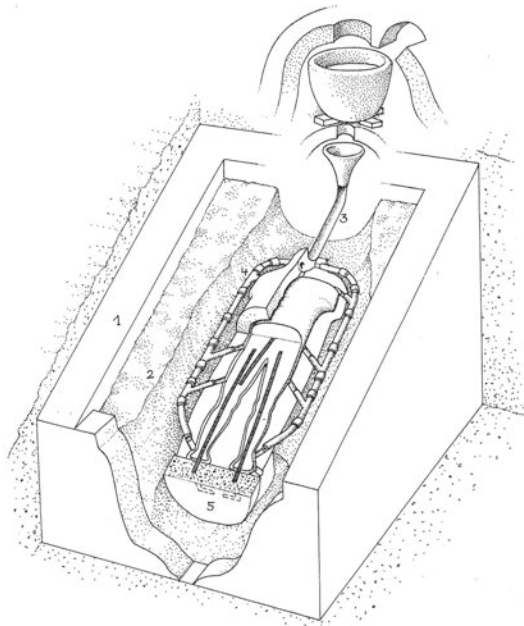


Fig. 19. Hoffman and Konstam's proposed installation (their fig. 4) with a huge crucible above the mould.

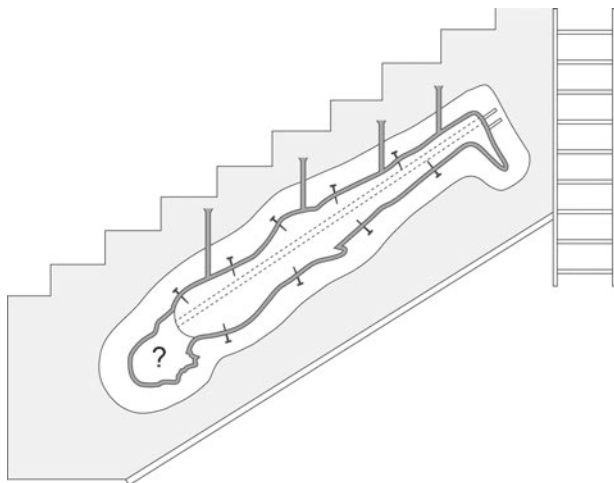


Fig. 20. Hoffman and Konstam's illustration of a mould set at an angle (their fig. 4), here inverted and rearranged according to ancient Egypt and more recent Indian practice. The ? inside the head represents uncertainty whether the head was usually cast together with the torso or separately (A. Simpson).

benefit of knowledge of ancient and contemporary Indian practice, this can be reinterpreted (Fig. 20).

Conclusions

It is postulated here that the arrangements in the Greek casting pits could have had similarities with both ancient Egyptian and traditional Indian methods. The Greek casting pits usually have a flight of steps and often evidence of a hearth at the bottom to melt and drain the wax and to bake the clay of the mould. It is possible that

this was done with the mould tilted along the line of the steps and following this the metal was poured into a series of channels along the upper surface of the mould. This would be a development from the traditional Egyptian practice, with the mould now in a pit, such as became standard practice thereafter.

Much of this is conjecture and there is still much to learn, but the consideration of other cultures and traditions can broaden the options.

Notes

- 1 Mattusch (1988), for example, believed that 'The lost wax method of bronze casting in its direct and indirect forms have persisted until the present, and the methods in use today probably differ in no significant way from those of the fifth century BC (Greece)', whereas Zimmer (1990, 4) opined 'dass die moderne Bronzegusstechnik zur Kenntnis der antiken Technologie wenig beitragen kann', that is, an awareness of modern bronze casting technology is hardly relevant to the study of bronze casting in antiquity'.
- 2 Hoffmann and Konstam (2002) seem to be amongst the very few researchers who have recognised this problem. Their solution, discussed below, although ingenious, does not tally with the surviving evidence.
- 3 Although traditional direct methods currently still used in Nepal, described below, could produce castings made by the direct method with features normally taken as diagnostic of the indirect process.
- 4 The earliest refractories deliberately made to withstand very high temperatures are likely to have been the steel-making crucibles used in Central Asia in the 10th to 12th centuries AD (Rehren and Papachristou, 2003): Strong, temperature resistant crucibles capable of holding many kg of molten metal only developed in Europe from the end of the Medieval period. They were made of clay with a mullite structure tempered with graphite (Martinón-Torres and Rehren, 2009).
- 5 Present day Newari casters use cylindrical crucibles with a diameter of about 100 mm standing about 250 mm tall with a theoretical capacity of about 2 litres. They are filled to the top with lumps of copper alloy, typically weighing about 3 kg (Anfinset, 2011, pp.80-1). On this basis, the Olympian crucibles could have held up to 15 – 20 kg, but their very weak fabric makes this rather unlikely.
- 6 Vasari (Bettarini and Barocchi 1987, p.206) described how the sculptor della Porta had cast his bronzes from the bottom. Clearly, in 16th century, Italy this was still a noteworthy and unusual practice. Haynes (1992, p.72) and Mattusch (1988, pp.54-5, figs 4.4 & 4.10) discuss this problem and note that the only more or less intact mould of a major casting to have been found (a two thirds life size Apollo or kouros, of the 6th century BC, from the Archaic Foundry in Athens (fig. 17) had no evidence for vents or pouring channels, so it was believed the metal must have been poured directly into the mould. However, the mould for a small Greek figure (Zimmer, 1990, p.114, p.208, no. 8.3.82, fig. 69) was for a bottom pour.
- 7 A major problem with the interpretation of the Agora casting pit (Figs. 11 & 17) emerges if it is assumed that the mould was cast upright. From the surviving mould fragments it is clear that the complete casting would have been over a metre tall, but the pit is only 850 mm deep, and as Mattusch (1988, p.56 stated that 'the pit is not deep enough to have contained the mould for the entire statue and no bricks were found with which the pit walls might have been built up to an appropriate height'. Mattusch suggested that the statue was in fact cast in sections, and certainly, the head is likely to have been separate, but the substantial surviving sections show no signs of joins and suggest that the legs and torso were a single casting. The problem is immediately resolved if the mould was laid along the 1.7 m length of the trench / pit which was otherwise unused.

Bibliography

- Alsop, I. and Charlton, J., 1973. Image casting in Oku Bahal, *Journal of the Institute of Nepal and Asian Studies*, 1(1), pp.22-49.
- Anfinset, N., 2011. *Social and Technological Aspects of Mining, Smelting and Casting Copper*. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum.
- Bayley, J. and Rehren, Th., 2009. Towards a functional and typological classification of crucibles. In: S. La Niece, D.R. Hook and P.T. Craddock, eds. 2009. *Metals and Mines*, London: Archetype in association with the British Museum, pp.46-55.
- Bettarini, R. and Barocchi, P. eds., 1987. *Giorgio Vasari: Le Vite de' più eccellenti pittori scultori e architettori*, Testo VI, Firenze.
- Bruni, F., 1994. *La Fusione Artistica a Cera Persa*, Venezia.
- Craddock, P.T., 2014. Refractories with a purpose II: Ceramics for casting. *The Old Potter's Almanack*, 19(1), pp.1-17.
- Craddock, P.T., 2015. The metal casting industries of South Asia: Continuity and innovation. *Indian Journal of History of Science*, 50(1), pp.55-82.
- Craddock, P.T. and Hook, D.R., 2007. The Bronze Industries of South India: A Continuing Tradition?, in: J.G. Douglas, P. Jett, J. Winter, eds. 2007. *Scientific Research on the Sculptural Arts of Asia*. London: Archetype, pp.75-89.
- Davies, N. de G., 1943. *The Tomb of Rekh-Mi-Re at Thebes*. New York.
- Delange, E., di Mantova, A. and Taylor, J., 1998. Un bronze Égyptien méconnu. *Revue du Louvre*, 5, pp.67-75.
- Formigli, E., 1984. La tecnica di costruzione delle statue di Riace. Dua Bronzi da Riace. *Bollettino d'Arte*, serie speciale 3, pp.107-142.
- Formigli, E., Gabrielli, N. and Sannibale, M., 1990. Indagini sulle tecniche di esecuzione di un torso bronzeo romano dei Musei Vaticani. *Bollettino dei Musei e Gallerie Pontificie* 10, pp.5-24.
- Freestone, I.C. and Tite, M.S., 1986. Refractories in the Ancient and Preindustrial World, in: W.D. Kingery, ed. 1986. *High-Tech-Technology Ceramics Past, Present and Future. Ceramics and Civilisation III*. Westerville, Ohio: The American Ceramic Society, pp.35-64.
- Haynes, D., 1992. *The Technique of Greek Statuary Bronze*. Mainz: Philipp von Zabern.
- Heilmeyer, W.-D., Zimmer, G. and Schneider, G., 1987. Die Bronze-gießerei unter der Werkstatt des Phidas in Olympia. *Archäologischer Anzeiger*, pp.239-299.
- Hill, M. ed., 2007. *Gifts for the Gods: Images from Egyptian Temples*. New York: The Metropolitan Museum of Art.
- Hoffmann, H. and Konstam, N., 2002. Casting the Riace Bronzes: Modern Assumptions and Modern Facts, *Oxford Journal of Archaeology*, 21(2), pp.153-166.
- Johnson, B. B., 1972. Krishna Rājamannār bronzes: An examination and treatment report'. In: P. Paled., *Krishna: The Cowherd King*. Los Angeles.
- Krishnan, M.V., 1976. *Cire Perdue Casting in India*, New Delhi: Crafts Museum.
- Kyrieleis, H., 1990. Samos and some aspects of ancient Greek bronze casting In: M. True, J. Podany, eds. 1990. *Small Bronze Sculpture from the Ancient World*. Malibu, California: The Museum, pp.15-31.
- de Labriffe, M.-L., 1973. Etude de la fabrication d'une statue au Nepal, *Kailash*, 1(3), pp.185-92.
- Levy, T. E., Levy, A. M., Sthapathy, D., Sthapathy, S. and Sthapathy, S., 2008. *Masters of Fire: Hereditary Bronze Casters of South India*. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum.
- Lo Bue, E., 1981. Casting of devotional images in the Himalayas, in: W.A. Oddy, W. Zwalff, eds. 1981. *Aspects of Tibetan Metallurgy*. London: British Museum, pp.69-80.
- Martinón-Torres, M. and Rehren, Th., 2009. Post-medieval crucible production and distribution: a study of materials and materialities. *Archaeometry*, 51, pp.49-74.
- Mattusch, C.C., 1982. *Bronzeworkers in the Athenian Agora*, American School of Classical Studies at Athens. Princeton.
- Mattusch, C.C., 1988. *Greek Bronze Statuary: From the Beginnings Through the Fifth Century BC*. Ithaca: Cornell University Press.
- Oddy, W.A. and Swaddling, J., 1985. Illustrations of Metalworking Furnaces on Greek Vases, in: P.T. Craddock, M.J. Hughes, eds. 1985. *Furnaces and Smelting Technology in Antiquity*. London: British Museum, pp.43-58.
- Pusch, E.B., 1990. Metallverarbeitende Werkstätten der frühen Ramessidenzeit in Quantir-Piramese / Nord. *Ägypten und Levante*, 1, pp.75-113.
- Pusch, E.B., 1994. Divergierende Verfahren der Metallverarbeitung in Theben und Qantir? *Ägypten und Levante*, 4, pp.145-170.
- Pusch, E.B., 1998. High temperature industries in the Late Bronze Age Capital Piramese (Qantir), A Quasi-Industrial Bronze Factory, in: F.A. Esmael, ed. 1998. *Proceedings of the 1st International Conference on Ancient Egyptian mining & metallurgy and conservation of metallic artifacts*. Cairo, pp.121-32.
- Rademakers, F.W., Rehren, Th., and Pusch, E.B., (in press) Bronze production in Pi-Ramesse: alloying technology and material use, in: E. Ben-Yosef, Y. Goren, eds. *Mining for Copper*. Tel Aviv: Institute of Archaeology of Tel Aviv
- Reeves, R., 1962. *Cire perdu casting in India*. New Delhi: Crafts Museum.
- Rehren, Th. and Papachristou, O., 2003. Similar like black and white: a comparison of steel-making crucibles from central Asia and the Indian subcontinent, in: T. Stöllner, G. Körlin, G. Steffens, eds. 2003. *Man and Mining. Der Anschnitt*, Beiheft 16. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum, pp.393-404.
- Scheel, B., 1989. *Egyptian Metalworking and Tools*. Princes Risborough, Shire.
- Schneider, G., 1989. Bronze casting at Olympia in Classical times. *MASCA Research Paper in Archaeology*, 6, pp.17-24.
- Schwandner, E.-L., Zimmer, G. and Zwicker, U., 1983. Zum Problem der Öfen griechischer Bronze-giesser. *Archäologischer Anzeiger*, pp.803-7.
- Taylor, J., Craddock, P. and Shearman, F., 1998. Egyptian hollow-cast bronze statues of the early first millennium: The development of a new technology. *Apollo*, 148(437), pp.9-14.
- Tylecote, R. F., 1976. *Metallurgy in Archaeology*. London.
- Zimmer, G., 1982. *Antike Werkstattbilder*, Berlin: Gebr. Mann.
- Zimmer, G., 1990. *Griechische Bronze-gusswerkstätten*. Mainz: Philipp von Zabern.
- Zimmer, G., 1999. Tecnologia delle fonderie del bronzo nel V secolo A.C., in: E. Formigli, ed. 1999. *I Grandi Bronzi Antichi*. Siena: Nuova immagine, pp.49-66.

Patrick Könemann

Roman imports and metal recycling in the Roman Iron Age settlement Kamen-Westick

Abstract: The archaeological documentation of the settlement Kamen-Westick revealed a large number and broad variation of native Germanic metal objects, Roman imports and remains of non-ferrous metal and silver handicraft. The metal finds date from the 1st until the 6th century AD, but especially to the 4th and first half of the 5th century AD. The remains of the non-ferrous metal and silver handicraft include waste of scrap metal recycling, melting, casting and bar ingots. The archeological as well as the chemical metal analysis indicate clearly that especially Roman metal vessels were recycled at Kamen-Westick for the production of native goods.

KEYWORDS: KAMEN-WESTICK, ROMAN IRON AGE, ROMAN IMPORTS, SCRAP METAL RECYCLING

Introduction

Kamen, district Unna, is located approximately 16 km north-east of Dortmund (Germany/North Rhine-Westphalia). The settlement find spot Westick is situated at Kamen-Methler at the confluence of the Körne stream and the river Seseke that flows into the Lippe (Fig.1).

First smaller archaeological investigations took place in 1926–1927 and larger excavations were executed from 1930–1935 and 1998–2001. Already the excavations in the 1930s revealed a settlement of the Roman Iron Age that was outstanding in the region. In 2004, the close part of the canalized Körne stream was re-naturalated.

The archaeological observation of these activities by the local office for heritage conservation (LWL-Archäologie für Westfalen, Außenstelle Olpe) in cooperation with volunteer associates lead to the recovery of a large number of finds, which were discovered especially in a previous branch of the river. In addition, regular surveys by volunteer associates since the 1990s produced a broad quantity of finds, which are reported to the local office for heritage conservation (Eggenstein, 2008, pp.23-31; Baales, Cichy, et al., 2009).

Despite its long research history, Kamen-Westick is evaluated and published only in small parts (Bänfer and



Fig. 1. Map of the settlement find spot Kamen-Westick. The approximate situation of the settlement is marked by a cross. M: 1: 25.000 (map basis: Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW ©Geobasis NRW 2016).

Stieren, 1936; Eggenstein, 2008; Fremersdorf, 1970; Ilich, 2008; Schoppa, 1970).

During the excavations in 1930–1935 and 1998–2001, a large number of pits and post holes were documented. Five houses were identified. One of these has been reconstructed with a size of 48 m length and 7.50 m width. The broad variation and quantity of artifacts consists of Germanic and Roman ceramics, iron artifacts, evidence of iron smelting, animal bones and more than 1000 Roman coins. The coins are especially composed of copper alloy money that was minted in the first half of the 4th century AD (see at last Eggenstein, 2008; Ilich, 2008).

The author's PhD thesis (Könemann, in preparation) dealt with the copper alloy and noble metal objects of the Kamen-Westick settlement. The quantity and quality of native and Roman metal objects is until now outstanding at the eastern part of the Rhineland and Westphalia, although a lot of these objects are also known from other settlements in the environment of Westick. More than 1300 precious and non-ferrous metal objects dating to the Roman Iron Age and the earliest part of the Migration period have been documented in the thesis. About 530 of these objects can be classified typologically. Most of the other items are metal fragments, sheet metal, casting waste and crucible fragments which prove a non-ferrous metal working, based on recycling.

The main focus of this paper in particular lies on questions concerning Roman metal imports and their connection with the production of native Germanic objects in Kamen-Westick. It will be pointed out which kinds of native and Roman metal artifacts are represented in Kamen-Westick. Which steps of the non-ferrous and precious metal working can be identified? On the base of metallurgical analysis methods, it shall be argued how the compositions of the objects of indigenous, Germanic origin match alloys that were used in the Roman Empire are made. Therefore, it is to be shown if the Germanic objects can be traced back to Roman object groups, which were recycled in order to produce the Germanic artifacts.

Overview of the non-ferrous and noble metal objects from Kamen-Westick

In this part we give a short overview of the non-ferrous and precious metal finds. At first, there will be an overview of the Germanic material and a second one of the Roman imports.

Brooches are documented in a larger number with up-to-date 151 items. These are mostly Germanic forms. The classification follows the typology of O. Almgren and the further structuring of W. Matthes (Almgren, 1923; Matthes, 1931). Only two Germanic brooches from Kamen-Westick date to the older Roman Iron Age. These are an Almgren 38 brooch (*Rollenkappenfibel*) (Fig. 2,1) and a knee-brooch like Almgren V, Series 9 (Fig. 2,2).

They date to the chronological step B 2 (70–150/160). Most brooches found at Kamen-Westick date to the younger Roman Iron Age and earliest part of the Migration period. Twenty of them belong to the group Almgren VII with a high catch-plate dating to the later 2nd and 3rd century AD. Especially represented is the Matthes Series 3 (knee-shaped bow and foot cut of straight) (Figs. 2, 3 and 4). Other forms like Almgren 193 and Almgren 199 are documented just one time. The largest part of brooches date to the 4th and early 5th century AD and can be classified as faceted brooches with a rectangular foot and fixed catch-plate of the group Almgren VI, 2 (*Einfache Armbrustfibeln* Almgren VI, 2 *mit gleich breitem, facettiertem Fuß und festem, kastenförmigem Nadelhalter*) (Fig. 2,5). These brooches are the most common form in Westphalia at this time (Böhme, 1974, pp.7-8, map 1; Brieske, 2001a, p.22, footnote 113; Schulze, 1977, pp.31-32).

Other native types in Kamen-Westick are 14 disc brooches from the 3rd to the 5th century and four supporting arm brooches (*Stützarmfibeln*) from the first half of the early 5th century.

In addition to copper alloy brooches, seven brooches or fragments are made of silver. Extraordinary is a silver fibula of the group Almgren VI, 2 that is decorated by beaded wires and a coating of a gilded foil (Fig. 3). This brooch is comparable in its manufacturing to brooches from the Elbian-Germanic areas from the late second half of the 3rd and early 4th century (Becker, 2010, pp.76-78; Voß, 1998, p.146, fig. 9).

The 48 hairpins of Kamen-Westick can be classified predominantly as specimens of the Wijster (Fig. 2, 8) and especially Fécamp (Fig. 2, 9) types dating to the late 4th and early 5th century (Böhme, 1974, p.38).

Very extraordinary is a fitting made of a square shaped lead plaque that is coated by a gilded, decorated silver foil (Fig. 4). The ornament shows a hooved animal looking backwards. This motif is well-known in northern Germany and Scandinavia. Comparisons from Stráže (Slovakia) and Skedemosse (Sweden) suggest that the fitting of Kamen-Westick belonged to a splendid belt (Rau, 2012, pp.387-388, fig. 9; Quast, 2009, pp.48-50).

The numerous Roman metal goods from Kamen-Westick can be generally subdivided into the following groups: costume accessories and jewelry, utensils and instruments, small figures, metal parts of chests and furniture, military equipment and metal vessels.

To the group costume accessories and jewelry belong brooches, finger rings and bracelets. Among the Roman brooches, there are enamel decorated disc brooches (Fig. 2, 9) with a total number of nine specimens, the most frequent Roman types in Kamen-Westick. Other forms of the 1st to the 3rd century, like the types Almgren 15, 22, 45, 101, 236 or 237 and 247 are just represented one time. The later Roman brooches, dating to the late 3rd and 4th century, are forms that can be connected to the late Roman military. These are eight cross-bow brooches, among these four crossbow brooches with onion knobs. Jewelry is documented by finger rings,

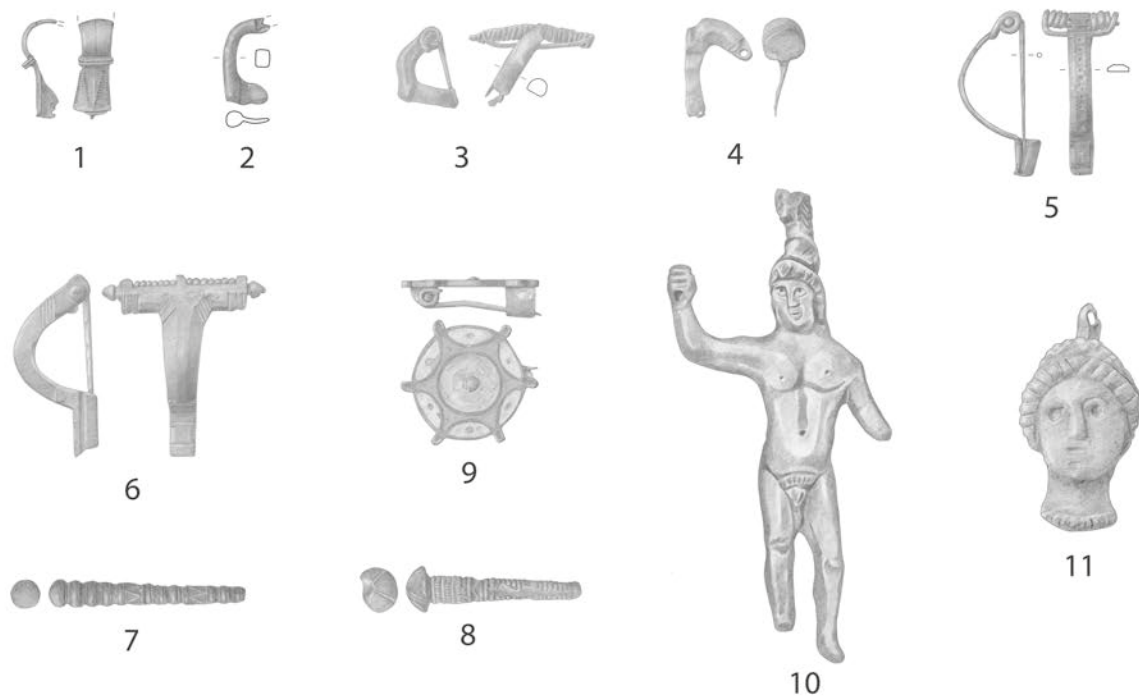


Fig. 2. A small selection of finds from the find spot Kamen-Westick. M.: 1:3 (graphic by Patrick Könemann; drawings LWL-Archäologie für Westfalen / Karin Peters).



Fig. 3. Silver brooch made of silver decorated by beaded wires and a coating of a gilded foil. 3rd century AD (photo: LWL-Archäologie für Westfalen).



Fig. 4. Fitting made of a square shaped lead plaque, coated by a gilded silver foil decorated with a hooved animal. 3rd century AD (photo: LWL-Archäologie für Westfalen/ Patrick Könemann).

pendants and bracelets made of copper alloys, silver and, in one case, gold.

In total, four small figures and three standing bases are documented in Kamen-Westick. Represented are two images of the god Mars (Fig. 2, 10), one of Minerva and one arm of a Jupiter. In general, these small figures were found very often in temples or private house shrines (Kaufmann-Heinimann, 1998). The Mars and Minerva images are not very detailed manufactured forms. In case of this special Mars type, this type has been found in a

larger number in the temple area at “Auf dem Spätzrech” near Schwarzenbach (Germany / Saarland). D. Burger interpreted these as cheap votive offerings (Burger, 2012).

The military equipment can be differentiated in early, middle and late Roman forms. Metal fittings dating to the 1st century are very few in number. These are some horse trappings, belt parts and two scabbard components. Among the parts of Roman military equipment of the 2nd and 3rd century, horse harness fittings are with 60 items very frequent. In contrast, belt fittings, like a fastener of a

balteus, are fewer in number. To the 4th and early 5th century date 40 belt parts. These are connected mostly to the late Roman military of the end of the 4th and first half of the 5th century and to Germanic soldiers in service of the Roman army (Böhme, 1974, p.90, pp.166-207; Sommer, 1984, pp.83-86, p.88, p.93). Nowadays, the fixed model that these late antique belts have only been used in the Roman military is recently discussed because they also appear in civilian contexts (Nicolay, 2007, p.216). But their military origin cannot be denied.

Parts of chests and furniture are represented mostly by decorative fittings. To this category belong decorative chest studs, studs for the attachment of a lock-plate, a lid for a padlock and handle parts from chests. Outstanding is a figurative ornament of a Roman folding table showing Bacchus (Eggenstein, 2008, p.47, fig. 33). These folding tables are luxury furniture found in Roman *villae rusticae* or in the grave 3 of Wehringen that is equipped in very rich manner. The few folding tables found in *Germania magna* are known predominantly from the very splendourous graves from Gommern, Mušov, Zakrzów and Stráže (Klatt, 1995; Künzl, 2002, pp.472-474; Künzl, 2010, pp.179-184; Nuber, 2000; Quast, 2009, pp.20-21).

To the category of instruments and utensils belong writing implements, cosmetical or medical instruments, small copper alloy bells and parts and weights of balances. In connection to writing are a lid of an ink pot and a leaf-shaped, enameled cover of a seal box. The cosmetical instruments are several tweezers, an ear probe, an ear scoop and maybe the handle of a small straight razor. Several weights and a lift hook belong to a steelyard balance. One weight has got the form of a female head (Fig. 2, 11).

In total, 66 parts of metal vessels can be identified. Documented forms are a bottom of a casserole with a handle (*patera*), several fragments of Hemmoorer buckets, a few parts of Vestland-cauldrons, a lid of a sheet-metal jug, a sheet-metal plate or frying pan, a rim of a plate like Eggers 118, and a lid of a basin. Some attachments belonged to basins. Most identifiable vessel fragments are strainers or dippers. The metal vessel types found at Kamen-Westick were mostly produced in the 2nd and 3rd century, some date back to the late 1st and early 2nd century.

Chronological conclusion of the datable metal objects from Kamen-Westick

The beginning of the settlement of Kamen-Westick is uncertain yet. Metal objects from the older Roman Iron Age are represented only by a few objects. From the period Eggers B 1 (1–70 AD) just Roman artifact forms are known. Some of these date back to the Augustean and Tiberian era. The period B 2 (70–150/160) is represented only by two Germanic brooches and a few Roman ob-

jects. Germanic ceramics from the older Roman Iron Age is unknown until now. The earliest Roman ceramics are five Terra Sigillata shards produced in the Vespasian time (Berke, 2009, p.89, 91, and 94; cat. no.: IX-12-5/5.8; IX-12-5/5.37; IX-12-5/5.43; IX-12-5/5.82; IX-12-5/5.90).

The most finds of Kamen-Westick indubitably date to the Roman Iron Age period C. Higher in number are brooches of the form Almgren VII dating to period C 1. Pottery of the form Uslar II proves the existence of a Germanic settlement at Kamen-Westick during this time. The settlement reaches its definitive zenith in the 4th and early 5th century AD. Most metal artifacts belong to this time. The peak is already known from Roman ceramics, Roman glass vessels and Roman coins (Fremersdorf, 1970; Ilisch, 2008; Schoppa, 1970). After the second half of the 5th century AD there is a strong decline of metal finds. Just a few brooches and belt fittings date until the late 6th century. Metal objects of the 7th and 8th century are unknown from this find place. Although there is a decline of metal finds since the 2nd half of the 5th century, a first examination of the imported Roman and early medieval ceramics by Robert Fahr showed that there is continuity in the Post Roman and early medieval imports from the western Rhine area (Könemann and Fahr, 2016).

Evidence for Production

The 66 classifiable Roman metal vessels are all fragmented and have in many cases clear traces of dissection. Often, only the thicker vessel rims or small parts of sieve sections of strainers have been found. That suggests very much that the metal vessels were used as raw material for the production of native goods. The majority of the scrap metal is composed of more than 300 sheet fragments. Mostly, they have a size of up to 6 cm, larger pieces are seldom. In several cases, these sheets have clear cutting marks. It is to suppose that many of these sheet fragments were cut out from Roman metal vessels.

At solid cast objects clear cutting marks have been observed more seldom. They appear at a Roman horse harness fitting, where the less solid parts were cut off, whereas the massif middle part remained untouched. From a Jupiter figure only the arm has been discovered. From the casserole with a handle only the massif bottom remained, the thinner parts were cut off all around. In addition there are several solid fragments which cannot be classified.

All these fragments have to be considered as secondary raw materials for the production of native goods. The predominance of cut sheet metals and the fragmented parts of Roman metal vessels indicate that this material was obviously especially preferred. On the one side, these sheets could be transformed to sheet metal objects, like disc brooches or belt-parts, which are present in material of the settlement Kamen-Westick. On the other side, it can be cut and melted down without high energy usage.

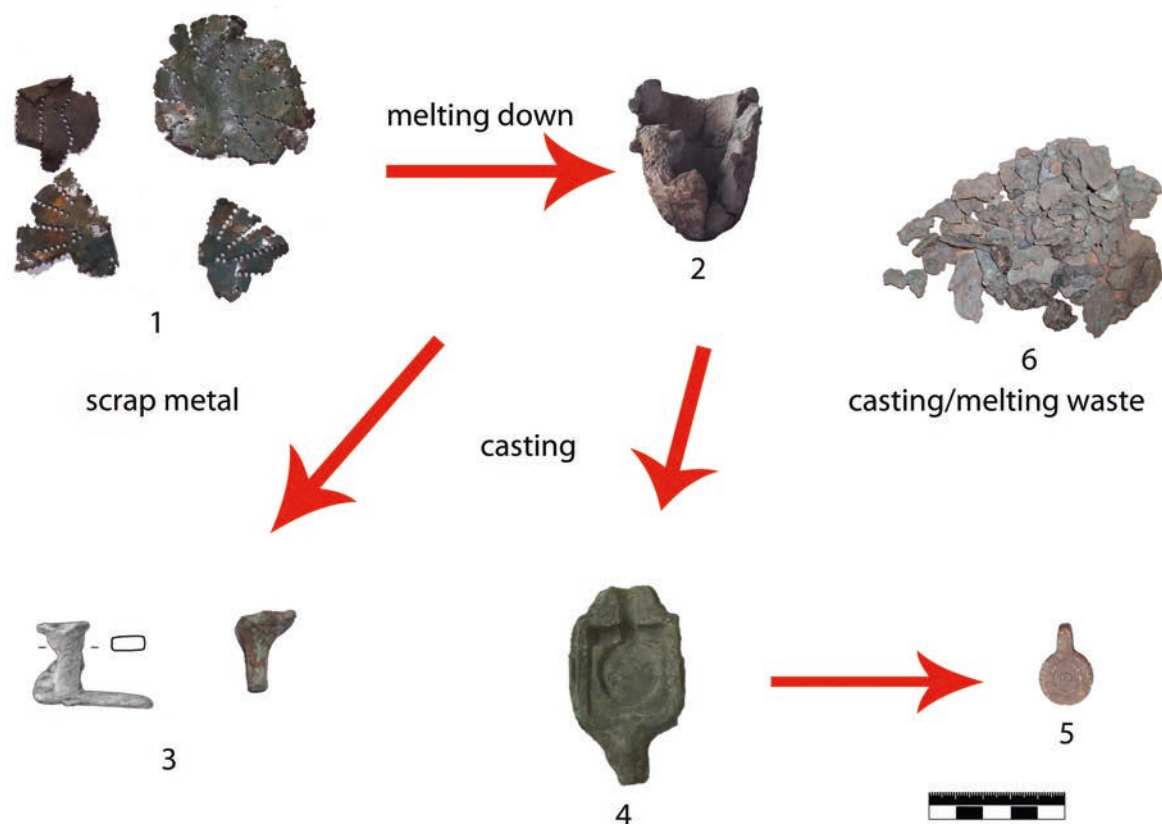


Fig. 5. Identified steps of non-ferrous metal working at Kamen-Westick: 1 Scrap metal (strainer fragments); 2. Crucible; 3. Casting sprues; 4. Permanent mould made of a copper alloy; 5. Belt fitting, late 4th / early 5th century; 6. Casting and melting waste (graphic Patrick Könemann; drawing LWL-Archäologie für Westfalen / Karin Peters; photos: Haus der Kamener Stadtgeschichte, Gustav-Lübcke-Museum Hamm and LWL-Archäologie für Westfalen / Patrick Könemann).

A number of 98 crucible fragments suggest the meltdown in the settlement. There is only one crucible that is nearly complete (Fig. 5, 2). It has got a height of 4, 8 cm, a diameter of 3, 6 cm and a wall thickness of 8 mm. Most other fragments belonged, according to their diameter and wall thickness, to the same type of small crucibles. Another fragment indicates a crucible type which was insignificantly larger in size. It measures 4, 5 cm diameter and has a wall thickness of 1, 2 cm. The small crucibles are sufficient for the production of smaller objects. All these crucibles are strongly heated. In some of them remained droplets of a copper alloy. This proves that all the crucibles have been used. Melting of non-ferrous metals at Kamen-Westick is in addition proven by around 230 amorphous pieces of melting or casting waste (Fig. 5, 6).

Casting is testified by three casting sprues (Fig. 5, 3). The only mould is one part of a, at least two pieced, permanent mould made of a copper alloy (Fig. 5, 4). It was designed to produce belt fittings in the late 4th and early 5th century AD that are also represented several times in the settlement.

Twelve copper alloy bar ingots can be considered as semi-products or raw material. From several of these ingots parts have been cut off, probably for another step of production.

In smaller range than for non-ferrous metal working there is evidence for a production of silver objects. Two brooches are obviously discarded and can be considered as scrap metal. There are two silver bar ingots; one of them has obvious cutting marks. Five amorphous silver droplets could indicate a melting process. One of them has been hammered flat.

In case of non-ferrous metals, the adduced evidence speaks clearly for a production on a regular scale. The evidence testifies the dissection of objects, especially Roman metal goods, in particular sheet metal objects, like vessels. The meltdown is proven by used crucible fragments, melted droplets and three casting sprues (Fig. 5).

No explicit technical sites for non-ferrous metals were identified during the excavations. That has to be reviewed by the classification of the features in the future.

A clear evidence concerning the question what has been produced is missing, too. Explicit semi-products of objects are missing. Disc brooches or sheet belt fittings could have been made of metal sheets. The large number of hairpins, especially of the type Fécamp, and brooches, especially the type Almgren VI, 2 with a fixed catch plate suppose that at least a part of these was produced in Kamen-Westick. In case of the permanent mould there is no definite evidence that it has been used. The few known casting moulds for late antique belt-fittings were found in

the Roman provinces, except a clay mould from a well at Emmerich-Praest, close to the Roman border (Janssen, 1978, pp.107-108). If the mould from Westick was used at this place, this would be evidence that these belts were not only produced in the Roman provinces, but also copied in the area between the rivers Ruhr and Lippe.

Metallurgical analysis

During the author's dissertation project, the opportunity was given to sample 55 objects from Kamen-Westick for a mass spectrochemical analysis at the Deutsches Bergbau-Museum Bochum. The choice of objects, the sampling by drilling and the interpretation of the results were carried out by the author. The analysis was done by Dr. Michael Bode by a mass spectrometer of the type Element XR (Thermo Scientific).

Among the 55 sampled artifacts, 37 are native Germanic forms. In addition, six bar ingots and 12 Roman objects were sampled. Among the native brooches, eleven are forms of the group Almgren VII. Fourteen brooches belong to the younger group Almgren VI, 2, especially brooches with fixed catch-plate. Furthermore, seven hairpins have been chosen. One belongs to the group Beckmann VIII, which is a form of the late 3rd century, the others are pins of the types Fécamp and Wijster, dating to the late 4th and early 5th century. Furthermore, the selection of samples included three supporting arm brooches from the first half of the 5th century, two disc brooches and a penannular brooch. Among the Roman objects were two brooches, five vessel fragments and three fittings. The focus of the sampled objects from Kamen-Westick will lie on the Germanic objects.

The result of the analyzed objects showed that among the examined brooches the older brooches of the type Almgren VII were made in seven of eleven cases of brass with around 10 % zinc. On the other side, the younger brooches of the group Almgren VI,2 were mostly composed of copper and tin. A few of these were made of brass or leaded gun metal. The hairpin type Beckmann VIII was a tin bronze, and those of the types Fécamp and Wijster mostly made of brass or at least a zinc containing alloy. The supporting arm brooches are cast of leaded bronze or leaded gun metal.

The classification into alloy groups (Fig. 6) was carried out following the subdivision of Peter Hammer, Hans-Ulrich Voß and Joachim Lutz (Hammer, Voß and Lutz, 1998, pp.277-279). The most analyzed Germanic finds from Kamen-Westick consist of a forgeable bronze (alloy type 2) and brass (alloy type 5). A few objects were made of a copper alloy with just a smaller percentage of minor alloying components (alloy type 1). All these alloys have good forgeable properties. Most of the sampled artifacts were cast but needed a post processing by hammering, especially in case of the catch plates.

Alloys with good casting properties are underrepresented. Casting bronzes (alloy type 4), with a higher or

very high lead content were detected just two times among the sampled objects. One item was a brooch of the group Almgren VII, the other a supporting arm brooch. Both were cast. Secondary alloys (alloy type 6) were just used for types from the 4th and first half of the 5th century. All these objects were cast.

The conclusion of the small series of 37 Germanic objects shows that among these alloys those with good properties for hammering, bending and chasing techniques were obviously preferred. Compositions suited for casting were rarely used, more often for hairpins and cast objects from the late 4th and early 5th century.

Comparable metal analyses of Germanic material have been carried out at objects from the Roman Iron Age well-hoard of Bad Pyrmont (Teegen, 1997) and in a larger number from eastern German federal states (Voß, Hammer, Lutz, et al., 1998).

The results of both research projects are comparable with the conclusion of the studies at the objects from Kamen-Westick. Especially the project in the eastern German federal states showed already that the Germanic objects were mostly made of alloys, which are suitable for techniques like bending, hammering, chasing etc. Brooches from the 2nd and early 3rd century were also made in other Germanic regions, often of brass like the brooches from Kamen-Westick. Secondary alloys or casting alloys with more than 5 % lead were more seldom.

This leads to the conclusion that not just more or less the same or equal brooch types were used but that the choice of preferred raw materials to produce non-ferrous metal objects was equal in very distant regions.

The choice of raw materials for brooches in the Germanic areas was different to the Roman provinces. Here, in the 1st century brass was favored. Since the 2nd century, the use of alloy with good casting properties has been increasing over the time. Tin bronzes just played a minor role for the production of Roman brooches (Jouttijärvi, 2009, pp.214-217, fig. 3).

Comparison with Roman alloys

In another step of this study, the results of the sampled Germanic artifacts from Kamen-Westick were compared with alloys from Roman metal objects. The question was if the Germanic artifacts mirror compositions of the Roman material that could have been used as raw material. The comparison was mainly based on published data of Roman items. Different studies showed that for many Roman types standardized copper alloys have been used. Hemmoorer buckets were mostly made of brass with around 20 % zinc content. Other vessels were especially produced of a tin bronze with about 10 % tin. Solid cast objects, like fittings for furniture and other items, small figures or statues, were often made of a composition with a high lead content (For an Overview: Dungworth, 1997; Jouttijärvi, 2009, pp.214-217; Nieweglowski, 1995; Riederer, 1995; Riederer, 2002a; Riederer, 2002b).

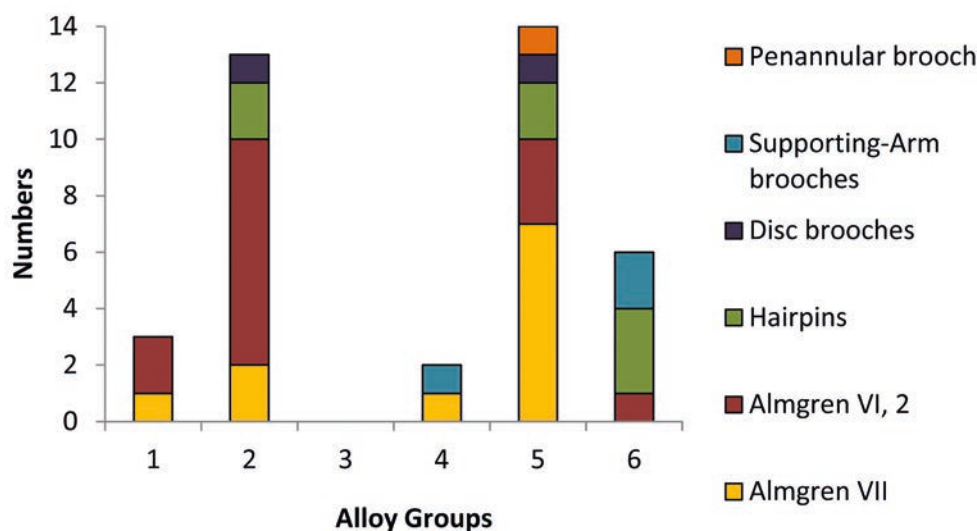


Fig. 6. Copper alloy groups of the sampled Germanic objects from Kamen-Westick according to the classification of Hammer, Voß and Lutz, 1998. Group 1: Copper with minor components up to 5 %; Group 2: Smithing bronzes with up to 14 % tin and less than 5 % lead and zinc; Group 3: Highly alloyed tin bronzes with more than 14 % tin and less than 5 % lead and zinc; Group 4: Casting bronzes with more than 5 % lead, less than 3 % zinc and random tin; Group 5: Ancient brass with 5-30 % zinc, tin as much as zinc, and less than 5 % lead; Group 6: Intermixed and secondary alloys with 3 % lead, tin and zinc each (graphic: Patrick Könemann).

In addition to the published data, eleven Roman brooches, five vessel fragments and three fittings from Kamen-Westick have been sampled.

A group of five objects was made of brass with around 20 % zinc and a smaller amount of tin and lead, under 5 %. These are two hairpins of the type Fécamp, two crossbow *fibulae* Almgren VI, 2 with a fixed catch plate and a pennanular brooch. In addition to these objects, a piece of a handle and a rim fragment of Hemmoorer buckets from Kamen-Westick have got a very equal composition. This kind of brass is in general very common, especially for buckets of the Hemmoorer type (Den Boesterd and Hoekstra, 1965, p.118, cat. 146-148; Nieweglowski, 1995, p.205, tab. 4), but it is also known from other vessels (Den Boesterd and Hoekstra 1965, p. 120, Kat. Nr. 186; 192; Riederer, 2008, p. 430, no. 434) and commodities (see for example Beck, Menu and Berthoud, 1985, pp.122-123, no. 6224; pp.130-131, no. 1512; pp.132-133, no. 803; pp.134-135, no.7474; Riederer, 1997, p.97, cat. 130).

Another group of analyzed objects from Kamen-Westick is made of a tin bronze. These tin bronzes can be divided into three groups. First of all, there is one tin bronze with a low tin content of about 3 % tin, secondly four tin bronzes with about 10 % tin and in some cases up to 3 % lead, and the third group determined at nine objects is equal to the second group with the exception that they contain 3 % of zinc in addition.

The alloy with a low tin content is known especially from Östland cauldrons (Bollingberg and Lund Hansen, 1995; Bollingberg and Lund Hansen, 2008). It matches also sheet bronze dishes like the type Künzl NE 24 (Riederer, 1997, p.96, no. 54 and 55; Riederer, 2008,

p.428, E134). That is also confirmed by a sampled fragment of a dish of the type Künzl NE 24 from Kamen-Westick. The composition of the other sampled Germanic tin bronzes from Kamen-Westick made of a tin bronze matches very much alloys from different Roman metal vessels (Riederer, 2008, p.429 and 439). The alloy type is also in accordance with the results of analyzed parts of a metal sheet, a Vestland cauldron and a strainer from Kamen-Westick. Many Roman metal vessels contain, apart from a minor component of about 10 % tin, an amount of about 3 % zinc that corresponds to the third group of tin bronzes from Kamen-Westick (Riederer, 2008, pp.407-412, no. 33, 66-70, 83, 96, 99, 140, 145, 229, 242, 245, 290).

The alloy of a brooch Almgren VII from Westick with a high lead component of 28 % is comparable for example with the composition of small figures or cast lids from vessels. Some other Germanic objects from Kamen made of leaded gun metal are comparable in composition with two sampled horse harness trappings of the 2nd and 3rd century from Kamen-Westick.

The conclusion of comparing the sampled Germanic objects from Kamen-Westick and the composition of Roman items showed that the native hairpins and brooches from Westick go well with alloys that have been used especially for Roman metal vessels.

Conclusion and Discussion

The archaeological documentation of the Roman Iron Age settlement at Kamen-Westick revealed a large number and broad variation of native Germanic metal

objects as well as Roman imports. The remains of non-ferrous metal processing at Kamen-Westick concentrate, according to the archaeological finds, obviously in particular on sheet metals that seem to originate, at least mostly, from Roman metal vessels. It cannot be identified for sure what has been produced because definite semi-products are unknown until now. The large number of brooches and hairpins indicate that at least a part of them has been produced in Kamen-Westick. The copper alloy mould suggests the production of Roman type belt parts.

The metallurgical analysis of 37 Germanic brooches and hairpins shows that most of them, especially the brooches of the types Almgren VII and VI, 2, were made of alloys that have good properties for techniques like bending, hammering and chasing. These results correspond to other analysis of Germanic objects from other areas.

The conclusion of the comparison between alloys from the Roman provinces and the sampled Germanic objects from Kamen-Westick indicate that most probably, Roman metal vessels, or at least items with good forgeable qualities, were recycled for the production of native goods. Alloys with good casting properties that were used for different Roman objects are represented fewer in number. The metallurgical results show the same pattern as the archaeological remains from Kamen-Westick, where remains of sheet metal and Roman metal vessels are dominant.

The interpretation, based on the comparison with Roman alloys, that most probably in particular Roman metal vessels were recycled to produce native objects leads to a chronological problem. The brooches of the type Almgren VI, 2 with a rectangular foot and fixed catch plate, and the hairpins of the types Fécamp and Wijster are forms of the 4th and early 5th century. The Roman metal vessel types which are also represented in fragments at Kamen-Westick, are dated to the second half of the 2nd century until the late 3rd century. The end of production of these types is mostly dated by Roman hoard finds, which are, according to a historical dating, set into the time of the Roman imperial crisis. The end of the production of the Hemmoorer buckets is even dated to the middle of the 3rd century because they are represented very seldom in the aforesaid hoards. In contrast, Hemmoorer buckets still appear in Germanic graves dated to the early 4th century (for an overview of the dating of metal vessels see for example Künzl, 2008). Vestland cauldrons and their succeeding forms are still known from the 5th and even 6th century (Hoepfer, 1999). These facts admit different conclusions. First of all, the Germanic objects from Kamen-Westick, dating to the 4th and early 5th century, were made of different and younger objects than assumed. Secondly, these objects are for centuries products of recycling, with its point of departure in the times where these certain Roman metals were still present in a larger number. Another possibility is that the Roman metal vessels and fittings had been very old when they were melted down at Kamen-Westick. Or, at last, they have

been produced or at least circulated longer than assumed or they circulated more in the Roman provinces than thought before. This dilemma can only be solved by studying the closed contexts of Kamen-Westick or other Germanic settlements but also by the review of the chronological life span of the Roman goods, through dating the *stratae* of Roman cities and other settlements.

Concluding, the results from Kamen-Westick can be considered as another step of knowledge of alloy use and recycling in the Germanic area that is still at its beginning. More metal analysis is necessary to verify these results. It has also to be checked if for other material groups than brooches and hairpins other alloys were used.

Bibliography

- Almgren, O., 1923. *Studien über Nordeuropäische Fibelformen*. Leipzig.
- Baales, M., Cichy, E., et al., 2009. Archäologie im Altarm. Die Renaturierung des Körnebaches bei Kamen (Kr. Unna, Westfalen) Archäologische Erfahrungen und Ergebnisse als Argument für eine praktische Umsetzung der EU-Wasser-rahmenrichtlinie. *Prähistorische Zeitschrift*, 84, pp.224-247.
- Bänfer, L. and Stieren, A., 1936. Eine germanische Siedlung in Westick bei Kamen, Kr. Unna, Westf. *Bodenaltertümer Westfalens*, 7, pp.410-433.
- Beck, F., Menu, M., Berthoud, T., et al., 1985. Métallurgie des bronzes. In: J. Hours, *Recherches gallo-romaines I*. Notes et Documentes des Musées de France. Paris: Ed. de la Réunion des Musées Nationaux, pp.69-139.
- Becker, M., 2010. *Das Fürstengrab von Gommern*. Veröffentlichungen des Landesmuseums des Landesamtes für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt, Landesmuseum für Vorgeschichte, 63. Halle/Saale.
- Berke, S., 2009. *Corpus der römischen Funde im europäischen Barbaricum: Deutschland, Band 7. Land Nordrhein-Westfalen, Landesteile Westfalen und Lippe*. Bonn: Habelt.
- Böhme, H.W., 1974. *Germanische Grabfunde des 4. bis 5. Jahrhunderts zwischen unterer Elbe und Loire*. Studien zur Chronologie und Bevölkerungsgeschichte. Münchener Beiträge zur Vor- und Frühgeschichte, 19. München.
- Bollingberg, H.J. and Lund Hansen, U., 1995. Roman Cauldrons in Scandinavia; Major and Minor Element Analyses. In: S.T.A. Mols, ed. 1995. *Acta of the 12th International Congress on Ancient Bronzes Nijmegen 1992*. Nederlandse Archeologische Rapporten, 18. Amersfoort: Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek, pp.131-136.
- Bollingberg, H. J. and Lund Hansen, U., 2008. Spurenelementvergleich zwischen einigen Westland- und Ostlandkesseln aus Neupotz, Deutschland und Skandinavien. In: E. Künzl ed. 2008. *Die Alamannenbeute aus dem Rhein bei Neupotz. Plünderungsgut aus dem Römischen Gallien*. Römisch-Germanisches Zentralmuseum Monographien, 34. 2nd ed. Mainz: Römisch-Germanisches Zentralmuseum, pp.457-469.
- Brieske, V., 2001a. *Schmuck und Trachtbestandteile des Gräberfeldes von Liebenau, Kr. Nienburg/Weser*. Studien zur Sachsenforschung, 5(6). Oldenburg: Isensee.
- Brieske, V., 2001b. Eine spätrömische Stützarmfibele aus Werther-Isingdorf, Kreis Gütersloh. *Archäologie in Ostwestfalen*, 6, pp.44-47.

- Burger, D., 2012. Der Gallo-Römische Umgangstempel „Auf dem Spätzrech“ bei Schwarzenbach (Lkr. St. Wendel) im Saarland. *Archäologisches Korrespondenzblatt*, 42, pp.225-243.
- Den Boesterd, M. H. P. and Hoekstra, E., 1965. Spectrochemical Analysis of Roman Bronze vessels. *Oudheidkundige Mededelingen*, 46, pp.100-127.
- Dungworth, D., 1997. Roman Copper Alloys: Analysis of Artefacts from Northern Britain. *Journal of Archaeological Science*, 24, pp.901-910.
- Eggenstein, G., 2008. Handel, Handwerk und Römischer Luxus – Der germanische Siedlungsplatz Kamen-Westick. In: G. Eggenstein, ed. 2008. *Vom Gold der Germanen zum Salz der Hanse. Früher Fernhandel am Hellweg und in Nordwestdeutschland*. Bönen: Kettler, pp.23-51.
- Fremersdorf, F., 1970. Funde aus der germanischen Siedlung Westick bei Kamen, Kreis Unna. Die antiken Glasfunde. In: H. Beck ed. 1970. *Spät-kaiserzeitliche Funde in Westfalen*. Bodenaltertümer Westfalens, 12. Münster: Aschendorff, pp.50-64.
- Hammer, P., Voß, H.-U. and Lutz, J., 1998. Das Material – Die Verwendung von Bunt- und Edelmetallen bei römischen und germanischen Handwerkern. In: H.-U. Voß, P. Hammer, J. Lutz, et al. 1998. *Römische und germanische Bunt- und Edelmetallfunde im Vergleich. Archäometallurgische Untersuchungen ausgehend von elbgermanischen Körpergräbern*. Bericht der Römisch-Germanischen Kommission, 79. Mainz: von Zabern, pp.276-288.
- Hoepfer, M., 1999. Kochkessel – Opfergabe – Urne – Grabbeigabe – Altmetall. Zur Funktion und Typologie der Westlandkessel auf dem Kontinent. In: S. Brather, Chr. Bücklerand, M. Hoepfer, eds. 1999. *Archäologie als Sozialgeschichte. Studien zu Siedlung, Wirtschaft und Gesellschaft im frühgeschichtlichen Mitteleuropa*. Festschrift für Heiko Steuer zum 60. Geburtstag. Studia honoraria, 9. Rahden/Westf.: Marie Leidorf, pp.235-249.
- Ilisch, P., 2008. Germanen, Römer und Münzen in Westfalen. In: G. Eggenstein, ed. 2008. *Vom Gold der Germanen zum Salz der Hanse. Früher Fernhandel am Hellweg und in Nordwestdeutschland*. Bönen: Kettler, pp.52-61.
- Janssen, W., 1978. Ein Brunnenfund der römischen Kaiserzeit aus der Grabung Blouswardt in Emmerich-Praest, Kreis Kleve. *Ausgrabungen im Rheinland*, 77, Sonderheft. pp.95-108.
- Jouttijärvi, A., 2009. Copper alloys, silver and gold. In: L. Boye, U. Lund Hansen, eds. 2009. *Wealth and Prestige. An Analysis of Rich Graves from Late Roman Iron Age on Eastern Zealand, Denmark*. Kroppedal. Studier I Astronomi, Nyere Tid, Arkæologi, Vol. II. København: Kroppedal, pp.213-253.
- Kaufmann-Heinimann, A., 1998. *Götter und Lararien aus Augusta Raurica. Herstellung, Fundzusammenhänge und sakrale Funktion figürlicher Bronzen in einer römischen Stadt*. Forschungen in Augst, 26. Augst: Römermuseum.
- Klatt, U., 1995. Römische Klappische. Drei- und vierbeinige Stützgestelle aus Bronze und Silber. *Kölner Jahrbuch*, 28, pp.349-573.
- Könemann, P., in prep. Die Bunt- und Edelmetallfunde von Kamen-Westick.
- Könemann P. and Fahr, R., 2016. Neues zu Kamen-Westick. Forschungen zu Metallfunden und Importkeramik. *Archäologie in Westfalen-Lippe*, 2015, pp.196-200.
- Koster, A., 1997. *The bronze vessels 2. Acquisition 1954-1996*. Description of the Collections in the Provincial Museum G.M. Kam at Nijmegen, 13. Nijmegen: Provinciaal Museum G. M. Kam.
- Künzl, E. ed., 2008. *Die Alamannenbeute aus dem Rhein bei Neupotz. Plünderungsgut aus dem Römischen Gallien*. Römisch-Germanisches Zentralmuseum Monographien, 34. 2nd ed. Mainz: Römisch-Germanisches Zentralmuseum.
- Künzl, S., 2002. Zwei Antiquitäten aus der Zeit des Kaisers Augustus: Lampe und Klappisch. In: J. Peška, J. Tejral and Claus von Carnap-Bornheim. 2002. *Das Germanische Königsgrab von Mušov in Mähren*. Römisch-Germanisches Zentralmuseum Monographien, 55. Mainz: Römisch-Germanisches Zentralmuseum, pp.471-474.
- Künzl, S., 2010. Römische Metallobjekte. In: M. Becker, ed. *Das Fürstengrab von Gommern*. Veröffentlichungen des Landesmuseums des Landesamtes für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt. Landesmuseum für Vorgeschichte, 63. Halle/Saale: Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt - Landesmuseum für Vorgeschichte, pp.171-187.
- Matthes, W., 1931. *Die nördlichen Elbgermanen in spätrömischer Zeit*. Mannus-Bibliothek, 48. Leipzig: Kabitzsch.
- Nicolay, J., 2007. *Armed Batavians. Use and significance of weaponry and horse gear from non-military contexts in the Rhine Delta (50 BC to AD 450)*. Amsterdam Archaeological Studies, 11. Amsterdam: Amsterdam University Press.
- Niewegowski, A., 1995. Produktion und Herkunft römischer Gefäße aus Bronze und Messing vor dem Hintergrund metallkundlicher Analysen. In: S.T.A. Mols, ed. 1995. *Acta of the 12th International Congress on Ancient Bronzes Nijmegen 1992*. Nederlandse Archeologische Rapporten, 18. Amersfoort: Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek, pp.203-206.
- Nuber, H. U., 2000. Eine Grablage reicher Landbesitzer in Wehringen. In: L. Wamser, ed. 2000. *Die Römer zwischen Alpen und Nordmeer. Zivilisatorisches Erbe einer europäischen Militärmacht*. Exhibition catalogue Rosenheim 2000. Mainz: Philipp von Zabern, pp.166-170.
- Quast, D., 2009. *Wanderer zwischen den Welten. Die germanischen Prunkgräber von Stráže und Zakrzów*. Exhibition catalogue 2009/2010 Mainz. Mainz: Römisch-Germanisches Zentralmuseum.
- Rau, A., 2012. Das nördliche Barbaricum zur Zeit der Krise des 3. Jahrhunderts n. Chr. – Einige kritische Anmerkungen zur Diskussion über provinziäl-römisch-nordepärische Verbindungen. In: Th. Fischer, ed. 2012. *Die Krise des 3. Jahrhunderts n. Chr. und das Gallische Sonderreich*. Akten des Interdisziplinären Kolloquiums Xanten 26. bis 28. Februar 2009. Wiesbaden: Reichert, pp.343-430.
- Riederer, J., 1995. Die Verwendung zinkhaltiger Kupferlegierungen in römischer Zeit. In: S. T. A. Mols ed., 1995. *Acta of the 12th International Congress on Ancient Bronzes Nijmegen 1992*. Nederlandse Archeologische Rapporten, 18. Amersfoort: Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek, pp.207-213.
- Riederer, J., 1997. The analysis of the bronze vessels. In: A. Koster, 1997. *The bronze vessels 2. Acquisition 1954-1996*. Description of the Collections in the Provincial Museum G.M. Kam at Nijmegen, 13. Nijmegen, pp.95-106.
- Riederer, J., 2002a. The use of standardized copper alloys in Roman metal technology. In: A. Giunilia-Mair, ed. 2002. *I bronzi antichi: Produzione e tecnologia*. Atti del XV Congresso Internazionale sui Bronzi Antichi, Grado/Aquileia 2001. Montagnac, pp.284-291.

- Riederer, J., 2002b. Die Metallanalyse der römischen Statuetten des Römisch-Germanischen Museums in Köln. In: A. Giunli-Mair ed., 2002. *I bronzi antichi: Produzione e tecnologia*. Atti del XV Congresso Internazionale sui Bronzi Antichi, Grado/Aquileia 2001. Montagnac, pp.292-300.
- Riederer, J., 2008. Die Metallanalyse von Funden aus Silber und Kupferlegierungen. In: E. Künzl, ed. 2008. *Die Alamannenbeute aus dem Rhein bei Neupotz. Plünderungsgut aus dem Römischen Gallien*. Römisch-Germanisches Zentralmuseum Monographien, 34. 2nd ed. Mainz: Römisch-Germanisches Zentralmuseum, pp.407-446.
- Schoppa, H., 1970. Funde aus der germanischen Siedlung Westick bei Kamen, Kreis Unna. Das römische Handelsgut. In: H. Beck, ed. 1970. *Spät-kaiserzeitliche Funde in Westfalen*. Bodentalertümer Westfalens, 12. Münster: Aschendorff, pp.22-49.
- Schulze, M., 1977. *Die spät-kaiserzeitlichen Armbrustfibeln mit festem Nadelhalter (Gruppe Almgren VI, 2)*. Antiquitas Reihe, 3. Abhandlungen zur Vor- u. Frühgeschichte zur klassischen und provinzialrömischen Archäologie und zur Geschichte des Altertums, 19. Bonn: Habelt.
- Sommer, M., 1984. *Die Gürtel und Gürtelbeschläge des 4. und 5. Jahrhunderts im römischen Reich*. Bonner Hefte zur Vorgeschichte, 22. Bonn: Institut für Vor- und Frühgeschichte der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn.
- Teegen, W.-R., 1997. Zur Metallversorgung germanischer Buntmetallschmiede am Beispiel des Pyrmonter Brunnenfundes und des Moorfundes von Strückhausen. In: C. Bridger, C. von Carnap-Bornheim, eds. 1997. *Römer und Germanen – Nachbarn über Jahrhunderte*. Beiträge der gemeinsamen Sitzung der Arbeitsgemeinschaften ‚Römische Archäologie‘ und ‚Römische Kaiserzeit im Barbaricum‘ auf dem 2. Deutschen Archäologenkongress, Leipzig. 30.09.–4.10.1996. British Archaeological Reports, International Series, 678. Oxford: Archaeopress, pp.29-35.
- Voß, H.-U., 1998. Archäologische Quellen. In: H.-U. Voß, P. Hammer, J. Lutz, et al. 1998. *Römische und germanische Bunt- und Edelmetallfunde im Vergleich. Archäometallurgische Untersuchungen ausgehend von elbgermanischen Körpergräbern*. Bericht der Römisch-Germanischen Kommission, 79. Mainz: Philipp von Zabern, pp.123-157.
- Voß, H.-U., Hammer, P., Lutz J., et al., 1998. *Römische und germanische Bunt- und Edelmetallfunde im Vergleich. Archäometallurgische Untersuchungen ausgehend von elbgermanischen Körpergräbern*. Bericht der Römisch-Germanischen Kommission, 79. Mainz: Philipp von Zabern, pp.107-382.

Volker Hilberg

The access to raw materials and its impact on Hedeby's development in the Viking period

ABSTRACT: All kinds of raw materials and mineral resources were imported and traded in changing quantities during the Viking period (c. from the end of 8th until the end of 11th century AD). The transport of these commodities primarily based on seafaring, which required rising infrastructure and support. A growing influence of kings, especially since the Christianization and the state formation processes (both are related with each other) is attested during the course of the 10th century. The Danish harbour of Hedeby played an important role due to its location between the North Sea and the Baltic Sea and its proximity to the Frankish and later the Ottonian and Salian realms. Further analytical and archaeological work is necessary to understand the changing use of different raw materials.

KEYWORDS: EARLY MIDDLE AGES, VIKINGS, SCANDINAVIA, HEDEBY, EMPORIA, RAW MATERIALS, MINERAL RESOURCES, TRADE, PRODUCTION

The early medieval silver economies, the coastal *emporía* and the socioeconomic development of society

From the later 7th century AD onward, the early medieval economy of Central and North Western Europe is characterized by two phenomena: In coinage and minting, the traditional gold standard based on the customs from late antiquity is abandoned in favour of a new silver value (Bompaire, 1997, pp.107-119; Grierson, Blackburn, 1986, pp.138-154; op den Velde, Klaassen, 2004, pp.65-67; Sarah, 2014). Most of these coins are not only found in coin hoards or graves from the Frankish or Anglo-Saxon realms, but are also registered more and more in settlement complexes of a new coastal type (cf. Domburg: op den Velde, Klaassen, 2004): the so-called *emporía* (Hodges, 2012; Kleingärtner, 2014, esp. pp.180-189; Kalmring, 2016). There is an enormous amount of publications dealing with these developments, especially with the phenomenon concerning the appearance and functioning of the new trading centres, which makes an up-to-date discussion and processing more and more complex. Projects dedicated to a modern research and investigation with regard to the archaeologically relevant materials are therefore very important to understand the development of the early medieval economy. It is not enough any longer just to rely on typochronological studies, rather, the invention of modern scientific analysis as being provided by recent archaeometric examination is of utmost impor-

tance. Some years ago for example, Guillaume Sarah has impressingly demonstrated how our knowledge and understanding of the Carolingian coinage could be improved through archaeometric analyses of the silver fineness and its development (Sarah et al. 2008; Sarah et al. 2009; Sarah, 2010).

The last decades have also seen a significant rise in archaeological excavations and complementary investigations, like geophysical prospections or systematic metal-detecting surveys – if possible – concerning these *emporía* dedicated to trade and handicraft production (Fig. 1). Much fieldwork has been done at places like London, Kaupang, Ribe, Hedeby, Groß Strömkendorf and Menzlin, Wolin, Truso, Birka, Staraja Ladoga or Novgorod. They are all nodes in a network of early urban trading centres which were connected by the sea or important riverine routes (Callmer, 1994; 2007; Sindbæk, 2007; Kleingärtner, 2014, pp.175-199). Their location is characterized by a very favoured position that allows combining several natural and economic areas (McCormick, 2007), and they are interrelated with several smaller trading centres which had a more regional significance but fulfilled central functions because they were situated along the coast or further in the inland (Callmer, 1994; Loveluck and Tys, 2006). As early as the middle of the 9th century, several *emporía* of the North Sea basin experienced an economic decline (Loveluck, 2013, pp.302-327), and since the middle of the 10th century there have been considerable changes in the structure of these places. A partial collapse of this old trading system is evident, without the reasons and causes being sufficiently



Fig. 1. Main emporia (red dots) of the Carolingian period in the North Sea and the Western Baltic. (Graphics: Jürgen Schüller, Schleswig).

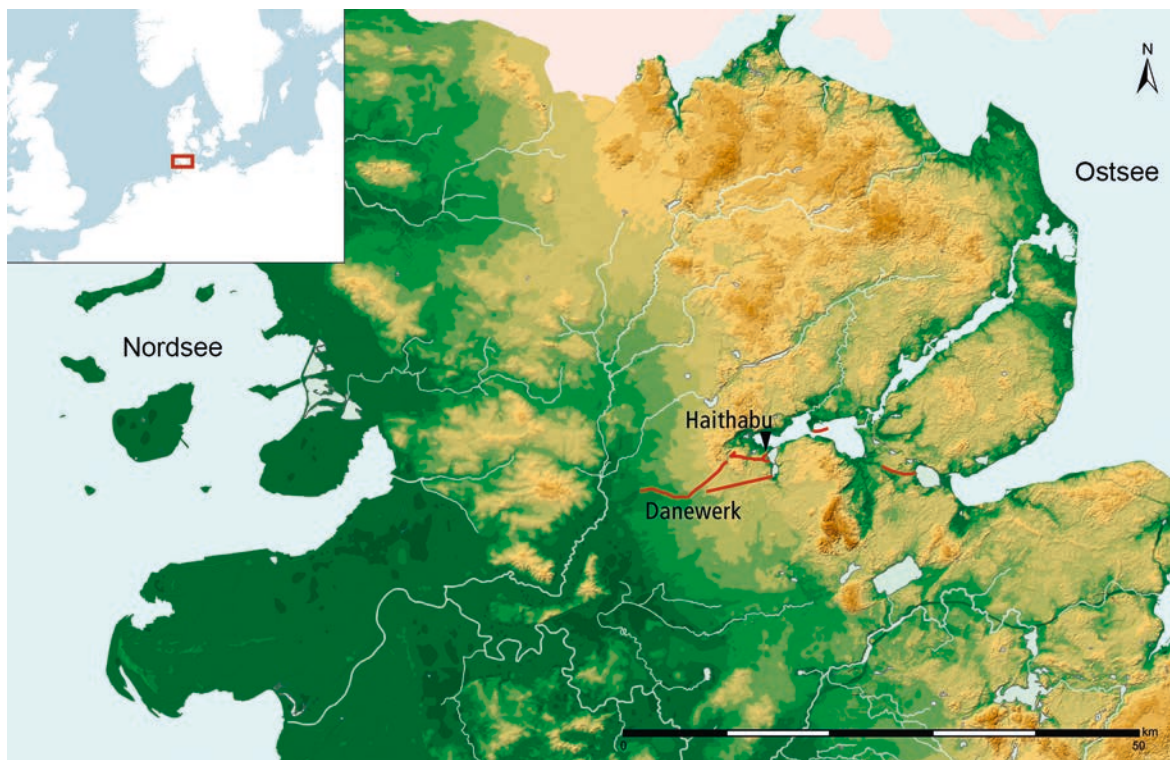


Fig. 2. The Schleswig isthmus with the Danevirke and the location of Hedeby. (Mapbasis: Landesvermessungsamt Schleswig-Holstein).

known (Callmer, 1994, pp.69-74), but J. Callmer has been thinking about political unrest and underlined that trade was becoming more regulated and controlled (*ibid.*; cf. Brather and Jagodziński, 2012, pp.316-326).

An important reason can also be seen in the changes resulting from Christianization of different areas north and east of the former Carolingian empire from the 10th century AD onward (Gelting, 2007; Samsonowicz, 2009). Through the progressing acceptance of Christianity by the ruling royal families and elites, radical sociopolitical changes of these societies are taking place: with the high clergy, a new population class is created assuming leading tasks in administration and government, the relationship between the king and his followers is redefined and also the power of government; the government of the king expanded, and the formation of a new hierarchical, Christian representation is necessary. These striking social developments also changed the stages that have been used so far to portray rule, power, and faith. In a long process lasting until the 13th century AD, monasteries and new cities, mostly named *civitates*, were founded, and churches were built for bishops and kings. For the pastoral care of the rural population, parish churches were required and built, the high clergy and new Christian rulers needed purposes palaces and courts for their new representation (Brink, 2013).

In his investigation of large cargo shipwrecks from about 1000 AD onward, Anton Englert (2015, pp.39-54) recently emphasized a growing specialization of merchant seafaring under royal protection as a process from the late Viking Age to the Hanseatic period. He specified decisive elements, so for example the existence of independent merchants living exclusively from trade, of co-operative merchant seafaring, and of a multiple ownership of ships or cargo, the codification of maritime law, a money-based economy and specific taxation of urban properties in connection with the accessibility of coastal and inland towns. As a result, the societies who underwent these developments changed significantly from the early 11th century AD onward.

The *emporium* of Hedeby – geostrategic location and development of its functions

Crucial to the importance and development of these maritime trading centres are, as already mentioned, their favourable natural surroundings and their location (McCormick, 2007; Sindbæk, 2009, especially p.75). Hedeby, about 2 km south of medieval Schleswig in an inlet of the Schlei fjord directly connected to the Baltic Sea, is situated on the southern border of Denmark, in the transitional area of several cultural spheres (**Fig. 1+2**). Its immediate agricultural hinterland is represented by the fertile upper moraines of Angeln and Schwansen on either side of the Schlei fjord, inhabited by a Danish speak-

ing population. On the west coast, in the area of the North Sea and the Wadden Sea, the settlement area of Frisian speaking tribes extended from the Schelde-Maas-Rhine estuary to the Danish area south of today's Ringkøbing fjord. South of the river Eider were the regions of old Lower German-speaking Saxon tribes, who were included in the Frankish kingdom by the Saxon wars of Charlemagne. In the south-east, along the east coast of Holstein, Slavs are living who can be attributed to an east-central European cultural area (Kalmring, 2010, pp.27-40).

Like no other early urban centre in Europe, the central importance of Hedeby is explained and recognized by its position at a unique junction between the North Sea and the Baltic Sea on the one hand and between Scandinavia and the continent on the other hand, situated at the narrowest point of the Jutland peninsula (Hilberg and Kalmring, 2014). This transit area is secured and controlled by the system of the Danevirke ramparts, which had been blocking the isthmus since the Germanic Iron Age and was massively expanded in 737 AD, representing the symbolic southern border of Denmark throughout the Middle Ages (Andersen, 1998; 2004; Dobat, 2008; Tummuscheit, 2012). The Danevirke has got a high symbolic significance, as it makes the reaching of a new dominion visible to the medieval traveller. In addition to the traffic control, it made the passage between the seas also easier and safer. This geostrategic situation also explains the Carolingian and Ottonian interest in Hedeby and the Schleswig isthmus. By this interface, the access to the Baltic Sea is provided and thus, links to the trading networks and their trade flows (mainly silver) to and from the east (Hilberg, 2014, pp.183-188). Still in the southern forefront of the main rampart of the Danevirke and apparently already erected in the Germanic Iron Age (Andersen, 1998, pp.189-194; Tummuscheit, 2012, p.6), there was a settlement area with a favourable access to the fjords, located at the innermost part of the Schlei at the Haddebyer Noor, and protected by a 26 meter high elevation, the so-called *Hochburg* (Viberg and Kalmring, 2016). This settlement area is accessible from the west by land and from the east by the waterway of the Schlei. Since the middle of the 10th century AD at the latest, an approximately 1.3 km long semicircular rampart has been encompassing an area of roughly 25.5 ha, which in 1897 for the first time was identified as Hedeby, due to the rune stones found in the vicinity, and excavated during the following decades (Hilberg, 2008; von Carnap, Hilberg and Schultze, 2014). Since the entire area has never been inhabited since the end of the Viking Age, it offers excellent opportunities for archaeological excavations and prospections (**Fig. 3**). The settlement and burial finds are very well preserved and stand out in the vicinity of the small traversing river, because of an organic preservation in stratified layers (Schultze, 2008). Hedeby's function as a trading place developed in the early ninth century. In the 880s, an extensive building boom in the harbour (**Fig. 4**) resulted in the formation of large wooden jetties serving

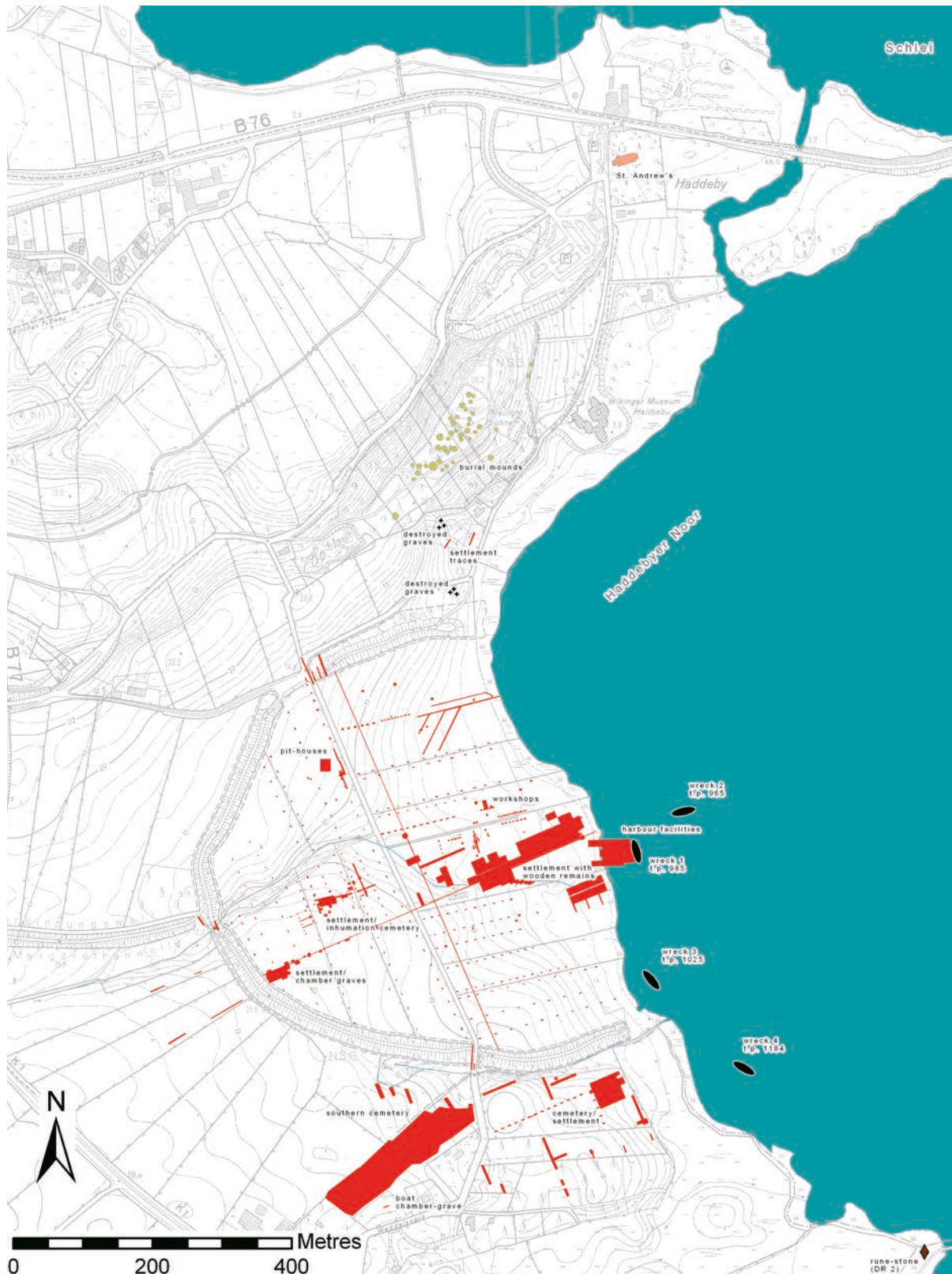


Fig. 3. Map of Hedeby and its entire region with excavation trenches since 1900 and known ship wrecks. (Graphics: Volker Hilberg).

as a mooring for ships and also as a marketplace (Kalmring, 2010). At this time, Hedeby was an international hub in a supraregional trade network with trade goods from far away and an innovative craft centre where all kinds of

items and raw materials from all over the world could have been available (Sindbæk, 2012, esp. p.40, fig.2-3; Hilberg and Kalmring, 2014). Via Hedeby's harbour, the distribution and processing of goods with some luxury character



Fig. 4. Hedeby, 1979-1980 harbour excavation. Dating of the shipwreck and the harbour jetties. Scale 1:550 (KALMRING 2010a, Fig. 234; by courtesy of Sven Kalmring).

or commodities with specialized fabrication took place, such as wine and drinking vessels, textiles and skins, special raw materials (for example mill- or whetstones, metals such as silver, lead and tin, presumably salt, limestone and chalk, pitch and tar, antler, amber, and jet), and ceramics, jewelry, weapons, and slaves are distributed within the various kingdoms or dominions, whereby, on the one hand, the rising consumer demand of the elites is covered, and, on the other hand, important revenues and tolls are paid to the kings. In addition to the trade function, the significance of an extensive artisan production for the *emporía*, which largely depended on the state of archaeological investigations, was emphasized (Callmer, 2003; Skre, 2008; for Hedeby cf. Hilberg, 2009, pp.93-97). These products did not only circulate between the trade connections but also provided the hinterland. A wide range of handicraft products is attested by extensive excavations and field surveys (Schietzel, 2014, pp.322-467).

With the expansion of Scandinavian activities in the developing Old Rus' region, the influence of the Central Asian Islamic area, which in the meanwhile had also reached South Scandinavia via the Baltic Sea, had been growing decisively since the late 9th century. This trade, which is largely based on furs and slaves, is intensified. A system of bullion-based economy, relying on the use of fine balances and standard weights, was adopted for transactions, and huge amounts of late Abbasid and Samanid silver coins reached the Baltic Sea area (Kilger, 2007; Steuer, 2014). In the 930s, however, the southern Danish border area with Hedeby had become increasing-

ly important for the Saxon kings of the Liudolfingian-Ottonian family, although the exact course can not reliably be reconstructed, because of the sparse historical records (Schlesinger, 1972, pp.80-91; Hoffmann, 1984; Sawyer and Sawyer, 2002, pp.171-173, 179-185; Stieldorf, 2012, pp.109-112, 432, 442, 487; different: Hybel, 2013). This pressure and impact of the Ottonian realm did not only lead to a form of tributary dependencies, but also to the establishment of the first Danish bishoprics in 948, and to the gradual state formation in Denmark under the leadership of the Jelling dynasty (Bagge, 2009, esp. p.148). The fact that Hedeby was also drawn into the changes and upheavals of the second half of the 10th century AD is marked by two rune stones placed in the immediate vicinity to the memory of high-ranking followers of king Svend Forkbeard (987-1014), who died in the fight for Hedeby (Jacobsen and Moltke, 1942, pp.5-10, no.1 and 3). The archaeological findings seemed to confirm this decline of Hedeby around the year 1000 (Jankuhn, 1986, pp.184-185, 222-223; Radtke, 2010): Apparently, there was no reliable evidence of building structures in the 11th century, the own coinage ended in the 980s, and the amount of late Viking period small finds or coins seemed to be very marginal and small. However, this image has fundamentally changed by the field research of recent years. Through systematic metal-detecting, it was possible for the first time to document the findings of the late Viking era in large numbers (fig. 5) (Hilberg, 2016). The last-mentioned assessment that the new late Viking find horizon could only be connected to a changed function of Hedeby in the 11th century must be contradicted, and also, that the



Fig. 5. Hedeby, metal-detected small finds of the late Viking period and coins struck after c. AD 983. (Map: Volker Hilberg).

place had no longer a long-distance trade function but was converted into a base of royal power. Not only the two rune stones erected by king Svend respectively by Thorulf, a high-ranking warrior of the royal retinue, but also the sources referring to the deployment of troops after the Danish conquest of England in 1013, and the new metal-detected small finds mainly consisting of riding accessories, would point in this direction (Radtke, 2009, pp.151-157; Lüdtke, 2013, p.89; Kleingärtner, 2014, p.180, footnote 389). In fact, the 11th century is characterized by a significant increase in riding equipment (cf. e.g. Graham-Campbell, 1991; Pedersen, 1996-97; Williams, 1997; Hinton, 2008, pp.82-83), but also women's dress accessories, semi-finished products and moulds are now much more numerous in Hedeby (Hilberg, 2016). For a recently considered "flexible model of a gradual shift of individual functions from the southern bank [Hedeby] to the north shore [Schleswig]" already in the first half of the 11th century (Radtke, 2010, p.157; Lüdtke, 2013, pp.89-90), however, archaeological finds have been missing so far, especially in Schleswig (cf. Rösch, 2015, esp. pp.241-253; 2016).

In particular, the high amount of single coin finds minted after 983 AD and the extensive number of standardized weights from the 11th century point out that Hedeby could not have lost its long-distance trade function and remained a trading and production centre until the middle of the 11th century. On a total of 92 single coins from

former settlement contexts of the late Viking age after 983 AD, only 25 specimen were found before 2002 – an amount surpassing the contemporary leading Danish cities of Lund and Roskilde several times (Hilberg, 2016).

Traffic conditions and the access to raw materials

Most of the long-distance traffic in the Viking period was connected to the sea, using the water routes, and so realized by shipping (already Bugge, 1906; Borgolte, 2010, pp.508-511). However, even if maritime traffic was hampered by natural restrictions – the uncertainties of the weather, the changing of the seasons – it provided better possibilities as larger amounts of commodities could be transported easier, cheaper and faster. Martin Carver (1990) calculated a journey speed of 15 miles (à 1.609 km) per day on land and 82 nautical miles (à 1.852 km) for sea voyages. Furthermore, a safer trip with companions seemed to be more important than taking the shortest or best route (cf. Waßenhoven, 2006, p.88). For the Scandinavian area, the voyages of Ohthere and Wulfstan in the later 9th century AD (fig. 6) were recorded in king Alfred's *Orosius* report on traffic routes and the scheduled speed which seemed to be common in the Early Middle Ages (Bately and Englert, 2007; Englert and Trakadas, 2009). Ohthere sailed from *Sciringesheal*, most likely Kaupang

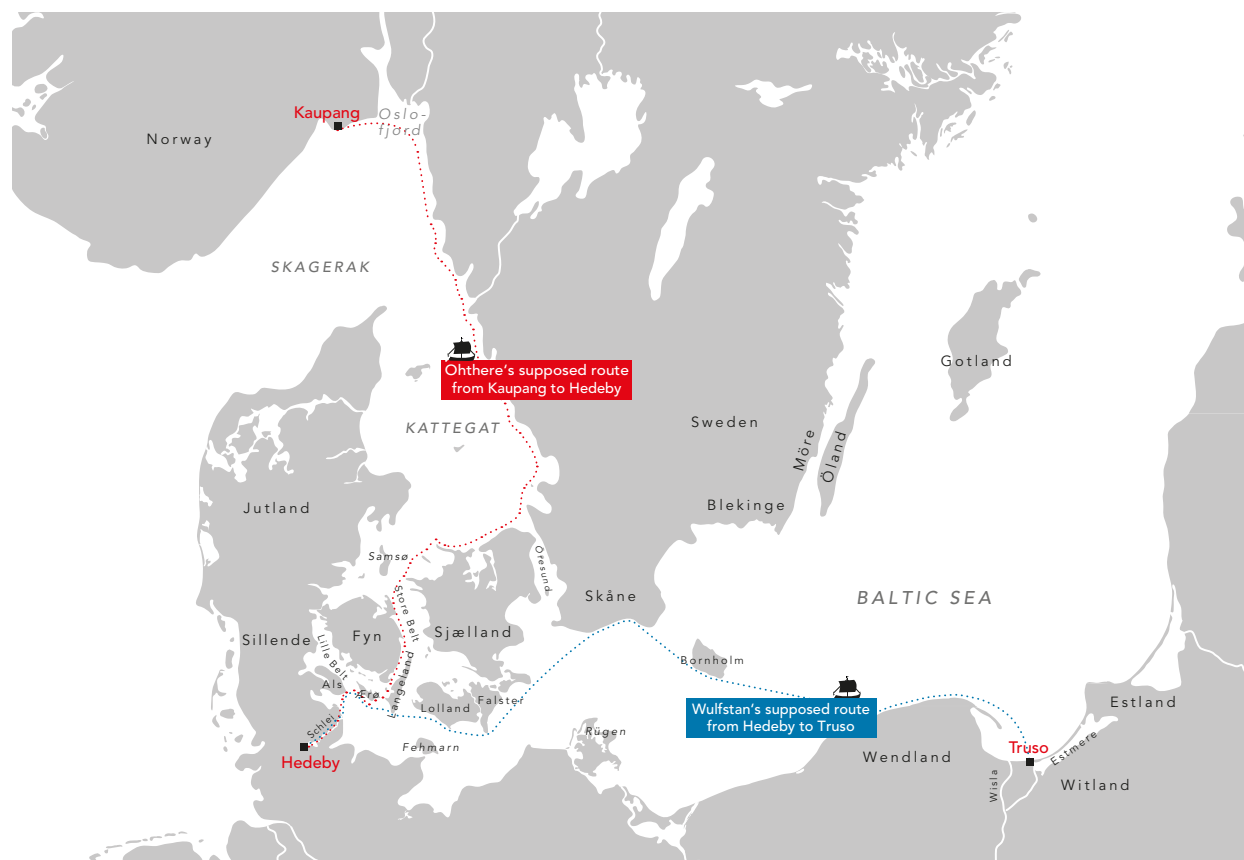


Fig. 6. The routes of Ohthere's and Wulfstan's voyages in the late 9th century AD. (Graphics: Jürgen Schüller, Schleswig).

in Vestfold/Norway, to Hedeby in five days, which means that he was sailing with 3.3 knots and covered the distance of about 400 nm while with an average of 80 nm every twenty-four hours. His contemporary Wulfstan had a lower average travel speed, between 2.3 and 2.45 knots, and was able to sail 55 or 59.3 nautical miles in a twenty-four hour period. For the journey from Hedeby to Truso in the mouth of the river Vistula, it took him seven days and nights (Englert and Ossowski, 2009, pp.268-269, with table 2).

Heavy bulk commodities from the continent, like lava quern stones from the Mayen region (fig. 7) which were very popular in Viking period of Denmark (Gabriel, 1988, pp.157-161, 268 list 3; Feveile, 2010; Pohl, 2011; Parkhouse, 2014), were shipped downstream on the Rhine, passing Dorestad, the largest Frankish *emporium* and one of the most important toll stations. It seems plausible that the cargo was reloaded at Dorestad on sea-going ships and reached the Waddensea via the Oude Rijn or the Almere via the Vecht and arrived at Ribe or Hedeby after a journey of approximately 5–6 days (Dijkstra, 2011, pp.49-59). In Ribe, about 2.091 finds weighing at least 154 kilos and consisting of basalt have been found until 2000 (Feveile, 2010, p.133), whereas in Hedeby the amount of circa 5.700 objects weighing about 1.200 kilos was registered (Schietzel, 2014, pp.412-413). Kurt Schietzel (*ibid.*) assessed the low amount of garnet-mica schist quern stones from Hyllestad, Sogn og Fjordane,

Norway (Baug, 2015), at approximately 1% of all quern stone finds from Hedeby, resulting from the extremely long transportation routes of 17-18 days at least according to Ohthere's report – or even much longer, when ships were heavily laden. With more than 3.400 objects weighing circa 540 kilos, also soapstone was very common in Hedeby used primarily for cooking vessels, but larger fragments had also been re-used after being reworked for several purposes (Resi, 1979). Due to trace element analysis, the sources of soapstone from fragments found in this south Danish *emporium* seem to be the nearest available deposits in western Sweden respectively eastern Norway, apparently avoiding longer transportation routes (fig. 8) (Alfsen and Christie, 1979; Resi, 1979, pp.123-131). Heid G. Resi also pointed out that the amount of soapstone vessel fragments in Hedeby decreased when the probably locally produced wheel-thrown pottery occurred in the 10th century. Apparently, this high quality pottery replaced the use of soapstone vessels by and by (Resi, 1979, pp.101-112).

Since in the Viking era no larger metal resources could be used in Scandinavia, apart from iron (Hybel and Poulsen, 2007, p.218), the supply of silver as a basis of economical transactions and wealth entirely depended on external procurement. This supply of raw materials was guaranteed by robbery and tribute payments on the one hand and by trade on the other (Coupland, 1999; Reuter, 1985; Williams, 2011). In the 8th and 9th centuries, silver

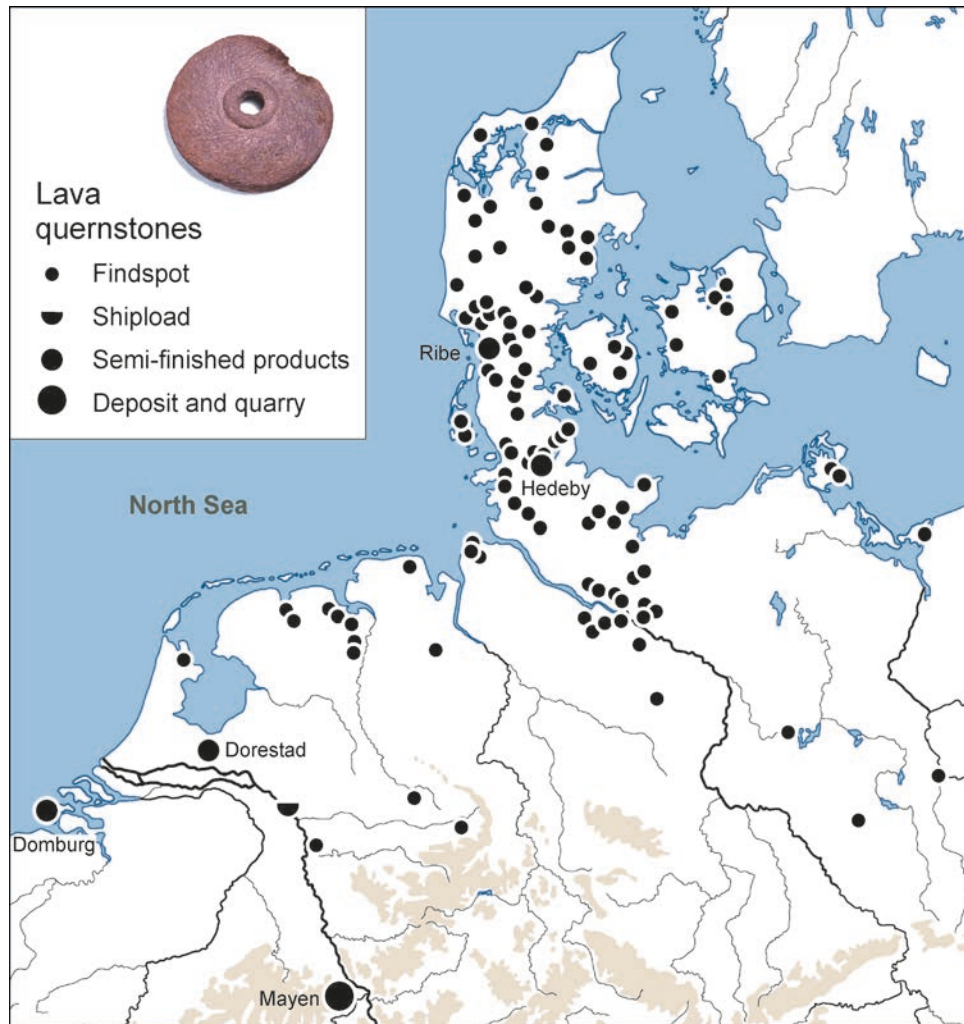


Fig. 7. The distribution of lava quernstones from Mayen in Northern Continental Europe and Denmark after Gabriel, 1991 and Feveile, 2010. (Graphics: Volker Hilberg).

predominantly came from the Carolingian Empire. In the course of the 9th century, the silver trade in form of Islamic dirhams continued growing (Kilger, 2007, pp.207-208, 228-246). Most of the silver circulating in Scandinavia in the 10th century may have come from molten dirhams (Hårdh, 2002, p.184).

Analytical research on Ottonian coins from the continent – especially the two most important coin groups of the so-called Saxon pennies and the Otto-Adelheid pennies (Kluge, 2001; 2005) – showed that Islamic silver was used for these coinages, too (Steuer, Stern and Goldenberg, 2002, pp.146-154; Steuer, 2004, pp.131-133). Christoph Bartels (1996, pp.235-236) assumes that the metal import for minting from the Islamic caliphate could not cover the demand for silver in Central Europe, and that a (re-)development of deposits started in Europe in the second half of the 10th century. The written record of these exploitations began for the Harz in 968, for the Vosges in 984, and for the Black Forest in 1028. This system of massive silver imports from Islamic Central Asia experienced a marked decline in the last decades of the 10th century, as is dramatically reflected in the chang-

ing composition of treasure finds in the Baltic Sea region (Leimus, 2007). The coin hoards deposited since the 970s were dominated by Western European denarii (Leimus, 2007), and the beginning of a massive silver influx from the East Frankish-German Ottonian Empire and late Anglo-Saxon England is also traditionally set during this period (Hatz, 1974, pp.47-51; Jonsson, 1990; Metcalf, 1998; Moesgaard, 2006). However, Danish hoards like Grisebjerggård (tp 942/3), Jyndeved (tp 954/5) and probably also Terslev (tp 940), in which early Saxon pennies are represented, show that this development had begun no later than in the middle of the 10th century (Jonsson, 1990, pp.139-141; Kilger and Moesgård, 2008) and thus, this influx started earlier than the hitherto supposed inflow of these Saxon pennies via the West Slavic area into the Baltic, due to Swedish coin finds from around 970 onward (Hatz, 1985). Such an early Saxon penny is also known as a settlement find from Hedeby (Wiechmann, 2007, p.260, cat.no.57)². With the minting of the Otto-Adelheid-pennies after 983 (Ilisch, 2013), these coins reached Scandinavia and Hedeby in large numbers. In addition to the two old finds known so far (Wiechmann, 2007, p.260



Fig. 8. Scandinavian soapstone quarries versus quarries with petrographical correlation with soapstone remains from Hedeby, after Alfson and Christie, 1979. (Graphics: Volker Hilberg).

cat.no.54-55), there are 19 Otto-Adelheid pennies recently found, which originate from a settlement excavation between 2005 and 2010 and from the systematic metal-detector surveys (fig. 9). In addition to the Otto-Adelheid-pennies and other Saxon coin types, Cologne's various S COLONIA-deniers and their imitations, and deniers from other Lower Lotharingian mints as well were used in Hedeby in the first half of the 11th century. They point to the economic relations between the Rhineland and southern Scandinavia, via the metropolis of Cologne (Hilberg, 2016, 74). Just as these coins are distributed all over Hedeby's settlement area, the standardized weights also occurring on a large scale refer to a broader trade function on-site. The late truncated spheres ("Kugelzonengewichte") of types Steuer B1 middle, B2, B1 late, B3, and B4 clearly show that trade transactions were carried out on a large scale in the 11th century, too (ibid.).

The latest known building activities in Hedeby's harbour date back to the early 11th century (Kalmring, 2010, pp.237-239, 242-243, 454 fig. 324), the youngest coin from the harbour excavation is a penny struck by the Danish king Harthacnut (1035-1042) (Wiechmann, 2007,

p.271, cat.no.131). In the harbour, the largest trading vessel of the Viking period sank, a huge cargo ship built after 1023, with a calculated water displacement of 75 tons, which would have achieved a loading capacity of approximately 60 tons (Kalmring, 2010, pp.122-125; Englert, 2015, p.60, fig.4.8).

Hedeby's transit function, its superior position in the trade traffic between the North Sea and Baltic Sea and between Scandinavia and the Central European continent, might be replaced after the planned transfer relocation during the reign of king Svend Estridsen (1047-1074) around 1066 without any interruption by its successor Schleswig (last: Rösch, 2016). The economic relations between Hedeby as a transit and marketplace and the Ottonian-Salian Empire have got, due to the dominating coin groups from the Harz area, Cologne and the Lower Lotharingian region, a considerable importance for the function and importance of this Danish harbour probably still in the first half of the 11th century.

As Harald Witthöft (2000, p.122; cf. e.g. Suhling, 1996, p.269) stressed a few years ago, the various metals served as the leading products of medieval economy:



Fig. 9. Hedeby, distribution of Otto-Adelheid-Pennies, types Hz III-IV, c. AD 990-1030/35. (Graphics: Volker Hilberg).

tools and weapons were made of iron, currency and coinage were based on gold and silver, and bronze and brass were among the most important commodity metals of which diverse equipment was manufactured. Like the Slavonic settlement areas in Central and Eastern Europe (Brather, 2008, pp.210-216), during the Viking age Scandinavia did not have or use own metallic resources, which had already been smelted at that time, except for different iron ore deposits (iron: Buchwald and Voss, 1992; Buchwald, 2005, esp. pp.292-335; Nørbach, 2003; Stenvik, 2003; Westphalen, 1989, pp.58-65; copper: Forshell, 1992; Stenvik, 2012; brass: Sindbæk, 2003). Mostly, less attention is drawn to the lack of existing ore deposits than to the role of metals in the long-distance trade or as booty. Where on the one hand metal scrap imports are considered (Roesdahl, 1980, pp.99-100), the Danish interest in Norway – visible with regard to a supremacy at different times – on the other hand is explained by the wealth of Norway concerning certain raw materials and commodities, such as walrus ivory, soapstone, various types of whetstones or iron (Roesdahl, 1980, p.99-100, 224; Buchwald, 2005, p.294). In addition to the recycling of scrap metal, the various metals were negotiated in ingot form: iron is forged into various forms (Westphalen, 1989, pp.65-67), silver and copper alloys are mostly cast into rod-shaped bars (Drescher, 1983, pp.175-178; Eiwanger, 1996; Sindbæk, 2001), silver is circulating not only in ingot

form but also in form of coins, jewelry and chopped and cut pieces (Hårdh, 2002; Söderberg, 2011; Skre, 2011).

The nearest ore deposits available for South Scandinavia, which are not coming from Northern bog iron ores, are located at the northern edge of the German *Mittelgebirge* (fig. 10). They extend across the Rheinische Schiefergebirge from the Ardennes to the Sauerland and further to the Harz Mountains (Joris, 1993; Maus, 1993; Lammers, 2009, pp.74-75). Trading in these areas allowed access to silver and utility metals such as brass, bronze and other copper alloys, and lead as well. Besides, high-quality manganese and barium-rich iron played a role, such as from the Iberg near Bad Grund, where early Carolingian iron smelting could be proved (Bartels and Klappauf, 2012, pp.132, 142-143; Linke, Kriete and Klappauf, 2012), or further in the east from the Elbingeröder complex (Alper, 2016; Schnepf, 2016) which was smelted in the Harz and could have been transported from here to Southern Scandinavia, a thesis that has not yet been considered in research. The sparse historical sources only allow a few conclusions on the development of early medieval mining, but apparently there is an improvement in silver mining in the late 10th and 11th century – and in the extraction of lead – not only in the Harz Mountains, but also in the Vosges, in the Black Forest, and perhaps in Carinthia (Zotz, 1993, pp.189-190; Bartels and Klappauf, 2012, pp.128, 164-179). Successful research has shown,

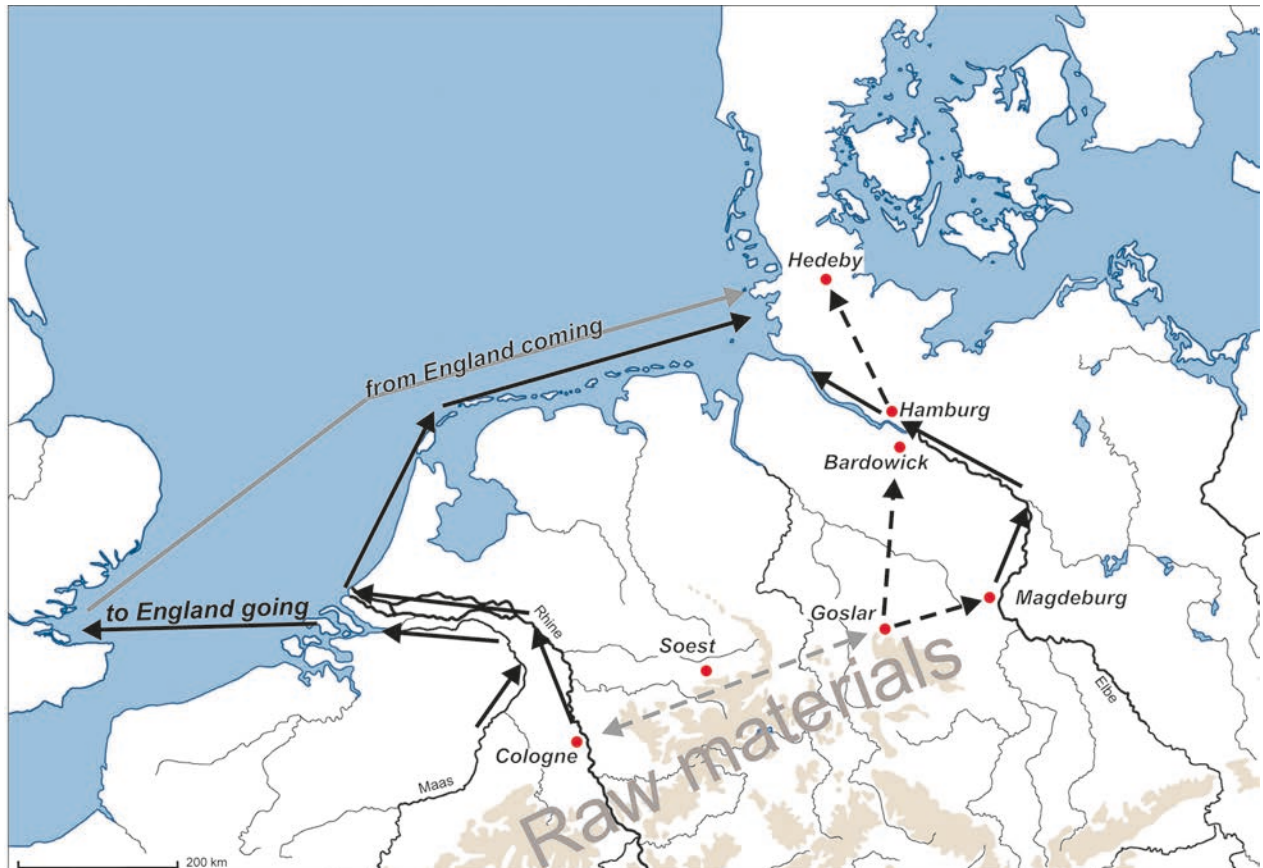


Fig. 10. The supply of various metals from the "Deutsche Mittelgebirge" to Hedeby in the Viking period via land routes (broken line) and by water (continuous line). An indirect supply (grey lines) is made possible in the context of manorial structures and by trade with England. (Graphics: Volker Hilberg).

however, that ore mining already took place earlier and that surface mining in opencast pits was invented. For the Roman Iron Age, the processing of gangue ore from the Upper Harz (silver-containing galena) and of copper ore from the Rammelsberg is attested at the site of Düna near Osterode at the western edge of the Harz (Brockner, Heimbruch and Koerfer, 1990; Brockner and Kaufmann, 2004, pp.152-154; Klappauf et al., 2008, p.66; Bartels and Klappauf, 2012, pp.121-123). The first melting sites in the

Harz Mountains have been working since the 7th century AD (Klappauf, 2011, p.170; Bartels and Klappauf, 2012, pp.134-135).

Extraction or further processing of ores is also comprehensible where the written tradition is missing – attested in the meanwhile is the extensive brass production in Dortmund or in Soest, to the northwest of the Sauerland (Lammers, 2009, pp.48-75; Sicherl, 2011; Merkel, 2016b). However, these connections and production steps are best investigated in the Harz region and its surroundings (Klappauf, 2011). Archaeological features also suggest that the metals extracted in the Harz mountains in melting or smelting sites were then placed within the framework of the manorial organisation at locations directly in front of the deposits, where they were further processed or alloyed, then presumably put into the form of ingots to be better handled and traded (Klappauf et al., 2008, p.72, fig.4-6; Bartels and Klappauf, 2012, pp.134, 147; Blaich, 2012).

However, due to the lack of written sources for the 10th and 11th centuries, we know almost nothing about the organizational forms of metal production and processing in the ore districts and their surroundings. Because of the archaeological knowledge of smelting and cupellation in the settlement of Badenhausen (district of Osterode) during the 9th and 10th centuries AD, located in the immediate vicinity of the mint of Gittelde and supplied with raw



Fig. 11. So-called "Benno-Jeton", brooch with the effigy of Henry III. (1039-56, emperor 1046), Goslar type, after AD 1047/48. Hedeby, excavation 2007, cultural layer, no. 8570, dm. 1.8 x 2 cm, leaded copper alloy. (Photo: Claudia Janke).

materials from contemporaneous smelters in the mountains, Lothar Klappauf considered the Harz and its surrounding area be a well-organized and work-sharing mining region in the Early Middle Ages (Bartels and Klappauf, 2012, p.147). Whether the so-called “Benno me fecit” brooches found in Hedeby (**fig. 11**) and at various other places in Germany and Denmark (Emmerig, 2000) were used in their production area as jetons or tokens, thus assuming an organization of the mining system under the aegis of the later bishop of Osnabrück named Benno (1068-1088) – as was recently proposed (Bartels et al., 2007, pp.80-81; Klappauf et al., 2008, pp.68-69; Bartels and Klappauf, 2012, p.200) – is probably not further provable and so should not be overestimated.

In the course of the 10th century, the Harz developed into a central economic area and the most important dominion of the Ottonian royal house (Brachmann, 1992), with only about 300 km air-line distance to the south of Hedeby and the southern border of Denmark. This distance approximately corresponds to the distance from Hedeby/Schleswig to Ålborg at the Limfjord. In the 12th century, up to nine days were set for covering this distance, following the old route of the *Haervejen* or *Oxen Road* (Willroth, 1986, pp.9-10). By overland route, for example on the *Leiðarvísir*, historically attested in the High Middle Ages, which led through Gandersheim and Hildesheim in the vicinity of the Harz (Waßenhoven, 2006, pp.74-91, fig.3.1), but also by water along the river Elbe from Magdeburg³, Denmark was comfortably accessible within a period of five to seven days (Carver, 1990, with fig. 15.3).

Not only to the new Ottonian centre of power and economy in Saxony, important and vivid trade relations were maintained, but to the Lower Lotharingian area and its metropolis Cologne comparable and even older relations existed, too, proven by the supply of lava quern stones (cf. above p. 7), wheel-thrown ceramics from the potteries in the Rhineland (Brorsson, 2010, pp.32-38; Pilø, 2011, pp.286-292; Keller, 2012), glass drinking vessels (Gaut, 2011, pp.179, 182-194, 248-253; Dodt, 2016) or different kinds of metal (Merkel, 2016a, pp.56-58; 2016b). Recently conducted analysis of glass fragments from Hedeby pointed out that in the second half of the 9th century until the beginning of the 10th century, a special mixture of wood-ash glass and soda-lime glass was produced in the *emporium* which had been attested so far only in the Carolingian monasteries of Fulda and Lorsch (Kronz et al., 2016) in *Franconia*, which points to closer relations in handicraft production than the mere trading contacts hitherto expected and known.

Not only these direct links to the access of raw materials should be considered with regard to the Viking period of South Scandinavia. An indirect supply of mineral resources from these continental deposits could be possible via late Anglo-Saxon England, too, (**fig. 10**) which is supposed to have been an active consumer of mineral resources, especially silver, during the 8th and 9th centuries from the Frankish and in the 10th and 11th cen-

turies from the Ottonian and Salian realms (Claughton, 2011). The English economy was more and more commercialized and the society underwent profound social changes (Fleming, 2001). It is supposed that most of the silver used in Anglo-Saxon England originated from continental sources in order to pay for English produce, especially wool and textiles or grain (Sawyer, 2013, pp.98-100; cf. also Fleming, 2001), only from the mid-12th century onward, the greatest part probably came from deposits in England and Wales (Claughton, 2011, pp.59-60). Clear documentary evidence for silver mining is not available before 1130, therefore it is assumed that the supply of silver to England was primarily linked with long distance and inter-regional trade in exchange with wool and textiles (Claughton, 2011, p.62). For the 11th century local sources of silver containing lead ores may have been used in the Mendips, Somerset, in Derbyshire, in the north Pennines and the Caldbeck Fells in Cumbria (Claughton, 2011, p.62; cf. Sawyer, 2013, pp.26-27; Merkel, 2016a, pp.55-56).

Large parts of the silver circulating and being used in Anglo-Saxon England was not only coming through direct trade links to Scandinavia but also for an important part by robbery and tribute payments, especially from 991 until 1041 AD, when the English had to make large payments of silver in form of tribute, *Danegeld* and later *Heregeld* to the Danes (Allen, 2006; Sawyer, 2013, pp.108-110). In 991, 10.000 pounds of silver, about 2.4 million pennies, had to be given to the Danes, in 1018, the large amount of 72.000 pounds, corresponding to the incredible sum of 17.28 million pennies, were paid (Allen, 2006, pp.497-498, table 7).

Results

The southern borderland of Denmark, the “Schleswig march” of the 10th and 11th centuries, with its main centre, the harbour town of Hedeby/*Sliaswich*, played a particularly important role in this area, thanks to its favourable access to Scandinavia and the Baltic Sea. The trading centre Ribe, 948 raised to a bishopric under Ottonian control, was located in the south of Denmark and had been participating in the North Sea trade through the Wadden Sea since the early 8th century (Feveile and Søvsvø, 2010). These connections of the southern parts of Denmark to the East Frankish kingdom of the Ottonian and Salian kings and emperors find their notable expression not only in conflicts between their rulers but also in a correspondingly developed continental find horizon, consisting of metal finds such as dress accessories (Baastrup, 2005; 2014), coins (von Heijne, 2004, pp.109-113; Moesgaard, 2007, pp.122-124; Hilberg, 2014) or quern stones from the Mayen area (cf. above p. 7). From the later 11th century AD onward, easily worked tuffstone is imported from the Rhineland (from the southeastern Eifel area to Andernach) with several transshipping to the southern border area of Denmark where it was used for

churches and graves on Christian graveyards (Lüdtke, 1997, pp.34-37, 46-48; Brandt, 2012, pp.16-18, 70-72, 87). But more research is necessary to distinguish these relations and developments from the earlier vivid and close interactions with the Carolingian world in the 8th and 9th centuries.

Only scientific analysis can prove when and how these contacts developed and which role the mineral resources from the German *Mittelgebirge* or from Central Asian ore deposits played. Basic research and analyses on this topic have been developed during several years by lead isotope and trace element analysis on silver metal finds at the Bochum Graduate School "Raw Materials, Innovation, Technology of Ancient Cultures (RITaK)" (Merkel, Hauptmann and Hilberg, 2012; Merkel, 2013; Merkel et al., 2013; Merkel et al., 2014; Merkel, 2016a), in particular, mass spectrometry with laser ablation is used (based on the method Lehmann, 2011). For the first time scientifically proven, it is now possible to show how silver from different Central European ore deposits like the German *Mittelgebirge* has been circulating in Hedeby since the middle of the 10th century. These metal analyses are supplemented by the investigation of objects made of non-ferrous metal and brass alloys, from the 10th and 11th century, carried out within the framework of the research project funded by the Volkswagen Foundation in Hannover⁴. Basically, the preference for certain alloys – lead-containing brass – is proven, which had been produced by using zinc or calamine deposits around Aachen and Iserlohn. Through these archaeometric investigations, the archaeological-numismatic connections already attested between Hedeby and the Harz region and the Rhineland dominated by its metropolis Cologne, can be verified in the Ottonian-Salian period and placed on a considerably expanded material basis. Further scientific studies of this kind will fundamentally further develop the understanding of the use of mineral raw materials and their importance for South Scandinavia with its lack of raw material resources during the Viking Age and the subsequent Middle Ages.

Notes

- 1 The preparation of this article had been made possible through the research project "Zwischen Wikingern und Hanse. Kontinuität und Wandel des zentralen Umschlagplatzes Haithabu/Schleswig im 11. Jahrhundert", which was funded between 2012 and 2014 by the Volkswagen foundation in Hannover.
- 2 These are deniers of the so-called Schmalbalkentyp Typus I (Kilger KN 1 resp. Mehl Gruppe A) with a fence-like arrangement of crosses below the church on the back, cf. Mehl 2011, p.30. However, this type also occurs in the treasure of Leetze, Kr. Salzwedel, deposited after 982 AD; cf. Puhle, 2001, pp.335-337, cat.no. V.7 (B. Kluge) with fig.
- 4 These archaeometric investigations were also carried out at the German Mining Museum in Bochum by Stephen W. Merkel under the supervision of Andreas Hauptmann. I would like to thank both of them for their constructive cooperation and the stimulating discussions. The results will be published in a monograph on late Viking period Hedeby which is in preparation.

Bibliography

- Alfisen, B. E. and Christie, O. H. J., 1979. Massenspektrometrische Analysen von Specksteinfunden aus Haithabu und wikingzeitlichen Specksteinbrüchen aus Skandinavien. In: H. G. Resi, 1979. *Die Specksteinfunde aus Haithabu*. Berichte über die Ausgrabungen in Haithabu, Bericht 14. Neumünster: Wachholtz, pp.170-184.
- Allen, M., 2006. The volume of the English currency, c. 973-1158. In: B. Cook and G. Williams eds., 2006. *Coinage and History in the North Sea World c. 500-1250. Essays in Honour of Marion Archibald*. The Northern World, Volume 19. Leiden, Boston: Brill, pp.487-523.
- Alper, G., 2016. Archäologische Untersuchungen zur Eisengewinnung am „Kleinen Schmidtskopf“ bei Elbingerode, Lkr. Harz. *Jahresschrift für Mitteldeutsche Vorgeschichte*, 95, pp.201-242.
- Andersen, H. H., 1998. *Danevirke og Kovirke*. Arkæologiske undersøgelser 1861-1993. Højbjerg: JyskArkæologisk Selskab.
- Andersen, H. H., 2004. *Til helerigets Værn. Danevirkes arkæologi og historie*. Højbjerg: Moesgård & Wormianum.
- Arents, U. and Eisenschmidt, S., 2010. *Die Gräber von Haithabu*. Ausgrabungen in Haithabu, Volume 15. Neumünster: Wachholtz.
- Baastrup, M. P., 2009. Små fibler af karolingiske og ottonske typer i Danmark. *Aarbøger for nordisk Oldkyndighed og Historie*2005, pp.209-255.
- Baastrup, M. P., 2013. Continental and Insular Imports in Viking Age Denmark. Distribution and circulation. *Zeitschrift für Archäologie des Mittelalters* 41, pp.85-208.
- Bagge, S., 2009. Early state formation in Scandinavia. In: W. Pohl and V. Wieser eds., 2009. *Der frühmittelalterliche Staat – europäische Perspektiven*. Forschungen zur Geschichte des Mittelalters, Volume 16. Wien: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, pp.145-154.
- Bartels, Ch., 1996. Der Bergbau – im Zentrum das Silber. In: U. Lindgren, ed., 1996. *Europäische Technik im Mittelalter: 800 bis 1200 – Tradition und Innovation. Ein Handbuch*. Berlin: Gebr. Mann, pp.235-248.
- Bartels, Ch., Fessner, M., Klappauf, L. and Linke, F.A., 2007. *Kupfer, Blei und Silber aus dem Goslarer Rammelsberg. Von den Anfängen bis 1620*. Montanregion Harz, Volume 8. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum.
- Bartels, Ch. and Klappauf, L., 2012. Das Mittelalter. Der Aufschwung des Bergbaus unter den karolingischen und ottonischen Herrschern, die mittelalterliche Blüte und der Abschwung bis zur Mitte des 14. Jahrhunderts. In: Ch. Bartels and R. Slotta eds., 2012. *Der alteuropäische Bergbau. Von den Anfängen bis zur Mitte des 18. Jahrhunderts*. Geschichte des deutschen Bergbaus, Volume 1. Münster: Aschendorff, pp.111-248.
- Bately, J. and Englert, A. eds., 2007. *Ohthere's Voyages. A late 9th century account of voyages along the coasts of Norway and Denmark and its cultural context*. Maritime Culture of the North, Volume 1. Roskilde: The Viking Ship Museum.
- Baug, I., 2015. *Quarrying in Western Norway. An Archaeological Study of Production and Distribution in the Viking Period and Middle Ages*. Oxford: Archaeopress.
- Blaich, M.C., 2012. Bemerkungen zu den ökonomischen und ökologischen Bezügen ottonischer Königspalzen. *Salzgit-ter-Jahrbuch*, pp.157-170.
- Bolton, T., 2009. *The Empire of Cnut the Great. Conquest and the Consolidation of Power in Northern Europe in the Early Eleventh Century*. The Northern World 40. Leiden, Boston: Brill.
- Bompaire, M., 1997. Du solidus d'or au denier d'argent: genèse de la monnaie médiévale. In: Ph. Contamine, M. Bompaire,

- S. Lebecqz and J.-L. Sarrazin, 1997. *L'économie médiévale*. 2ième ed. Paris: Armand Colin/Masson, pp.101-132.
- Borgolte, M., 2010. Kommunikation: Handel, Kunst und Wissenstausch. In: T. Lohse and B. Scheller eds., 2014. *Michael Borgolte, Mittelalter in der größeren Welt. Essays zur Geschichtsschreibung und Beiträge zur Forschung*. Europa im Mittelalter, Volume 24. Berlin: de Gruyter, pp.493-532.
- Brachmann, H., 1992. Der Harz als Wirtschaftsraum des frühen Mittelalters. *Harz-Zeitschrift*, 43/44, pp.7-25.
- Brandt, K., 2012. Archäologische Untersuchungen in Hollingstedt (Kr. Schleswig-Flensburg), dem „Nordseehafen“ von Haitabu und Schleswig. In: K. Brandt, ed., 2012. Hollingstedt an der Treene. Ein Flusshafen der Wikingerzeit und des Mittelalters für den Transitverkehr zwischen Nord- und Ostsee. *Schriften des Archäologischen Landesmuseums*, Volume 10 (Neumünster: Wachholtz), pp.11-113.
- Brather, S., 2008. *Archäologie der westlichen Slawen*. Reallexikon der Germanischen Altertumskunde Ergänzungsbände, Volume 61. 2nd ed. Berlin. New York: Walter de Gruyter.
- Brather, S. and Jagodziński, M. F., 2012. Der wikingerzeitliche Seehandelsplatz von Janów (Truso). Geophysikalische, archäopedologische und archäologische Untersuchungen 2004–2008. *Zeitschrift für Archäologie des Mittelalters*, Beiheft Volume 24. Bonn: Dr. Rudolf Habelt.
- Brink, S., 2013. Early Ecclesiastical Organization of Scandinavia, especially Sweden. In: K. Salonen, K. V. Jensen and T. Jørgensen eds., 2013. *Medieval Christianity in the North*. Acta Scandinavica, Volume 1. Turnhout: Brepols, pp.23-39.
- Brockner, W., Heimbruch, G. and Koerfer, S., 1990. Archäometrische Untersuchungen an Erz- und Schlackenfundten des Grabungsschnittes GS1 der Grabung Düna. In: L. Klappauf and F.-A. Linke. *Düna I. Das Bachbett vor Errichtung des repräsentativen Steingebäudes. Grundlagen zur Siedlungsgeschichte*. Materialhefte zur Ur- und Frühgeschichte Niedersachsens, Volume 22. Hildesheim: Verlag August Lax, pp.137-151.
- Brockner, W. and Kaufmann, S., 2004. Archäometrie – oder was können montanarchäologische Funde und Befunde der Harzregion alles erzählen? In: F. Both, D. Jausch and H. G. Peters eds., 2004. *Archäologie Land Niedersachsen. 25 Jahre Denkmalschutzgesetz – 400000 Jahre Geschichte*. Begleitschrift zur Ausstellung. Oldenburg: Isensee, pp.152-159.
- Brorsson, T., 2010. *The Pottery from the Early Medieval Trading Site and Cemetery at Groß Strömendorf, Lkr. Nordwestmecklenburg*. Frühmittelalterliche Archäologie zwischen Ostsee und Mittelmeer, Volume 1. Wiesbaden: Reichert.
- Buchwald, V. F., 2005. *Iron and Steel in Ancient Times*. Det Kongelige Danske Videnskaberne Selskab, Historisk-filosofiske skrifter, Volume 29. Copenhagen: Det Kongelige Danske Videnskaberne Selskab.
- Buchwald, V. F. and Voss, O., 1992. Iron production in Denmark in Viking and Medieval times. In: A. Espelund, ed., 1992. *Bloomery Ironmaking during 200 years*. Seminar in Budalen, Sør-Trøndelag, Norway, August 26th–30th 1991. Volume II Iron in the West Nordic Region during the Middle Ages. Trondheim: Budalseminaret, pp.31-43.
- Bugge, A., 1906. Die nordeuropäischen Verkehrswege im frühen Mittelalter und die Bedeutung der Wikinger für die Entwicklung des europäischen Handels und der europäischen Schifffahrt. *Vierteljahrsschrift für Sozial- und Wirtschaftsgeschichte*, 4, pp.227-277.
- Callmer, J., 1994. Urbanization in Scandinavia and the Baltic Region c. AD 700-1100: Trading Places, Centres and early Urban Sites. In: B. Ambrosiani and H. Clarke eds., 1994. *Developments around the Baltic and the North Sea in the Viking Age*. The Twelfth Viking Congress. Birka Studies, Volume 3. Stockholm: Riksantikvarieämbetet and Statens Historiska Museum, pp.50-90.
- Callmer, J., 2003. Wayland. An Essay on Craft Production in the Early and High Middle Ages in Scandinavia. In: L. Larsson and B. Hårdh eds., 2003. *Centrality – Regionality. The Social Structure of Southern Sweden during the Iron Age*. Acta Archaeologica Lundensia Ser. in 8^o, No. 40 = Uppåkrastudier, Volume 7. Stockholm: Almqvist & Wiksell International, pp.337-361.
- Callmer, J., 2007. Urbanisation in Northern and Eastern Europe, ca. AD 700–1100. In: J. Henning, ed., 2007. *Post-Roman Towns and Trade in Europe, Byzantium and the Near-East. Volume 1: The Heirs of the Roman West*. Millenium-Studien zu Kultur und Geschichte des ersten Jahrtausends n. Chr., Volume 5. Berlin: Walter de Gruyter, pp.233-270.
- von Carnap, C., Hilberg, V. and Schultze, J., 2014. Research in Hedeby. Obligations and Responsibilities. In: C. von Carnap, ed., 2014. *Quo Vadis? Status quo and Future Perspectives of Long-term Excavations in Europe*. Schriften des Archäologischen Landesmuseums Ergänzungsreihe, Volume 10. Hamburg, Neumünster: Wachholtz Verlag – Murmann Publishers, pp.225-248.
- Carver, M. O. H., 1990. Pre-Viking traffic in the North Sea. In: S. McGrail, ed., 1990. *Maritime Celts, Frisians and Saxons*. CBA Research Report, Volume 71. Oxford: Council for British Archaeology, pp.117-125.
- Claughton, P., 2011. Mineral resources. In: J. Crick and E. van Houts, eds., 2011. *A Social History of England, 900–1200*. Cambridge: Cambridge University Press, pp.56-65.
- Coupland, S., 1999. The Frankish tribute payments to the Vikings and their consequences. *Francia*, 26, pp.57-75.
- Dijkstra, M. F. P., 2011. *Rondom de mondingen van Rijn & Maas. Landschap en bewoning tussen de 3^e en 9^e eeuw in Zuid-Holland, in het bijzonder de Oude Rijnstreek*. Academisch proefschrift, Universiteit van Amsterdam. Leiden: Sidestone Press.
- Dobat, A. S., 2008. Danevirke revisited: An investigation into military and socio-political organisation in South Scandinavia (c AD 700 to 1100). *Medieval Archaeology* 52, pp.27-67.
- Dotz, M., 2016. Der frühmittelalterliche Hafen Kölns – Produktionsstätte und Exporthafen für Gläser. Ein Überblick. In: J. Bemmann and M. Mirschenz eds., 2016. Der Rhein als europäische Verkehrsachse II. *Bonner Beiträge zur Vor- und Frühgeschichtlichen Archäologie*, Volume 19. Bonn: Vor- und Frühgeschichtliche Archäologie, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, pp.351-363.
- Emmerig, H., 2000. Die sogenannten „Benno-Jetons“ – münzähnliche Broschen des 11. Jahrhunderts. In: B. Kluge and B. Weisser eds., 2000. *XII. Internationaler Numismatischer Kongress Berlin 1997. Akten – Proceedings – Actes II*. Berlin: Gebr. Mann, pp.893-902.
- Englert, A., 2015. *Large Cargo Ships in Danish Waters 1000–1250. Evidence of specialised merchant seafaring prior to the Hanseatic Period*. Ships and Boats of the North, Volume 7. Roskilde: The Viking Ship Museum.
- Englert, A. and Trakadas, A. eds., 2009. *Wulfstan's Voyage. The Baltic Sea region in the early Viking-Age as seen from shipboard*. Maritime Culture of the North, Volume 2. Roskilde: The Viking Ship Museum.
- Englert, A. and Ossowski, W., 2009. Sailing in Wulfstan's wake: the 2004 trial voyage Hedeby–Gdańsk with the Skuldelev 1 reconstruction, Ottar. In: A. Englert and A. Trakadas eds., 2009. *Wulfstan's Voyage. The Baltic Sea region in the early Viking-Age as seen from shipboard*. Maritime Culture of the North, Volume 2. Roskilde: The Viking Ship Museum, pp.257-270.
- Feveile, C., 2010. Mayen Lava Quern Stones from the Ribe Excavations 1970-76. In: M. Bencard and H. B. Madsen eds., 2010. *Ribe Excavations 1970-76*. Volume 6. Højbjerg: Jutland Archaeological Society, pp.133-156.
- Feveile, C. and Søvsø, M., 2010. Ribe genopstår. In: S. Bitsch Christensen, ed., 2010. *Ribe Bys Historie, Volume 1, 710–1520*. Århus: Dansk Center for Byhistorie, pp.38-45.

- Fleming, R., 2001. The new wealth, the new rich and the new political style in late Anglo-Saxon England. *Anglo-Norman Studies* 23, pp.1-22.
- Forshell, H., 1992. *The inception of copper mining in Falun. Relation between element composition in copper artifacts, mining and manufacturing technology and historic development with particular emphasis on copper from the Falu mine*. Theses and Papers in Archaeology B, Volume 2. Stockholm: Archaeological Research Laboratory.
- Gabriel, I., 1988. Hof- und Sakralkultur sowie Gebrauchs- und Handelsgut im Spiegel der Kleinfunde von Starigard/Oldenburg. *Berichte der Römisch-Germanischen Kommission* 69, pp.103-291.
- Gaut, B., 2011. Vessel Glass and Evidence of Glassworking. In: D. Skre, ed., 2011. *Things from the Town. Artefacts and Inhabitants in Viking-age Kaupang*. Kaupang Excavation Project Publication series, Volume 3 = Norske Oldfunn XX-IV. Aarhus: Aarhus University Press, pp.169-279.
- Gelting, M., 2007. The kingdom of Denmark. In: N. Berend, ed. 2007. *Christianization and the Rise of Monarchy. Scandinavia, Central Europe and Rus' c. 900-1200*. Cambridge: Cambridge University Press, pp.73-120.
- Graham-Campbell, J., 1991. Anglo-Scandinavian equestrian equipment in 11th century England. *Anglo-Norman Studies* 14, pp.77-89.
- Grierson, P. and Blackburn, M., 1986. *Medieval European Coinage, Volume 1: The Early Middle Ages (5th-10th centuries)*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hårdh, B., 2002. Silber im 10. Jahrhundert. Ökonomie, Politik und Fernbeziehungen. In: J. Henning, ed., 2002. *Europa im 10. Jahrhundert – Archäologie einer Aufbruchzeit*. Internationale Tagung in Vorbereitung der Ausstellung „Otto der Große, Magdeburg und Europa“. Mainz: von Zabern, pp.181-193.
- Hatz, G., 1974. *Handel und Verkehr zwischen dem Deutschen Reich und Schweden in der späten Wikingerzeit. Die deutschen Münzen des 10. und 11. Jahrhunderts in Schweden*. Stockholm: Kungliga Vitterhets Historie och Antikvitets Akademien.
- Hatz, G., 1985. Die ersten Sachsenpfennige in Schweden. In: S. K. Kuczyński S. Suchodolski eds., 1985. *Nummus et Historia. Pieniadz Europy średniowiecznej*. Księga poświęcona prof. dr. Ryszardowi Kiersnowskiemu w sześćdziesiątą rocznicę urodzin. Warszawa: Polskie Towarzystwo Archeologiczne Numizmatyczne, Komisja Numizmatyczna, pp.33-42.
- von Heijne, C., 2004. *Särpräglat. Vikingatida och tidigmedeltida myntfynd från Danmark, Skåne, Blekinge och Halland (ca. 800-1130)*. Stockholm Studies in Archaeology, Volume 31. Stockholm: Arkeologiska institutionen Stockholms universitet.
- Hilberg, V., 2008. Hedeby – an outline of its research history. In: S. Brink and N. Price eds., 2008. *The Viking World*. London: Routledge, pp.101-111.
- Hilberg, V., 2009. Hedeby in Wulfstan's days: a Danish *emporium* of the Viking Age between East and West. In: A. Englert and A. Trakadas eds., 2009. *Wulfstan's Voyage. The Baltic Sea region in the early Viking-Age as seen from shipboard*. Maritime Culture of the North, Volume 2. Roskilde: The Viking Ship Museum, pp.79-113.
- Hilberg, V., 2014. Zwischen Innovation und Tradition. Der karolingische Einfluss auf das Münzwesen in Skandinavien. In: K. P. Hofmann, H. Kamp and M. Wemhoff eds., 2014. *Die Wikinger und das Fränkische Reich. Identitäten zwischen Konfrontation und Annäherung*. MittelalterStudien, Volume 29. Paderborn: Wilhelm Fink, pp.133-215.
- Hilberg, V., 2016. Hedeby's Demise in the Late Viking Age and the Shift to Schleswig. In: L. Holmquist, S. Kalmring and Ch. Hedenstierna-Jonson eds., 2016. *New Aspects on Viking-age Urbanism c. AD 750-1100*. Proceedings of the International Symposium at the Swedish History Museum, April 17th-20th 2013. Stockholm: Archaeological Research Laboratory Stockholm University, pp.63-80.
- Hilberg, V. and Kalmring, S., 2014. Viking Age Hedeby and its Relations with Iceland and the North Atlantic: Communication, Long-distance Trade and Production. In: D. Zori and J. Byock eds., 2014. *Viking Age Archaeology in Iceland: Mosfell Archaeological Project*. Cursor Mundi, Volume 20. Turnhout: Brepols, pp.221-245.
- Hinton, D. A., 2008. *The Alfred Jewel and Other Late Anglo-Saxon Decorated Metalwork*. Ashmolean Handbooks. Oxford: The Ashmolean Museum.
- Hodges, R., 2012. *Dark Age Economics. A new audit*. London: Bloomsbury Publishing.
- Hoffmann, E., 1984. Beiträge zur Geschichte der Beziehungen zwischen dem deutschen und dem dänischen Reich für die Zeit von 934 bis 1035. In: Ch. Radtke and W. Körber eds., 1984. *850 Jahre St. Petri-Dom zu Schleswig 1134-1984*. Schleswig: Schleswiger Druck- und Verlagshaus, pp.105-132.
- Hybel, N., 2013. Marca und Feudum – Das dänische Königtum und der Kaiser, 842–1214. In: S. B. Frandsen, M. Krieger and F. Lubowitz eds., 2013. *1200 Jahre deutsch-dänische Grenze*. Tagungsband Kiel 13.-15.5.2011. Neumünster: Wachholtz, pp.95-109.
- Hybel, N. and Poulsen, B., 2007. *The Danish Resources c. 1000-1550. Growth and Recession*. The Northern World, Volume 34. Leiden, Boston: Brill.
- Ilisch, P., 2013. De tidligste Otto Adelheid-mønter – foreløbige bemærkninger på grundlag af Strandby-skatten. *Nordisk Numismatisk Unions Medlemsblad*, Issue 4, pp.100-107.
- Ingvardson, G. T., 2010. *Møntbrug – fra vikingetid til vendertogter*. Aarhus: Aarhus Universitetsforlag.
- Jacobsen, L. and Moltke, E., 1942. *Danmarks Runeindskrifter*. København: Munksgaard.
- Jankuhn, H., 1986. *Haithabu. Ein Handelsplatz der Wikingerzeit*. 8th ed. Neumünster: Wachholtz.
- Jonsson, K., 1990. The import of German coins to Denmark and Sweden c. 920-990. In: K. Jonsson and B. Malmer eds., 1990. *Sigtuna-Papers. Proceedings of the Sigtuna Symposium on Viking-Age Coinage 1-4 June 1989*. Commentationes de nummis saeculorum IX-XI in Suecia repertis. Nova series, Volume 6. Stockholm, London: Kungliga Vitterhets Historie och Antikvitets Akademien. Spink & Son, pp.139-143.
- Joris, A., 1993. Probleme der mittelalterlichen Metallindustrie im Maasgebiet. In: A. Joris, 1993. *Villes, affaires, mentalités. Autour du pays mosan*. Bibliothèque du Moyen âge. Bruxelles: De Boeck, pp.259-279.
- Keller, Ch., 2012. Karolingerzeitliche Keramikproduktion am Rheinischen Vorgebirge. In: L. Grunwald, H. Pantermehl and R. Schreg eds., 2012. *Hochmittelalterliche Keramik am Rhein. Eine Quelle für Produktion und Alltag des 9. bis 12. Jahrhunderts*. RGZM-Tagungen, Volume 13. Mainz: Verlag des Römisch-Germanischen Zentralmuseums, pp.209-224.
- Keynes, S., 1991. The Historical Context of the Battle of Maldon. In: D. Scragg, ed., 1991. *The Battle of Maldon AD 991*. Oxford: Blackwell, pp.81-113.
- Keynes, S., 2000. Die Wikinger in England (um 790–1016). In: P. Sawyer, ed., 2000. *Die Wikinger. Geschichte und Kultur eines Seefahrervolkes*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, pp.58-92.
- Kilger, Ch. and Moesgaard, J. Chr., 2008. Sachsenpfennig i Gribsebjerggårdfyndet (tpq 942/3) – En ny pusselbit i den tyska mynt historien. *Nordisk Numismatisk Unions Medlemsblad*, Issue 1, pp.15-20.
- Klappauf, L., 2011. Montanarchäologie im Westharz. In: R. Smolnik, ed., 2011. *Aufbruch unter Tage. Stand und Aufgaben der montanarchäologischen Forschung in Sachsen*. Internationale Fachtagung, Dippoldiswalde 9.–11. 9. 2010. Arbeits- und Forschungsberichte zur Sächsischen Bodendenkmalpflege Beiheft, Volume 22. Dresden: Landesamt für Archäologie, pp.169-178.

- Klappauf, L., Bartels, Ch., Linke, F.-A. and Asmus, B., 2008. Das Montanwesen am Rammelsberg und im Westharz. Historische und archäologische Quellen zum 12. und 13. Jahrhundert. In: M. Brandt, ed., 2008. *Bild und Bestie. Hildesheimer Bronzen der Stauferzeit*. Wiesbaden: Schnell + Steiner, pp.65-76.
- Kleingärtner, S., 2014. *Die frühe Phase der Urbanisierung an der südlichen Ostseeküste im ersten nachchristlichen Jahrtausend*. Studien zur Siedlungsgeschichte und Archäologie der Ostseegebiete, Volume 13. Neumünster: Wachholtz.
- Kluge, B., 2001. Sachsenpfennige und Otto-Adelheid-Pfennige. Anfänge und Dimensionen der Münzprägung in Magdeburg und Sachsen zur Zeit der Ottonen. In: M. Puhle, ed., 2001. *Otto der Große. Magdeburg und Europa*. Band I Essays. Mainz: von Zabern, pp.417-426.
- Kluge, B., 2005. ATHALHET, ATEAHLHT und ADELDEIDA. Das Rätsel der Otto-Adelheid-Pfennige. In: F. Staab and Th. Unger eds., 2005. *Kaiserin Adelheid und ihre Klostergründung in Selz*. Referate der wissenschaftlichen Tagung in Landau und Selz vom 15.-17.10.1999. Veröffentlichungen der Pfälzischen Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften, Volume 99. Speyer: Verlag der Pfälzischen Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften, pp.91-114.
- Kronz, A., Hilberg, V., Simon, K. and Wedepohl (†), K. H., 2015. Glas aus Haithabu. *Zeitschrift für Archäologie des Mittelalters* 43, pp.39-58.
- Lammers, D., 2009. *Das karolingisch-ottonische Buntmetallhandwerker-Quartier auf dem Plettenberg in Soest*. Soester Beiträge zur Archäologie, Volume 10. Soest: Westfälische Verlagsbuchhandlung Mockler & Jahn.
- Lehmann, R., 2011. *Archäometallurgie von mittelalterlichen deutschen Silberbarren und Münzen*. Unpublished doctoral thesis. Hannover: Naturwissenschaftliche Fakultät der Leibniz Universität.
- Leimus, I., 2007. Die letzte Welle des orientalischen Münzsilbers im Norden. In: M. Andersen, H. W. Horsnæs and J. Chr. Moesgaard eds., 2007. *Magister Monetæ. Studies in Honour of Jørgen Steen Jensen*. Studies in Archaeology and History, Volume 13 (Copenhagen: Publications of the National Museum, pp.111-125.
- Linke, F.-A., Kriete, C. and Klappauf, L., 2012. Karolingische Eisengewinnung am Iberg bei Bad Grund, Ldkr. Osterode a. Harz. *Nachrichten aus Niedersachsens Urgeschichte* 81, pp.231-246.
- Loveluck, Chr., 2013. *Northwest Europe in the Early Middle Ages, c. AD 600-1150. A Comparative Archaeology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Loveluck, Chr. and Tys, D., 2006. Coastal societies, exchange and identity along the Channel and southern North Sea shores of Europe, AD 600–1000. *Journal of Maritime Archaeology* 1, pp.140-169.
- Lüdtke, H., 1997. Die archäologischen Untersuchungen unter dem Schleswiger Rathausmarkt. In: G. Grupe, I. Hägg, G. Hühne-Osterloh, H. Lüdtke and H. Piepenbrink, 1997. *Kirche und Gräberfeld des 11.–13. Jahrhunderts unter dem Rathausmarkt von Schleswig*. Ausgrabungen in Schleswig – Berichte und Studien, Volume 12. Neumünster: Wachholtz. pp.9-84.
- Lüdtke, H., 2013. *Die einheimische Keramik aus dem Hafen von Haithabu*. Ausgrabungen in Haithabu, Volume 17. Neumünster: Wachholtz.
- Lund, N., 1994. Cnut's Danish kingdom. In: A. R. Rumble, ed., 1994. *The Reign of Cnut: King of England, Denmark and Norway*. London: Leicester University Press, pp.27-42.
- McCormick, M., 2007. Where do trading towns come from? Early medieval Venice and the northern *emporìa*. In: J. Henning, ed., 2007. *Post-Roman Towns and Trade in Europe, Byzantium and the Near-East. Volume 1: The Heirs of the Roman West*. Millenium-Studien zu Kultur und Geschichte des ersten Jahrtausends n. Chr., Volume 5. Berlin: Walter de Gruyter. pp.41-68.
- Maus, H., 1993. Deutschlands Mitte – reich an Erzen. Lagerstätten in Karte und Bild. In: H. Steuer and U. Zimmermann eds., 1993. *Alter Bergbau in Deutschland*. Stuttgart: Theiss, pp.16-23.
- Mehl, M., 2011. *Münz- und Geldgeschichte des Erzbistums Magdeburg im Mittelalter*. Hamburg: Verlag Manfred Mehl.
- Merkel, S., 2013. The relationship of hacksilver and minting in 10th century in Southern Scandinavia. *Metalla* 20(2), pp.75-79.
- Merkel, S. W., 2016a. *Silver and the Silver Economy at Hedeby*. Der Anschnitt – Beiheft 33 Bochum: Verlag Marie Leidorf.
- Merkel, S., 2016b. Carolingian and Ottonian Brass Production in Westphalia. Evidence from the Crucibles and Slag of Dortmund and Soest. *Metalla* 22(1), pp.21-39.
- Merkel, S., Hauptmann, A. and Hilberg, V., 2012. Analysis of Technical Ceramics from Haithabu: Gold and Silver-smithing in the Viking Age. *Archäometrie und Denkmalpflege 2012 = Metalla Sonderheft 5* (Bochum: Deutsches Bergbau-Museum, pp.106-109.
- Merkel, S., Hauptmann, A., Hilberg, V. and Lehmann, R., 2014. Isotopic Analysis of Silver from Hedeby and some nearby Hoards: Preliminary Results. In: M. H. Eriksen, U. Pedersen, B. Rundberget, I. Axelsen and H. L. Berg eds., 2014. *Viking Worlds: Things, Spaces, and Movement*. Conference Proceedings from the Viking Worlds, 12.–13.03.2013 in Oslo. Oxford: Oxbow Books, pp.195-212.
- Merkel, S., Sverchkov, L., Hauptmann, A., Hilberg, V., Bode, M., and Lehmann, R., 2013. Analysis of Slag, Ore and Silver from the Tashkent and Samarkand Areas: Medieval Silver Production and the Coinage of Samanid Central Asia. *Archäometrie und Denkmalpflege 2013 = Metalla Sonderheft 6*. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum, pp.62-66.
- Metcalfe, M., 1998. Viking-Age Numismatics 4. The currency of German and Anglo-Saxon coins in the Northern Lands. *The Numismatic Chronicle* 158, pp.345-371.
- Moesgaard, J. Chr., 2006. The import of English coins to the Northern Lands: some remarks on coin circulation in the Viking Age based on new evidence from Denmark. In: B. Cook and G. Williams eds., 2006. *Coinage and History in the North Sea World c. 500–1250. Essays in Honour of Marion Archibald*. The Northern world 19. Leiden: Brill, pp.389-433.
- Moesgaard, J. Chr., 2007. Møntskatten fra Danelund og møntvæsenet i Sydvestjylland i vikingetid og tidlig middelalder. *Aarbøger for nordisk Oldkyndighed og Historie* 2004 (2007), pp.107-156.
- Nørbaek, L. Chr., ed. 2003. *Prehistoric and Medieval Direct Iron Smelting in Scandinavia and Europe. Aspects of Technology and Society*. Proceedings of the Sandbjerg Conference, 16.– 20. September 1999. Acta Jutlandica LXXVI: 2, Humanities Series, Volume 75. Aarhus: Aarhus University Press.
- Op den Velde, W., and Klaassen, C. J. F., 2004. *Sceattas and Merovingian Deniers from Domburg and Westenschouwen*. Werken Koninklijk Zeeuwsch Genootschap der Wetenschappen, Volume 15. Middelburg: Koninklijk Zeeuwsch Genootschap der Wetenschappen.
- Parkhouse, J., 2014. Putting Lava on the Map. In: G. R. Owen-Crocker and S. D. Thompson eds., 2014. *Towns and Topography. Essays in Memory of David H. Hill*. Oxford: Oxbow Books, pp.19-25.
- Pedersen, A., 1996-97. Riding gear from Late Viking-age Denmark. *Journal of Danish Archaeology* 13, pp.133-160.
- Pilø, L., 2011. The Pottery. In: D. Skre ed., 2011. *Things from the Town. Artefacts and Inhabitants in Viking-age Kaupang*. Kaupang Excavation Project Publication series, Volume 3 = Norske Oldfunn XXIV. Aarhus: Aarhus University Press, pp.281-304.
- Pohl, M. 2011. Querns as markers for the determination of Medieval northern European trade spheres. In: D. Williams and

- D. Peacock eds., 2011. *Bread for the People: the Archaeology of Mills and Milling*. Proceedings of a colloquium held in the British School at Rome 4th–7th November 2009. BAR International Series, Volume 2274/University of Southampton Series in Archaeology no. 3. Oxford: Archaeopress, pp.169-177.
- Puhle, M. ed., 2001. *Otto der Große. Magdeburg und Europa*. Volume II Catalogue. Mainz : von Zabern.
- Reuter, T., 1985. Plunder and tribute in the Carolingian empire. *Transactions of the Royal Historical Society*, Series 5, 35, pp.75-94.
- Roesdahl, E., 2008. The emergence of Denmark and the reign of Harald Bluetooth. In: S. Brink and N. Price eds., 2008. *The Viking World*. London: Routledge, pp.652-664.
- Roesdahl, E., 2011. Scandinavia in the Melting-pot, 950–1000. In: S. Sigurdsson, ed., 2011. *Viking Settlements & Viking Society*. Papers from the Proceedings of the Sixteenth Viking Congress. Reykjavik: University of Iceland Press, pp.347-374.
- Samsonowicz, H., 2009. *Das lange 10. Jahrhundert. Über die Entstehung Europas*. Klio in Polen, Volume 11. Osnabrück: fibre Verlag.
- Sarah, G., 2010. Charlemagne, Charles the Bald and the Karolus Monogram Coinage. A Multi-Disciplinary Study. *The Numismatic Chronicle*, 170, pp.227-286.
- Sarah, G., 2014. L'avènement de l'argent. Activité minière, frappe monétaire et commerce dans les mondes franc et islamique du haut Moyen Age. In: *Du monde franc aux califats omeyyade et abbaside : extraction et produits des mines d'argent de Melle et de Jabali*. Begleitband zur Ausstellung „Silberpfade zwischen Orient und Okzident“ im Deutschen Bergbau-Museum Bochum, 28.2.2014–28.9.2014. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum, pp.183-191.
- Sarah, G., Bompaire, M., McCormick, M., Rovelli, A. and Guerrot, C., 2008. Analyses élémentaires de monnaies de Charlemagne et Louis le Pieux du Cabinet des médailles: l'Italie carolingienne et Venise. *Revue Numismatique*, 164, pp.355-406.
- Sarah, G., Gratuze, B., Bompaire, M. and Barrandon, J.-N., 2009. A new approach for the investigation of ancient silver coins: depth profile analysis by laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry (LA-ICP-MS). In: P. T. Craddock, A. Giunlia-Mair and A. Hauptmann eds., 2007. *Proceedings of the 2nd International Conference in Archaeometallurgy in Europe, 17th-21st June, 2007, Aquileia. Selected papers*. Milano: Associazione Italiana di Metallurgia, pp.477-486.
- Sawyer, B. and Sawyer, P., 2002. *Die Welt der Wikinger*. Die Deutschen und das europäische Mittelalter, Volume 1. Berlin: Siedler.
- Sawyer, P., 2013. *The wealth of Anglo-Saxon England*. Oxford: Oxford University.
- Schietzel, K., 2014. *Spurensuche Haithabu. Dokumentation und Chronik 1963–2013*. Neumünster, Hamburg: Wachholtz Verlag-Murmann Publishers.
- Schnepf, E., 2016. Archäomagnetische Datierung von Befunden am „Kleinen Schmidtskopf“ bei Elbingerode, Lkr. Harz. *Jahresschrift für Mitteldeutsche Vorgeschichte*, 95, pp.243-250.
- Sicherl, B., 2011. Dortmund – ein Zentrum herrschaftlicher Buntmetallproduktion. In: G. K. Stasch and F. Verse eds., 2011. *König Konrad I. – Herrschaft und Alltag*. Begleitband zur Ausstellung „911 – Königswahl zwischen Karolingern und Ottonen“. Fulda: Imhof, pp.197-210.
- Sindbæk, S. M., 2001. An Object of Exchange. Brass-bars and the Routinization of Viking-Age Long-Distance Exchange in the Baltic Area. *Offa*, 58, pp.49-60.
- Sindbæk, S. M., 2007. Networks and nodal points: the emergence of towns in early Viking Age Scandinavia. *Antiquity* 81, pp.119-132.
- Sindbæk, S. M., 2009. Routes and long-distance traffic – the nodal points of Wulfstan's voyage. In: A. Englert and A. Trakadas eds., 2009. *Wulfstan's Voyage. The Baltic Sea region in the early Viking-Age as seen from shipboard*. Maritime Culture of the North, Volume 2. Roskilde: The Viking Ship Museum, pp.72-78.
- Sindbæk, S. M., 2012. Viking Disruptions or Growing Integration? Contextualising Communication Networks in the 10th Century North Sea. In: S. Kleingärtner and G. Zeilinger eds., 2012. *Raubbildung durch Netzwerke? Der Ostseeraum zwischen Wikingerzeit und Spätmittelalter aus archäologischer und geschichtswissenschaftlicher Perspektive*. Zeitschrift für Archäologie des Mittelalters Beiheft, Volume 23. Bonn: Dr. Rudolf Habelt GmbH, pp.19-38.
- Skre, D., 2008. Post-substantivist Towns and Trade. In: D. Skre, ed., 2008. *Means of Exchange. Dealing with Silver in the Viking Age*. Kaupang Excavation Project Publication Series 2 = Norske Oldfunn XXIII. Aarhus: Aarhus University Press, pp.327-341.
- Skre, D., 2011. Commodity Money, Silver and Coinage in Viking-Age Scandinavia. In: J. Graham-Campbell, S. M. Sindbæk and G. Williams eds., 2011. *Silver Economies, Monetisation and Society in Scandinavia, AD 800–1100*. Aarhus: Aarhus University Press, pp.67-91.
- Söderberg, A., 2011. Eyvind Skáldaspillir's silver – refining and standards in pre-monetary economies in the light of finds from Sigtuna and Gotland. *Situne Dei*, pp.5-34.
- Stenvik, L. F., 2003. Iron Production in Scandinavian Archaeology. *Norwegian Archaeological Review* 36, Issue 2, pp.119-133.
- Stenvik, L. F., 2012. Kopperåa – nytt om kopperverket. *Spor* 27, Issue 2, pp.31-33.
- Steuer, H., 2004. Münzprägung, Silberströme und Bergbau um das Jahr 1000 in Europa – wirtschaftlicher Aufbruch und technische innovation. In: A. Hubel and B. Schneidmüller eds., 2004. *Aufbruch ins zweite Jahrtausend. Innovation und Kontinuität in der Mitte des Mittelalters*. Mittelalter-Forschungen, Volume 16. Ostfildern: Thorbecke, pp.117-149.
- Steuer, H., 2014. Mittelasien und der wikingerzeitliche Norden. In: K. P. Hofmann, H. Kamp and M. Wemhoff eds., 2014. *Die Wikinger und das Fränkische Reich. Identitäten zwischen Konfrontation und Annäherung*. MittelalterStudien, Volume 29. Paderborn: Wilhelm Fink, pp.217-238.
- Steuer, H., Stern, W. B. and Goldenberg, G., 2002. Der Wechsel von der Münzgold- zur Gewichtsgeldwirtschaft in Haithabu um 900 und die Herkunft des Münzsilbers im 9. und 10. Jahrhundert. In: K. Brandt, M. Müller-Wille and Chr. Radtke eds., 2002. *Haithabu und die frühe Stadtentwicklung im nördlichen Europa*. Schriften des Archäologischen Landesmuseums, Volume 8. Neumünster: Wachholtz, pp.133-167.
- Stieldorf, A., 2012. *Marken und Markgrafen. Studien zur Grenz-sicherung durch die fränkisch-deutschen Herrscher*. Monumenta Germaniae Historica Schriften, Volume 64. Hannover: Hahn.
- Suhling, L., 1996. Verhüttung silberhaltiger Kupfererze. In: U. Lindgren, ed., 1996. *Europäische Technik im Mittelalter: 800 bis 1200 – Tradition und Innovation. Ein Handbuch*. Berlin: Gebr. Mann, pp.269-276.
- Tummuscheit, A., 2012. Das Tor im Danewerk bei Rothenkrug – Ausgrabungen 2010 und 2011. *Gesellschaft für Schleswig-Holsteinische Geschichte, Mitteilungen* 83, pp.3-15.
- Waßenhoven, D., 2006. *Skandinavien unterwegs in Europa (1000–1250). Untersuchungen zu Mobilität und Kulturtransfer auf prosopographischer Grundlage*. Europa im Mittelalter, Volume 8. Berlin: Akademie Verlag.
- Westphalen, P., 1989. *Die Eisenschlacken von Haithabu*. Berichte über die Ausgrabungen in Haithabu, Volume 26. Neumünster: Wachholtz.

- Wiechmann, R., 2007. Haithabu und sein Hinterland – ein lokaler numismatischer Raum? Münzen und Münzfunde aus Haithabu (bis zum Jahr 2002). In: K. Schietzel, ed., 2007. *Das archäologische Fundmaterial VIII*. Berichte über die Ausgrabungen in Haithabu, Volume 36. Neumünster: Wachholtz, pp.182-278.
- Williams, D., 1997. *Late saxon stirrup-strap mounts. A classification and catalogue. A contribution to the study of Late Saxon ornamental metalwork*. CBA Research Report, Volume 111. York: Council for British Archaeology.
- Williams, G., 2011. Silver Economies, Monetisation and Society: An Overview. In: J. Graham-Campbell, S. M. Sindbæk and G. Williams eds., 2011. *Silver Economies, Monetisation and Society in Scandinavia, AD 800–1100*. Aarhus: Aarhus University Press, pp.337-372.
- Willroth, K. H., 1986. Landwege auf der cimbrischen Halbinsel aus der Sicht der Archäologie. *Siedlungsforschung. Archäologie – Geschichte – Geographie* 4, pp.9-44.
- Witthöft, H., 2000. Die Rolle der Metalle in der Geschichte des frühen und hohen Mittelalters. In: Chr. Segers-Glocke, ed., 2000. Auf den Spuren einer frühen Industrielandschaft. Naturraum – Mensch – Umwelt im Harz. *Arbeitshefte zur Denkmalpflege Niedersachsen*, Volume 21. Hameln: Niemeyer, pp.121-128.

Stephen Merkel

Between the Bronze Age and the Middle Ages: New Investigations of Slag from Panjhir, Afghanistan

ABSTRACT: *Fourteen slag samples from Panjhir were sectioned and mounted for optical and scanning electron microscopy. The microscopy of the slag samples is mostly consistent with previously analyzed polymetallic copper-lead-silver slag samples from Panjhir (Merkel, et al., 2015; Thomalsky, et al., 2015), but two slags are notably different. In one slag sample, a concentration of silver prills was identified and can be found in a highly oxidized region of the slag. These prills are interpreted originating from near a tuyère where blast of oxygen could have oxidized the argentiferous lead leaving the silver behind in form of metallic prills. The second unusual slag adheres to technical ceramic, possibly a crucible or furnace fragment, and is unique among the slags from Panjhir, entirely lacking lead, silver, and sulfur. Instead, copper-arsenic alloy prills were found. The copper-arsenic prills have an average arsenic content of 6 % which is a common alloy in the Bronze Age and may be an indication of prehistoric metal production at Panjhir. Additionally, three samples of argentiferous lead were taken from the slag for analysis. One argentiferous lead sample was cupelled to recover the silver, and the silver and lead samples were analyzed by inductively-coupled-plasma mass spectrometry. The argentiferous lead contains 2900 to 5400 ppm silver with larger quantities of bismuth and antimony. The cupelled silver contains bismuth above one percent and a gold content in the ppm range paralleling the composition of Islamic dirhams from the Panjhir region.*

KEYWORDS: POLYMETALLIC SMELTING, DIRHAMS, ARSENICAL BRONZE, CUPELLATION, BISMUTH, ARCHAEO-METALLURGY, LEAD ISOTOPE ANALYSIS.

Introduction

The silver mines of Panjhir are renowned for their unsurpassed productivity by Islamic writers of the 10th century AD (Ibn Hauqal and al-Hamdani), however, there are many unanswered questions about the role Panjhir played in the economy of not just the medieval period; its role in the pre-Islamic period is altogether unknown. The massive expansion of silver production in Central Asia and Afghanistan that occurred at the end of the 9th century AD has left its impact on the northern European landscape. Dirhams from the regions of Afghanistan and Transoxania, today Uzbekistan, are commonly found in 10th century hoards and settlements in Scandinavia, and the Viking-age emporium of Hedeby in northern Germany has numerous examples. Among the silver finds from Hedeby, coins struck at the mints of Samarqand, Al-Shash, Balkh, Andaraba, and even an example from Panjhir have been uncovered. The elemental and lead isotope analysis of such coins can give insight into the inner workings of the mining industries at the origin of the large-scale exodus of silver from Central Asia, but, from the European standpoint, it helps understand the recycling practices, and the dissemination of Asian silver and

the chronology of its import. An exploratory study was carried out on the silver finds from Hedeby with these goals (Merkel, 2014). The analysis of dirhams from mining regions can serve as a proxy for the lack ore and slag available from the mines and production sites themselves, though, this may also give rise to erroneous conclusions, as will be explained.

Although mining region of Panjhir is celebrated by medieval authors like Ibn Hauqal (10th century AD, p.233) for its immense output of silver, there are a number of instances where the archaeological evidence points to the contrary. Firstly, when relating the quantities of dirhams minted in Central Asia and Afghanistan, the mints of Transoxania, particularly those of Al-Shash, they dwarf the minor amounts of dirhams minted in Balkh and Andaraba that are closer to the mines of Panjhir (Kovalev, 2002, p.3; Kovalev, 2003, p.58; Noonan and Kovalev, 2002, p.169) (Fig. 1). Based on the analysis of Samanid dirhams and slag from the Ilak region, Al-Shash, the most productive Samanid mint, seems to be supplied with silver from the Ilak region of Uzbekistan and is distinct from the coins of northern Afghanistan (Merkel, 2014). One could ask where the silver of Panjhir went, if it was not to be minted into coins.

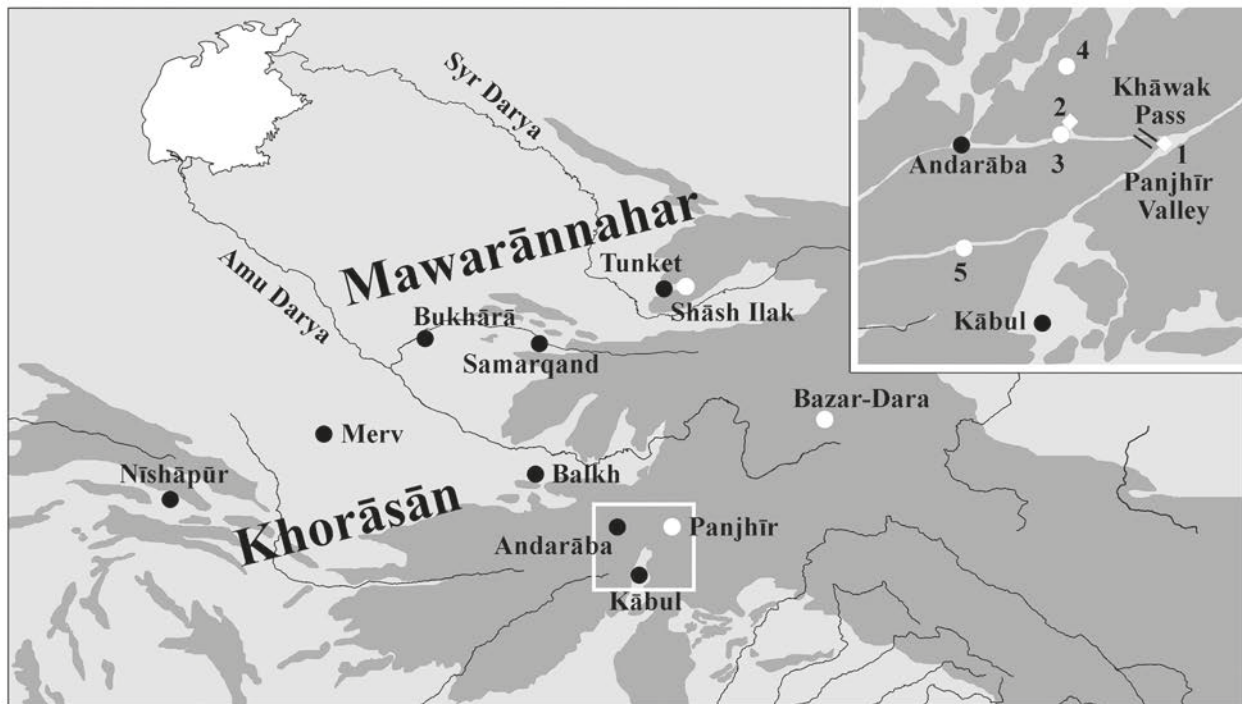


Fig. 1. Map of Central Asia and Afghanistan showing a selection of settlements (black) and mining regions (white). Detail of the Andarāba/Panjhīr region and polymetallic and lead-zinc ore deposits: 1 Chukri-Naw Fe-Ag (Polymetallic), 2 Unnamed F-Ag (Polymetallic), 3-4 Unnamed (Pb-Zn), 5 Farinjal (Pb-Zn). According to Merkel, et al. (2015, p.231).

A second important example are the contradicting lead isotope ratios of the polymetallic copper-lead-silver slag from the Panjhir Valley and the dirhams from northern Afghanistan (Merkel, et al., 2015). The slag was found where the valley leading to the Khawak pass meets the Panjhir river valley, and this location goes well with the 10th century AD description of Ibn Hauqal, who writes that the town of Panjhir is on the river with the same name and four days journey from Andaraba (10th century AD, pp.225, 231), which would require crossing the Khawak pass.¹ The polymetallic slag found at Panjhir is highly radiogenic, meaning they show a significant influence by the radioactive decay of uranium and thorium. The dirhams supposedly minted from Panjhir's silver do not share the same radiogenic isotope signature as the slag, yet, other elemental characteristics are consistent, chiefly the low gold content and the high bismuth content of the argentiferous lead. The difference in lead isotope ratios is not easy to explain, either other imported lead was used during refining or these copper-lead-silver slags from Panjhir have no relationship to the Samanid-era dirham production of northern Afghanistan.

The third archaeological problem is the dating of silver production debris from the Panjhir Valley. The slag was not found in archaeological contexts but was deposited by erosion. Charcoal samples were found along with the slag providing two radiocarbon dates suggesting a Bronze Age exploitation (Thomalsky, et al., 2015). More recently, Julio Bendezu-Sarmiento, from the French National Centre of Scientific Research, visited the slag deposits at Panjhir and noted a high concentration of

Kushan period ceramics (2nd c. BC to 3rd c. AD) as well as Islamic period ceramics, and no ceramics datable to the Bronze Age were found (J. Bendezu-Sarmiento, pers. comm. 1.12.2015). Although ceramic evidence seems to exclude a Bronze Age phase and the charcoal samples associated with the slag may have been impacted by contamination, properly conducted archaeological surveys have not been carried out and therefore, our knowledge of the archaeology is extremely limited. A multiphase exploitation of the mineralizations at Panjhir is certainly plausible; a number of examples exist from western Asia with both Bronze Age and Islamic period

DAI Sample	Material
Pa-15-12	Slag, Pb, and Ag
Pa-15-26	Slag and Pb
Pa-15-22	Slag and Pb
Pa-15-10	Slag
Pa-15-6	Slag
Pa-15-24	Slag
Pa-15-27	Slag
Pa-15-14	Slag
Pa-15-21	Slag
Pa-15-30	Slag and Ceramic
Pa-15-25	Slag
Pa-15-19	Slag
Pa-15-17	Slag
Pa-15-31	Slag

Tab. 1. List of slag samples from Panjhir analyzed in 2015.

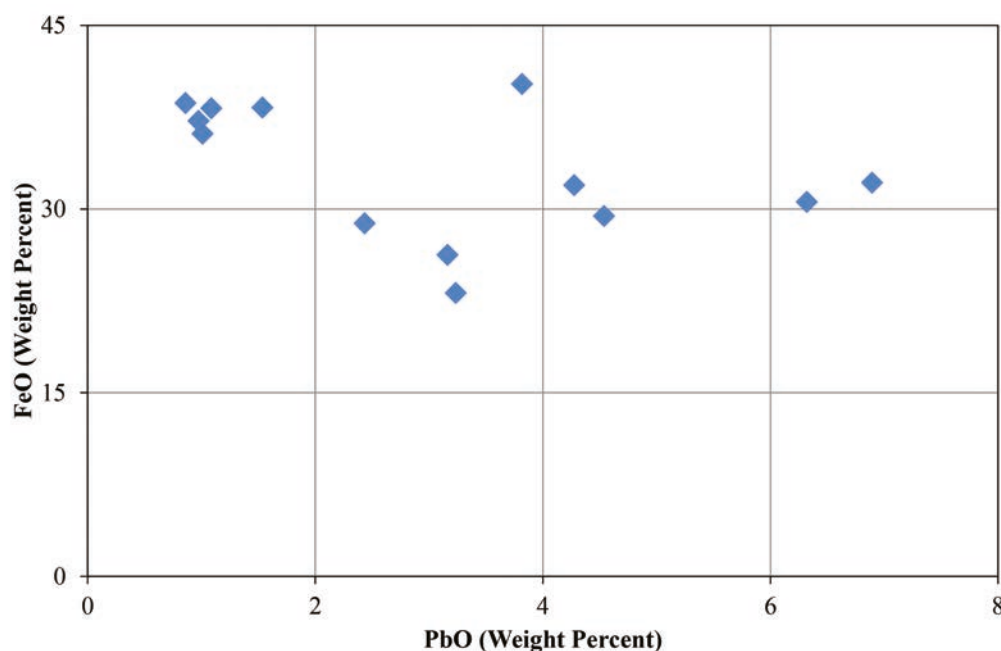


Fig. 2. The correlation between iron oxide and lead oxide in the semi-quantitative bulk slag compositions is weak (SEM-EDS). There is a small cluster of slags with FeO around 37 % and PbO at 1 %.

remains of copper exploitation at the same site (Hauptmann, 1985, pp.34-36; Hauptmann, 2007; Pigott, 1999, p.78; Stöllner and Weisgerber, 2004; Weisgerber, 1987).

In this conflicted setting, the analysis of the Panjhir slag samples remains an important task in characterizing the technical processes carried out and to understand their role in the developing archaeological picture. To augment the studies already undertaken in 2014 (Merkel, et al., 2015; Thomalsky, et al., 2015), fourteen slag samples collected from the Panjhir Valley were selected for microscopy, and three of them contained substantial amounts of metallic lead that could be analyzed with quantitative means, and one argentiferous lead sample was cupelled to recover the silver (Tab. 1). The main goals of this study are to explore the production technology, to identify technical differences that might be chronologically related, and to better characterize the richness of the ore used and the silver that would have been produced.

Methods

Several methods of analysis were used to study the slag, technical ceramic, lead, and silver from Panjhir. Ten mounted slag samples were prepared by setting the slag in epoxy resin and polishing it to the micron level. In addition, eight polished thin-sections were prepared for use under the optical microscope (Zeiss Galaxy Axiophot). Reflected and transmitted light microscopy were both used with a range of 2.5 to 40 times magnification. To

complement optical microscopy, minerals and phases present and their morphology were analyzed by scanning electron microscopy with energy dispersive spectroscopy (SEM-EDS). For this a Zeiss Gemini SEM combined with a Thermo UltraDry Silicon Drift X-ray Detector was used with a working distance of 10 mm and an energy of 20 kV. Samples were non-conductive so the SEM chamber was set to low vacuum (ca. 30 – 50 Pascal) containing nitrogen gas. The quantification of the elemental spectra was performed using the Nora System Seven software fitted standard calibration and values obtained should be viewed as semi-quantitative.

Quantitative analysis of lead and silver samples was attained by single-collector inductively-coupled-plasma mass spectrometry (SC-ICP-MS) using a Thermo Scientific ELEMENT XR ICP-MS at the Deutsches Bergbau Museum Bochum. Three argentiferous prills from three different slags were extracted for quantitative analysis. Each prill weighed several grams, but the largest prill, weighing more than 12 g, was sufficient to perform the cupellation process to extract the silver (Section 3. 2). The lead and silver was dissolved in nitric acid (5 ml: 3 ml, H₂O: HNO₃) and diluted with ultra-pure water to create a 1000 ppm solution. For the cupelled silver sample, the sample was divided into two parts and a separate solution was prepared to dissolve the gold by first dissolving the silver in nitric acid and, secondly, by adding hydrochloric acid to form aqua regia. For the calibration of lead, the PG1-PG6 (Institute of Non-Ferrous Metals standards) were used and for silver the RAGP6 (Rand Refinery Ltd., MBH Reference Materials).

Type	Name	Formula	
Metallic	Antimony	Sb	
	Arsenic	As	
	Bismuth	Bi	
	Copper	Cu	
	Gold	Au	
	Lead	Pb	
	Silver	Ag	
	Speiss	Cu-Sb or Cu-Fe-As	
	Sulfide	Bornite	Cu ₅ FeS ₄
		Chalcocite	Cu ₂ S
Chalcopyrite		CuFeS ₂	
Galena		PbS	
Pyrite		FeS ₂	
Pyrrhotite		Fe(1-x)S	
Sphalerite		(Zn,Fe)S	
Oxide	Cuprite	Cu ₂ O	
	Delafossite	CuFeO ₂	
	Magnetite	Fe ₃ O ₄	
	Wüstite	FeO	
Phosphate	Apatite	Ca ₅ (PO ₄) ₃ (F,Cl,OH)	
Silicate	Clinopyroxene	(Ca, Na, Fe, Mg)(Al, Fe, Mg)(Si, Al) ₂ O ₆	
	Hedenbergite	CaFeSi ₂ O ₆	
	Fayalite	Fe ₂ SiO ₄	
	Leucite	K[AlSi ₂ O ₆]	
	Muscovite	KAl ₂ (AlSi ₃ O ₁₀)(F,OH) ₂	
	Orthoclase	KAlSi ₃ O ₈	
	Plagioclase	CaAl ₂ Si ₂ O ₈	
	Quartz	SiO ₂	
	Tridymite	SiO ₂	

Tab. 2. List of minerals and phases mentioned in the text.

Results

The results are split into two parts, one focussing on the microscopy of the mounted samples and thin sections and the second on the mass spectrometry of the argentiferous lead and the cupellation results.

Microscopy of the Slag and Argentiferous Lead

Polymetallic Smelting Slags – Copper-Lead-Silver

Macroscopically, the slag fragments are black to dark gray in color and have blue, green, and white incrustations. Their texture is heterogeneous, ranging from bubbly to dense, from coarse with rock fragments to smooth. Microscopically, all but one sample contain copper, lead, and silver-rich phases; one very special slag (Pa-15-30) has copper-arsenic alloy prills, is clearly unrelated to lead-silver production and will be discussed separately (section 3.1.3). The majority of samples shows

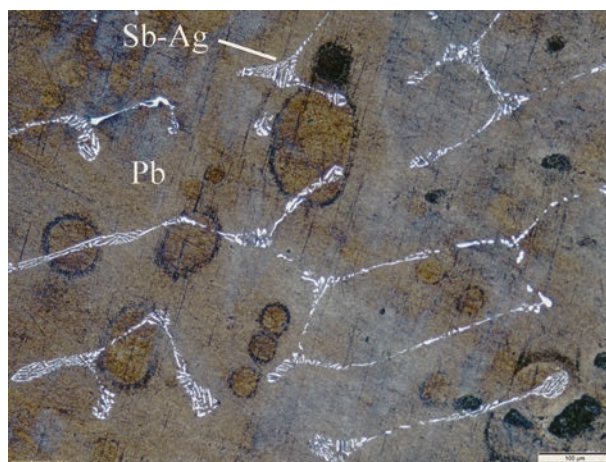


Fig. 3. Argentiferous lead showing the silver-antimony-lead eutectic in fill in slag sample Pa-15-27. Polarized light microscope image, scale bar is 100 μ m.

similar characteristics to previous slag samples analyzed from Panjhir (Merkel, et al., 2015), but there are some important differences, which will be outlined in this section.

The slags primarily contain phases like fayalite and calcium-iron bearing clinopyroxenes similar to hedenbergite (see Tab. 2 for list of phases and minerals). Potassium aluminosilicate phases similar to leucite in composition and spinels like magnetite are common. Euhedral magnetite phases can be present in the slag in large quantities either well dispersed throughout the slag or occasionally in form of large inclusions up to 7 mm in size with small (< 50 μ m) inclusions of copper and lead-bearing phases. The bulk slag compositions are presented in table 3. There is a weak inverse correlation between the iron oxide and lead oxide (Fig. 2) and there is an apparent cluster of compositions with ca. 37 weight percent iron oxide and ca. 1 percent lead oxide. Although they are elementally similar, they do not form a cohesive group microscopically; they all have dense non-porous textures with well distributed spinel and silicate slag phases, but the relative amounts of the different types of phases and inclusions vary. In many of the slags, partially reacted or unreacted silicates can be found; most common is quartz, but remains of potassium-rich feldspars are numerous.

All slags, with exception of the atypical Pa-15-30, contained prills of argentiferous lead, but all slags contain various copper phases. In the present samples the argentiferous lead prills can be as large as 15 mm and are almost always associated with copper sulfides and copper antimonides. Most lead prills are in the lead-antimony-silver-system, which was thermodynamically described by Lee, Oh, and Lee (1994). A segregation of metallic antimony and silver antimonide phases formed between the lead grains during cooling (Fig. 3). The argentiferous lead prills tend to contain more antimony than copper and silver (Fig. 4) and there does not seem to be a clear relationship among the three elements. The analysis of 64 lead prills (> 50 μ m) showed an average silver content of 1.7

	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	S	K ₂ O	CaO	MnO	FeO	Cu ₂ O	Sb ₂ O ₃	PbO
Pa-15-12	2.2	2.0	8.0	33.7	-	-	2.2	9.2	1.2	38.3	0.6	-	1.5
Pa-15-26	0.9	1.9	8.4	40.3	0.6	-	2.7	9.4	0.1	29.4	0.6	1.1	4.5
Pa-15-22	2.0	2.4	8.6	32.3	0.5	0.5	2.4	11.1	1.8	36.1	0.5	0.7	1.0
Pa-15-10	2.1	2.3	6.5	37.3	0.6	-	2.0	7.4	1.4	32.1	0.6	0.8	6.9
Pa-15-6	2.7	2.8	10.8	42.6	-	-	2.6	9.2	0.9	23.1	0.9	0.5	3.2
Pa-15-24	2.2	2.5	7.8	30.3	0.5	1.0	2.5	10.7	1.9	38.6	0.8	-	0.9
Pa-15-27	3.1	2.1	6.6	31.4	0.5	-	2.1	7.3	1.8	40.2	0.6	-	3.8
Pa-15-14	2.0	2.5	7.9	34.8	0.6	-	2.5	8.6	2.0	30.6	1.0	1.2	6.3
Pa-15-21	2.6	2.5	9.0	32.3	0.7	0.9	3.2	7.5	2.6	37.2	-	-	1.0
Pa-15-25	2.8	2.5	9.9	40.9	0.6	-	2.7	9.3	1.2	26.3	-	0.6	3.2
Pa-15-19	2.2	2.2	10.0	40.3	0.5	-	2.9	9.2	1.0	28.8	-	-	2.4
Pa-15-17	2.1	1.7	8.9	33.4	0.6	0.5	2.2	8.9	1.0	38.2	-	0.8	1.1
Pa-15-31	2.6	2.5	7.6	37.8	-	-	2.6	7.2	1.1	31.9	0.8	1.0	4.3

Tab. 3. Semi-quantitative bulk slag compositions determined by SEM-EDS area analysis. The analyses are averages of three or more 2 mm² areas of homogeneous slag matrix. Oxygen was calculated stoichiometrically and carbon was excluded. The “-” means not detected or the value was under 0.5%. Values are normalized to 100 % and given in weight percent.

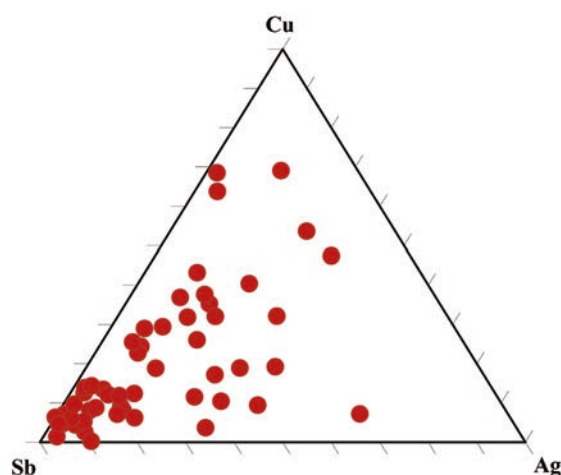


Fig. 4. Relative amounts of antimony, copper and silver in the argentiferous lead prills determined by SEM-EDS. The plotted points have combined total Sb-Ag-Cu contents above 5 wt. % and below 35%. Bismuth was excluded because it was difficult to measure, due to peak overlap with lead and other elements.

weight percent, however, the SEM-EDS has a tendency to overestimate the levels of silver, antimony and copper.²

The sulfide inclusions have a range of compositions. Slag sample Pa-15-19 has clusters of sulfides containing iron sulfides (pyrrhotite) and zinc sulfides, galena, and an eutectic/co-eutectic intergrowth of galena and copper-iron sulfide (Fig. 5a). Iron sulfides like pyrrhotite have not been identified in the other slags from Panjhir. The copper-iron sulfides in this sample are bright yellow under the optical microscope and appear to be chalcopyrite. There is little metallic lead in this slag; the lead tends to be present as sulfides. In contrast, the majority of slags from Panjhir has copper sulfides with less iron such as bornite or chalcocite. Slag Pa-15-22 has bornite-chalcocite phases forming an eutectic with galena and is associated with a prill containing lead and copper antimonide (Fig. 5b). The large argentiferous lead prills are all accompanied by a layer of copper sulfide matte of about 1 to 2 mm thickness.

A thin layer of speiss separates the matte and the lead. This speiss typically contains copper antimonides. Copper-iron arsenide speiss lathes are found together with copper antimonide in Slag Pa-15-24, but in general, arsenides are not commonly found in the copper-lead-silver slags from Panjhir.

Minor amounts of bismuth are difficult to be detected in the metallic inclusions by SEM-EDS because of a peak overlap with lead, which tends to be a major element. Only in rare cases, significant quantities of bismuth are present so that clear bismuth peaks can be detected. It has been noted previously that extremely silver-rich bismuth-bearing agglomerations have been found in slags from Panjhir (Merkel, et al., 2015, p.241-243), and in Slag Pa-15-24 one such inclusion was found (Fig. 5c-d). In the inclusions of this type, there is a phase separation between bismuth-poor and bismuth-rich lead together encased in layers of copper antimonides and copper-iron sulfide matte. Within this type of agglomeration, inclusions larger than 100 µm can be found containing mostly silver with minor amounts of antimony.

Silver Prills in Polymetallic Smelting Slag

Among the polymetallic copper-lead-silver slags, sample Pa-15-14 has unusual characteristics that have not been seen before, chiefly metallic silver inclusions of up to 0.5 mm in size. The slag can be divided into two regions, based on the redox conditions: a reduced region with fayalite and hedenbergite and argentiferous lead/copper sulfide inclusions similar to many of the slags previously discussed, but there is a region of the sample that is oxidizing with high amounts of metallic silver and copper oxide and lead oxide. In the oxidized region, phases like copper-iron oxides (delafossite) and magnetite are common and there are lesser quantities of hedenbergite, leucite, calcium-silicates similar to wollastonite and an unknown antimony oxide-rich phase containing

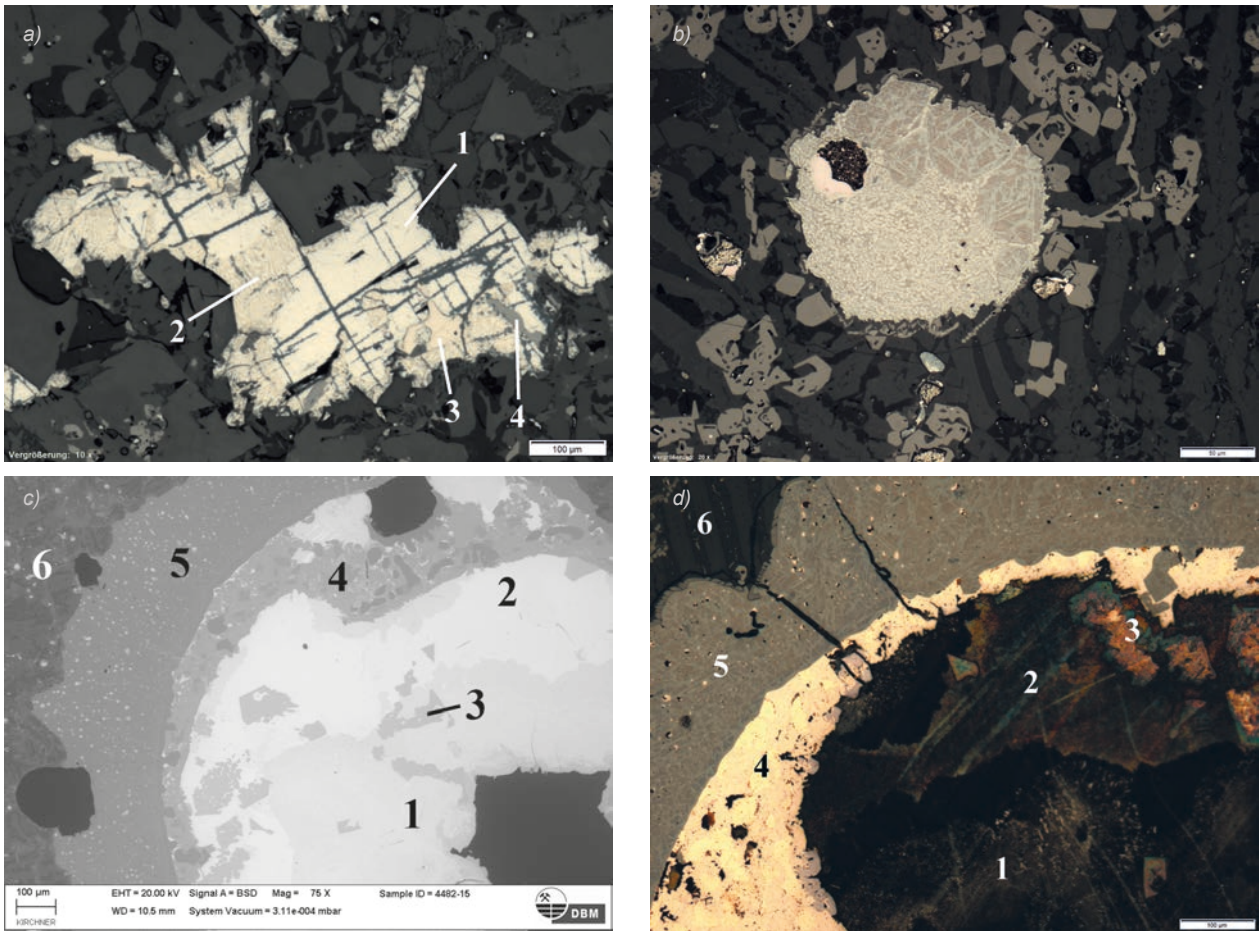


Fig. 5. a) Slag Pa-15-19 multiphase sulfide inclusion containing galena (1), an eutectic mixture of copper-iron sulfide and galena (2), pyrrhotite (3), and zinc sulfide (4). Polarized light microscope image, scale is 100 μm . b) Slag Pa-15-22 with multiphase sulfide/metal inclusion. The inclusion consists of bornite-chalcocite intergrowth together with an eutectic/co-eutectic intergrowth with galena surrounding a prill containing metallic lead (black) and copper antimonide (purple). Polarized light microscope, scale bar is 50 μm . c) Slag Pa-15-24 with multiphase sulfide/metal inclusion. Lead (1), bismuth-rich lead (2), silver with antimony (3), speiss with copper and antimony (4), copper-iron sulfide matte (5) and slag (6), SEM backscatter image, scale bar is 100 μm . d) The same inclusion under the polarized light microscope, scale bar is 100 μm .

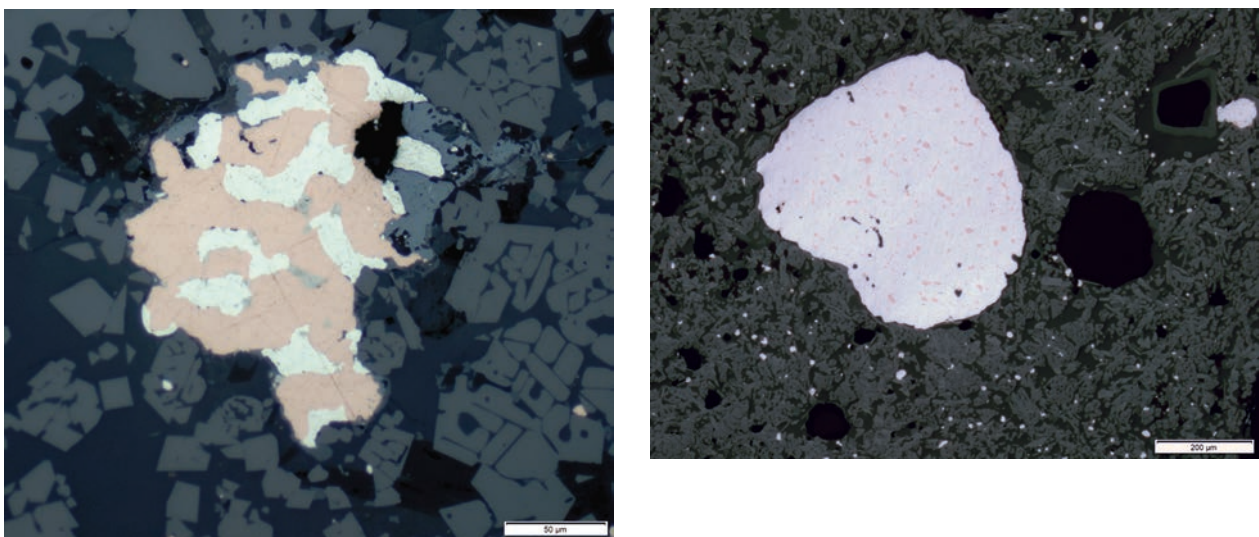


Fig. 6. a) Prill containing metallic copper and silver with cuprite in slag Pa-15-14. Polarized light microscope image, scale 50 μm . b). Large silver prill with small amounts of copper in slag Pa-15-14. Polarized light microscope image, scale 200 μm .

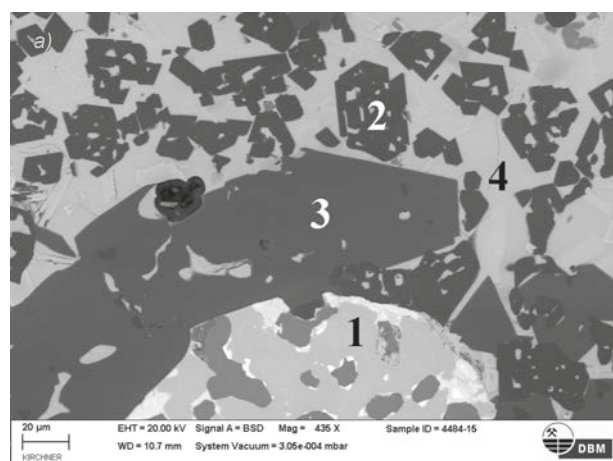


Fig. 7. Slag Pa-15-14, SEM-Backscatter image of silver prill (1), magnetite (2), delafossite (3) in lead oxide-rich slag (4). There are elementally dense phases present in the slag, containing the oxides of antimony, iron and lead. The silver prill contains bismuth (white) and cuprite inclusions (dark gray).

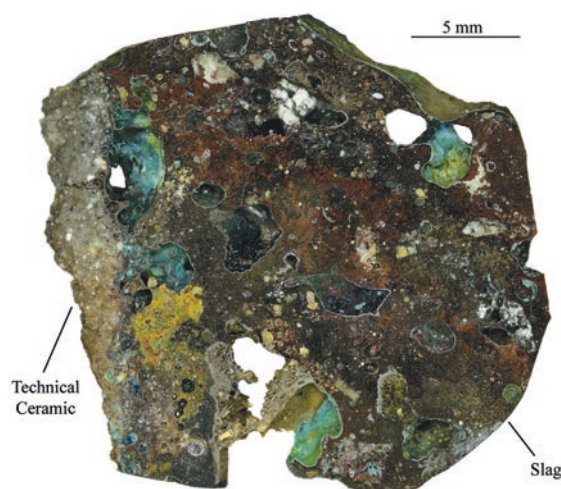


Fig. 8. Polished section of slag Pa-15-30 showing slag and adhering technical ceramic.

lead oxide and/or iron oxide. It is in this region of the slag where there are prills of metallic silver with varying quantities of metallic copper and cuprite (Fig. 6a-b). The general oxidizing conditions of the melt are confirmed by the presence of delafossite and the combination of metallic silver and cuprite and the entire lack of metallic lead and antimony (Fig. 7). The steep gradient from the normal reducing smelting slag to the oxidizing conditions described seems to indicate that this slag may have been close to a tuyère, which could have created localized highly oxidizing conditions. The conditions are so oxidizing in this part of the slag that the oxides of lead, antimony, and copper reacted with the surrounding slag leaving metallic silver or silver-copper prills with bismuth inclusions; bismuth is found in the silver in the percentage range.

Copper-Arsenic Smelting

On the macroscopic scale, slag Pa-15-30 is black with reddish undertones, has a coarse bubbly texture, and adheres to a ceramic material that is gray in color (Fig. 8). The slag was sawn and revealed numerous metallic prills ranging from coppery-red to pale whitish-yellow, and was clearly different from the typical copper-lead-silver slags from Panjhir. A polished thin-section and polished mounted sample were prepared for microscopy. The slag is mostly glassy, with partially reacted granitic rock fragments and small and finely distributed cuprite and spinel phases (magnetite) throughout, but there are magnetite inclusions that are up to 1 mm in size. There are regions of the slag that have small pleochroic brown-green clinopyroxene prisms up to 100 µm but most of them are smaller than 50 µm. Tridymite was detected by both optical and scanning electron microscopy and is infrequent. There are partially reacted quartz grains and relics of potassium-rich feldspars. The slag adheres to technical ceramic, either a crucible fragment or furnace lining and has got a coarse texture, with microscope inclusions of quartz, orthoclase, plagioclase, heat-altered muscovite, apatite, iron oxides and titanium oxides, and does not seem to be specifically selected because of its refractory characteristics. The largest inclusions are quartz grains and typically under 500 µm in size. The morphology within the technical ceramic indicates a lack of vitrification that would be expected of an externally heated crucible, and, therefore, it is more likely that the heat originated from the inside of the vessel or furnace. When comparing the bulk slag composition and the technical ceramic (Tab. 4), the slag has a higher silica to alumina ratio and has elevated iron oxide, and lime contents. The slag is a true smelting slag and is not simply melted ceramic.

The most striking feature of this slag are the copper-arsenic prills with lead contents close to or below the detection limit of the SEM-EDS. In strong contrast to the other slags from Panjhir, only copper-arsenic prills were found in the slag and no sulfides or lead-bearing compounds were identified. Arsenic has been found in the metallic prills ranging from 2 to 13 percent by weight. In the prills with higher arsenic contents, there are two phases that form (Fig. 9 a-b; compare Mehofer, 2014, p.467). The large prill in figure 9 b was analyzed by SEM-EDS and the two Cu-As phases (α , $\alpha+\gamma$) have ca. 5 and 17 weight percent arsenic respectively.³ Under the optical microscope, the α -phase appears silvery-yellow and the $\alpha+\gamma$ -phase is bluish-gray. Small micron-sized bismuth-rich phases can be found in the prills often occurring at the joint between the two Cu-As phases. The average compositions of 49 prills (> 30 µm) analyzed by SEM-EDS is 92 wt. % Cu, 5.8 wt. % As, 1.4 wt. % Sb, and 0.6 wt. % Bi. There is a clear linear relationship between the several of the Periodic Table group 5 elements (As, Sb, and Bi). Arsenic versus antimony are plotted in figure 10. The ratios based on the prill compositions are roughly 100 parts As to 24 parts Sb to 12 parts Bi. Elevated iron contents seem

	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	Fe ₂ O ₃	Cu ₂ O	ZnO	As ₂ O ₃	Sb ₂ O ₃
Bulk Slag	2.4	9.2	37.8	2.6	9.5	28.4	6.4	1.4	1.3	1.2
Glass	1.5	9.9	41.2	2.8	13.7	14.5	7.4	0.8	5.0	2.3
Ceramic	4.2	20.5	54.6	4.0	7.8	8.8	-	-	-	-

Tab. 4. Semi-quantitative bulk compositions of slag sample Pa-15-30 determined by SEM-EDS area analysis. The bulk slag and ceramic analyses are averages of five representative 2 mm² areas and the glass is an average of three 0.025 mm² areas without phases or minerals. Oxygen was calculated stoichiometrically and carbon was excluded. The “-” means not detected or the value was under 0.5%. Values are normalized to 100 % and given in weight percent. Lead oxide and sulfur were sought, but could not be detected.

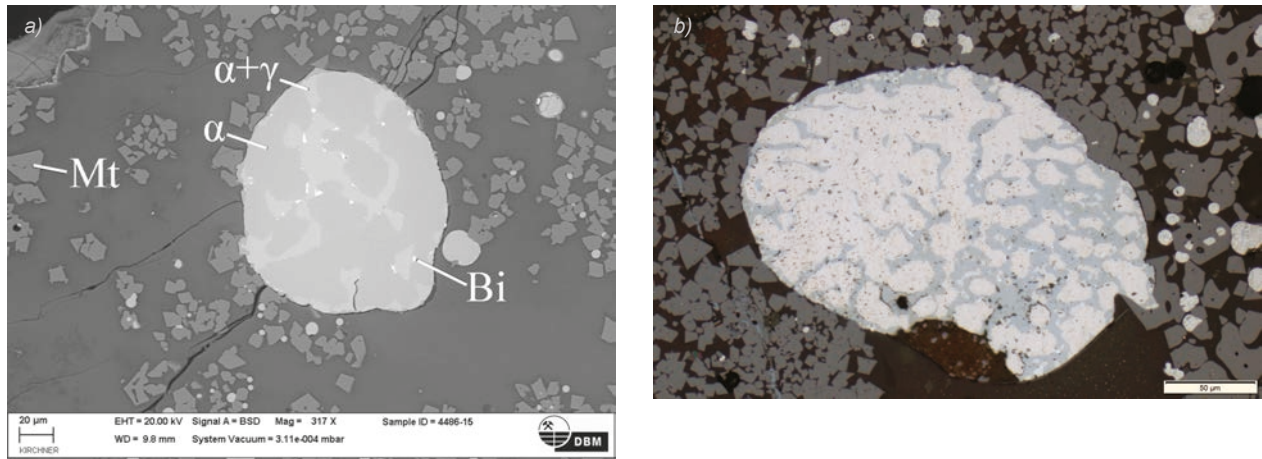


Fig. 9. a) Copper-arsenic alloy prill in slag Pa-15-30. The prill is composed of three phases: a bismuth-rich phase (Bi), two copper-arsenic phases, one with more than 10 % As ($\alpha+\gamma$) and one with less (α). The surrounding slag matrix contains spinel phases similar to magnetite (Mt). SEM backscatter image, scale is 20 μm . b) Prill in slag Pa-15-30 showing two copper-arsenic phases. The α -phase (light gray) has got ca. 5 % As and the $\alpha+\gamma$ -phase (blue-gray) has got ca. 17 % As. Polarized light microscope, scale 50 μm .

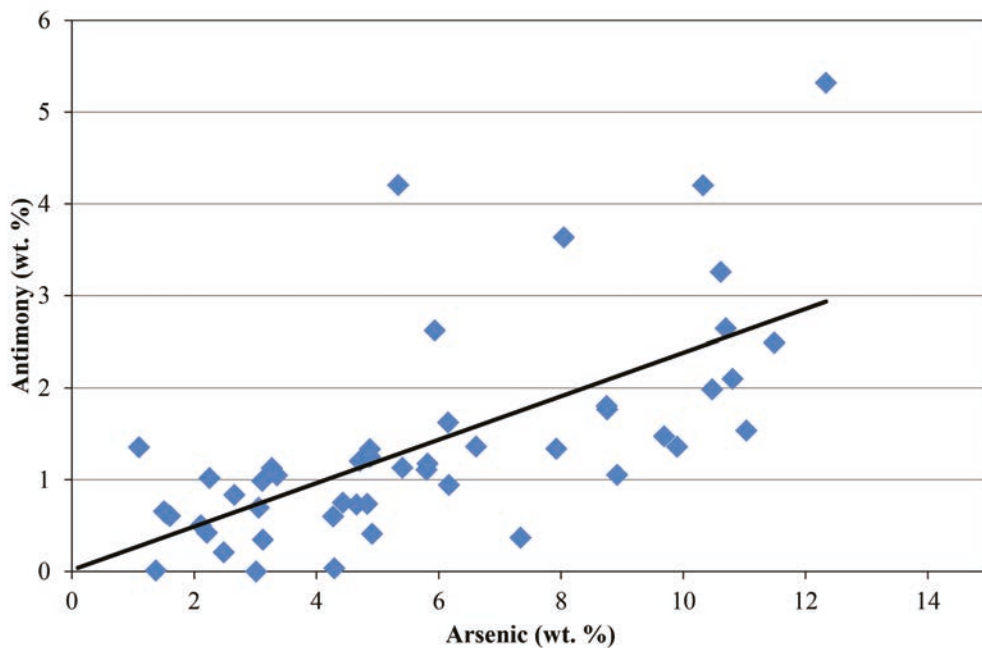


Fig. 10. In the SEM-EDS analyses of 49 metallic prills in slag Pa-15-30, a positive relationship can be observed between arsenic and antimony.

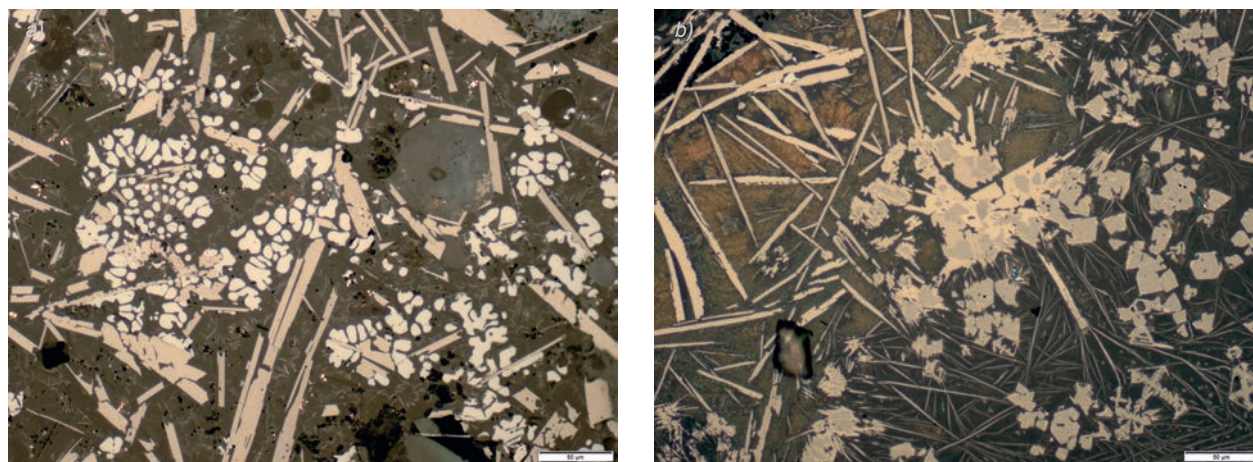


Fig. 11. a) Globular cuprite and needle-like crystals of delafossite in slag Pa-15-30. Polarized light microscope image, scale is 50 µm. b) Magnetite, delafossite and cuprite in slag Pa-15-30. Delafossite encases many of the magnetite phases. Polarized light microscope image, scale is 50 µm.

	Pa-15-12	Pa-15-26	Pa-15-22	Pa-14-S2d
Pb	95.1 (%)	94.5 (%)	95.4 (%)	96.2 (%)
Sb	18700	18400	20800	9500
Bi	9200	4100	25900	25900
Ag	2900	3000	5400	6000
P	5	5	5	10
S	250	270	890	25
Fe	80	110	25	150
Co	0.6	2.4	0.1	0.3
Ni	55	210	10	6
Cu	16700	15800	890	2800
Zn	10	10	10	40
As	1200	4400	690	45
Cd	3	3	3	n.m.
Sn	7	3	15	12
Te	5	8	10	12

Tab. 5. Quantitative mass spectrometry (SC-ICP-MS) of four argentiferous lead from Panjhir. Pa-14-S2d was previously published (Merkel, et al., 2015). The results are presented in parts per million (ppm) with exception of lead, which is weight percent.

to be related to the arsenic content of the prills, but due to possible contamination from surrounding slag matrix and adjacent magnetite or delafossite inclusions, it is difficult to quantify by SEM-EDS. The prills with the highest arsenic contents may have a maximum of 2 to 3 weight percent iron, which is an estimate based on surpluses of iron in relation to the typical alumina: silica: lime: iron oxide ratio of the surrounding slag matrix.

There seems to be a slight gradient of redox conditions based on the relative amounts of metallic copper, cuprite, and delafossite present. The least reducing conditions are near the ceramic-slag seam with high amounts of delafossite, cuprite, cuprite-encased copper prills, and lower arsenic contents in the copper (Fig. 11a-b) and the ratio of metallic copper to copper oxide properly increases in the slag, but cuprite dendrites can be found throughout

the slag. Interestingly, and in opposition to what is known about arsenical bronze production (Lechtman and Klein, 1999; Mehofer, 2014; Thornton, Rehren and Pigott, 2009), no sulfides or iron arsenides were detected.

Argentiferous Lead and Cupellation Experiment

Three slag samples had argentiferous lead prills, large enough to divide, one part to be analyzed by microscopy and the other one to be extracted and measured quantitatively by SC-ICP-MS. The microstructure of the argentiferous lead inclusions are similar with lead being the main phase with an antimony-silver-lead eutectic intergrowth and there are sporadic inclusions of copper antimonide speiss and copper-iron sulfides that failed to separate. The results of the quantitative analysis of the three new prills and one previously published analysis can be found in table 5. The analyses show that the average silver content of the argentiferous lead is between 0.29 and 0.6 percent with larger but variable amounts of antimony and bismuth.

Slag Pa-15-12 contained a particularly large lead inclusion (Fig. 12). A 7.34 g piece of an argentiferous lead prill from this slag was heated in a commercially available magnesite cupel to extract the silver. The experiment was carried out using an electric oven. The empty cupel was placed in a cold oven, which slowly warmed up to 900 °C. The argentiferous lead was placed in the pre-heated cupel and put back into the oven. The oven was heated to 950 °C; this temperature was then held stable. The oven door was periodically opened to check the progress of the cupellation. The cupel was removed from the oven immediately once no more traces of smoke could be seen and the metal became still and shiny, the so-called 'Silberblick', and cupellation was complete (Fig. 13). The resulting silver bead weighed 21.9 mg which relates to an original silver concentration in the argentiferous lead of 2980 ppm and is directly comparable to the 2900 ppm

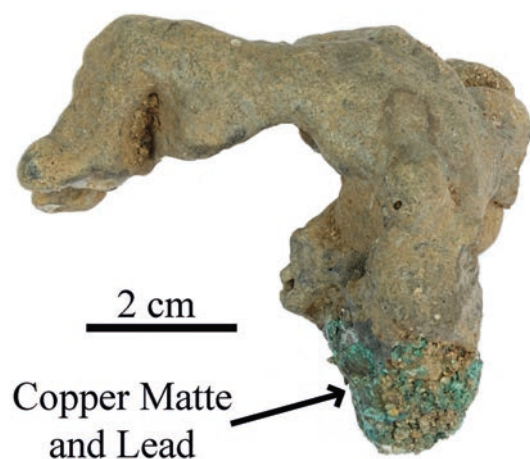


Fig. 12. Slag sample Pa-15-12. The greenish area is the corrosion of copper matte that surrounds a large piece of lead. The lead inclusion is more than 12 g of metal.

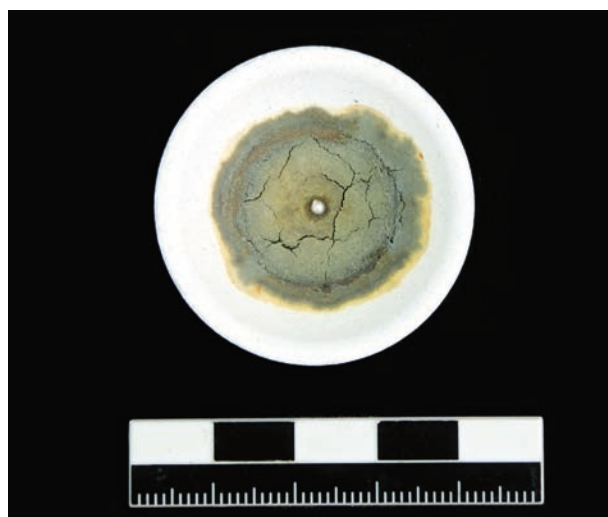


Fig. 13. Cupelled silver from the argentiferous lead of slag sample Pa-15-12.

	Ag	Sb	Bi	Cu	As	Au	Pb
Argentiferous Lead	0.29	1.87	0.92	1.67	0.12	n.m.	95.1
Cupelled Silver	98.3	0.09	1.27	0.12	0.003	6	0.20

Dirham. Panjhir*		98.7	<0.01	1.18	0.10	<0.001	3	0.36
Dirhams. Andaraba*	x5	98.0	<0.01	1.78	0.18	<0.001	38	1.56
Dirhams. Balkh*	x3	97.3	<0.01	1.91	0.80	<0.001	93	2.23
Dirhams. Al-Shash*	x15	97.6	<0.01	0.56	1.51	<0.001	747	0.59
Dirhams. Samarqand*	x13	97.3	<0.01	0.49	1.78	<0.001	758	0.60

Tab. 6. Comparison before and after cupellation of the argentiferous lead from Panjhir (Pa-15-12) and a dirham from Panjhir. The compositions of the argentiferous lead and cupelled silver were determined by SC-ICP-MS at the Deutsches Bergbau-Museum Bochum. All values are in weight percent except gold, which is in ppm. The "n.m." means not measured.

*The dirhams are from the last quarter of the 9th century to the middle of the 10th century AD and were analyzed with regard to their elemental composition by laser ablation ICP- Quadropole MS at the Leibniz Universität Hannover (Merkel, 2014).

silver measured in a piece of the same argentiferous lead by mass spectrometry. Comparing the cupelled silver to the original argentiferous lead (Tab. 6), the antimony, arsenic, copper, and lead contents were reduced to the trace element level, but about one percent bismuth remained in the silver; that corresponds well to previous studies of the behavior of elements during cupellation (Pernicka and Bachmann, 1983). In the cupellation process, the ratio of gold to silver remains unchanged; the gold content of the original lead was not measured, but the final silver contains 6 ppm gold.

Discussion

All but one slag analyzed in 2015 belong to a polymetallic smelting technology connected to silver production, but the one sample that seems not to be related to this process profoundly impacts the current understanding of metallurgy at Panjhir. The discussion will be divided into two parts: firstly the polymetallic smelting technology

and secondly the lead-poor slag with copper-arsenic alloy prills and its implications for the metallurgy at Panjhir.

Polymetallic Copper-Lead-Silver Production at Panjhir

The vast majority of slag samples analyzed in this study and in prior studies (Merkel, et al., 2015; Thomalsky, et al., 2015) indicate that a smelting technology was implemented to extract argentiferous lead and copper-sulfide matte. By the present study, some more details related to the process could be clarified, and the addition of new samples allows a reassessment of previously made interpretations.

Ore Type: The new analyses have shown that, in addition to the lead sulfides and copper-iron sulfides, zinc sulfides and iron sulfides can also be present in the slag. The pyrrhotite found in a small number of the mixed sulfide inclusions probably stems from the decomposition of

pyrite (FeS_2) and not as a relic from the original ore. The most common sulfides in all polymetallic slags are galena and copper sulfides ranging from bornite to chalcocite; chalcopyrite is present but not commonly found. No sulfides contained detectable amounts of silver, arsenic, antimony, or bismuth; these elements are found particularly concentrated in the metallic lead prills and associated intermetallic phases (speiss). This means that the original ore cannot be determined; it can be assumed that the ore contained fahlore minerals and silver sulfosalts which quickly decomposed upon smelting.

Smelting Technology: The smelting technology of these samples conforms to the previously analyzed slags; a discussion is outlined in Merkel, et al. (2015). Regarding the question of the smelting process, the analyzed slags do show a tendency that the clinopyroxene-rich slags have less or no iron-bearing copper sulfides and less lead sulfides than the fayalite-rich slags allowing a delineation of two groups based on the redox conditions and the iron content of the copper sulfides. However, this does not necessarily mean that they represent a two-stage smelting system. The fayalite slags may simply represent slightly more reducing conditions leading to better preservation of iron-bearing copper sulfides while the slags lacking fayalite are perhaps more oxidizing favoring the break-down of iron-bearing sulfides into their oxides. It has been shown with sample Pa-15-14 that the redox conditions can drastically change within a centimeter, and the heterogeneity of the larger slag pieces has yet to be assessed.

Products: The new samples and the cupellation experiment have provided a much better insight into the possible outcomes of the extractive metallurgical processes. The four large prills of argentiferous lead analyzed quantitatively indicate that silver contents around 4000 ppm are the norm. As silver is concentrated and collected by the lead, the raw ore, due to its polymetallic nature, would have had a lower concentration of silver. A galena sample from the Panjhir area was analyzed by pXRF; this analysis resulted in a value of 2500 ppm silver (Thomalsky et al., 2015, p.219) and is roughly analogous to the concentration of silver in the argentiferous lead from the smelting slags.

The next task is the comparison of the silver produced through cupellation and the Islamic period silver dirhams from mints in Northern Afghanistan and Transoxania. As it is shown in table 5, the single dirham analyzed that was struck at the mint of Panjhir is nearly identical to the cupelled silver from the slag in elemental composition. As one goes further to the north of Panjhir the gold and copper contents of the dirhams gradually increase. The average elemental compositions of the dirhams from the two major mints of Transoxania, Samarqand and Al-Shash, are nearly undistinguishable and seem to indicate that they may have a common source distinct from Panjhir. Interestingly, there seems to be a time dimension, too;

the dirhams from northern Afghanistan, Balkh for example, made before the last third of the 9th century AD, rarely share the characteristics of the silver from Panjhir and have significantly higher gold contents and lower bismuth contents (Ilisch, et al., 2003, pp.92-94; Merkel, 2014), and this possibly marks a shift in mining towards the end of the 9th century AD.

The dirhams from Samarqand and Al-Shash have differing lead isotope ratios, although a common source is suggested by the elemental compositions. The Shash-Illak is one of the most important mining regions in medieval Central Asia and probably supplied the mints of Transoxania with silver. As the lead isotope ratios of the Al-Shash dirhams are consistent with polymetallic copper-lead-silver smelting slags in the Shash-Illak region (Merkel, et al., 2013), the differing lead isotope ratios between Al-Shash and Samarqand may be related to the refining of silver at Samarqand with lead from another source, and this can be inferred because Samarqand had no major silver mines of its own. It can be established that the provenancing of silver in the Islamic period may be more complex than previously thought, and the lead isotope ratios do not necessarily provide information about the source of the silver, instead, one must consider all the occasions by which the silver could have been alloyed, either during recycling or during refining.

An explanation, albeit speculative, was put forth to justify the discrepancy between the lead isotope ratios of the dirhams and the slag in which imported lead may have been used during the final refining steps to purify the bismuth-bearing silver from Panjhir (Merkel, et al., 2015). The elemental composition of the cupelled silver closely mirrors the Panjhir dirham composition, creating a further link between dirham production and the polymetallic slag, but the reasons behind the inconsistency of the lead isotope ratios have yet to be answered to a satisfactory degree.

Copper-Arsenic Smelting and its Implications

The slag sample Pa-15-30 is unique among the samples investigated and raises a multitude of questions: At first, what is happening in the slag? This requires a closer look at the mineral and phase assemblage in the slag. The presence of cuprite throughout the slag and localized concentrations of delafossite indicates mildly reducing conditions and this is confirmed by a lack of fayalite and wüstite, which require the formation of FeO. The mild redox conditions of the slag account for the relatively high loss of copper as oxides in the slag, but also the oxides of arsenic and antimony (see Tab. 3). The slag mostly consists of glass with small clinopyroxene prisms and euhedral magnetite crystals. Besides, it contains fragments of granitic rock with residual and highly fractured quartz grains, and the feldspars were mostly melted and occasionally there are magnetite inclusions comparable in size to the granite fragments. The characteristics of the slag

indicate that it is truly a smelting slag that was produced under moderately reducing conditions.

This leads to the second question, whether the copper-arsenic alloy in the slag was intentionally produced. The Gales report on Bronze Age copper slags from the island of Kythnos (Aegean) containing copper prills with 0.2 to 6.6 percent arsenic, and argue that the alloy produced is accidental due to the smelting of mixed ores containing oxidized copper and arsenic minerals (Stos-Gale and Gale, 1988, pp.25-26). An important difference between the slags from Kythnos is that the slags found there are fayalitic and not comparable to the mild redox conditions seen in the present slag.

The copper-arsenic prills are not in accordance with the redox conditions of the surrounding silicate slag. The calculated Gibbs free energy formation for arsenic oxide (As_2O_3) for 1100 °C shows that the high level of reduction required to reduce arsenic to metal from its oxide⁴ is inconsistent with the mildly reducing conditions in the slag. This implies that the alloy could not have been formed without the original presence of sulfur or without at least some of the ingredients initially being in a highly reduced state. A direct reduction of oxide copper-arsenate ores can tentatively be ruled out. Possibilities of producing copper-arsenic alloys have been studied experimentally or through archaeometallurgical remains, and a slag containing copper with high arsenic contents could be a result of several processes:

1. That the arsenic alloyed with the copper originated as a sulfide, e.i. co-smelting with mixed As-containing oxide/sulfide ore (see Lechtman and Klein, 1999),
2. That the arsenic came from the alloying with iron-arsenic speiss, e.i. co-smelting with speiss (see Hauptmann, Rehren and Schmitt-Stecker, 2003; Thorton, Rehren and Pigott, 2009),
3. Or that a previously produced copper-arsenic alloy was refined under mildly reducing conditions to oxidize excess iron, thus oxidizing a portion of the copper and arsenic as well.

Due to the lack of sulfides and speiss phases in the slag, it is not possible to identify what kind of metallurgical process was carried out; for that a larger sample size is needed.

The question of the age of the slag is of interest though difficult to answer. Two charcoal samples associated with the Panjhir slags provided dates in the Bronze Age, but could this unusual slag fragment be a remnant of such an early metallurgical phase? Copper-arsenic alloys are the most common copper alloy used on the Iranian Plateau during the Bronze Age and only loses its importance at the beginning of the Iron Age when its position is replaced by tin bronze; less is known about the Bronze Age alloys in northern Afghanistan, though Pigott suggests that the tin deposits in Afghanistan may have been the earliest suppliers in southwest Asia (Pigott,

1999, p.81). Several characteristics of the slag from Panjhir are paralleled in the Early Bronze Age slag cakes from Shahr-i Sokhta in Iran (Hauptmann, Rehren and Schmitt-Stecker, 2003), namely the poorly reducing and inefficient smelting conditions and the presence of cuprite, magnetite and hedenbergite, but there are some important differences in the Shahr-i Sokhta slag like the presence of copper sulfides and the lack of arsenic. It is perhaps not productive to speculate further concerning the age of slag Pa-15-30, but what can be said is that it shows a complete departure from the typical polymetallic copper-lead-silver slags found at the site and that there is more than one metallurgical technology or tradition to be found at the Panjhir.

Conclusions

The new archaeometallurgical investigations of slag from Panjhir have widened the sample basis and broadened our knowledge of the metallurgical processes carried out, and they have allowed a reassessment of some of the previously made interpretations concerning the polymetallic copper-lead-silver smelting. The discovery of copper-arsenic-related extractive technology changes the prior perceptions of the metallurgy at the site, and although the age of these remains are unknown, just the possibility that this unusual slag with adhering technical ceramic may be of old age warrants further archaeological investigations.

Concerning the silver production at Panjhir, the additional quantitative analyses of lead recovered from the slag has shown that the silver content of the smelted argentiferous lead is nearly half a percent, and not richer, and that bismuth contents are significantly higher. The sulfide inclusions in the slag point to the smelting of a mixture of sulfidic ore minerals, but the form the silver, antimony, and bismuth originally took could not be determined. It can be concluded from the comparison between the quantitative analysis and SEM-EDS of the same argentiferous lead samples that the SEM-EDS systematically overestimates the silver content by a factor of up to four, in part, due to the relief created by polishing and therefore has repercussions on the use of microscopy in determining silver contents. The cupellation of argentiferous lead has produced a silver alloy that is directly comparable to the elemental composition of a dirham minted at Panjhir in the late 9th century AD, a composition that seems to be characteristic of numerous examples of dirhams from Andaraba and Panjhir (Ilisch, et al., 2003); however, the discrepancy between the lead isotope ratios of the slags from Panjhir and the silver dirhams of northern Afghanistan remains difficult to resolve.

Acknowledgements

I would like to thank Judith Thomalsky, Daniel Steinger, and Nick Boroffka from the Deutsches Archäolo-

gisches Institut (DAI) Eurasien-Abteilung for supplying the samples and providing financial support. I would also like to thank Lothar Schwarzkopf and Bernd Bräutigam for their role in collecting the slag samples. Lutz Ilisch of the University of Tübingen identified many of the dirhams discussed in this study and his work is gratefully acknowledged. At the Deutsches Bergbau-Museum Bochum, I would like to recognize Michael Bode for his analytical work as well as Andreas Ludwig, Sandra Morszeck, and Regina Kutz for sample preparation. Lastly, I would like to thank Andreas Hauptmann whose comments have improved the quality of this paper.

Notes

- 1 The shortest overland route from Andaraba to the Panjhir River is approximately 80 km and crosses the Khawak pass. If one reckons 20 km a day, then it would take four days to get from Andaraba to the Panjhir Valley.
- 2 The comparison of the mass spectrometry (see section 3.2) and SEM-EDS results of the same prills indicates that the SEM-EDS results for silver are about four times higher than it is actually present in the lead. One possible reason for this may be the relief caused by polishing; since the lead is softer than the antimonide inclusions, the lead is selectively abraded increasing the surface area of the harder phases exposed.
- 3 For phase diagram of the Cu-As system and description see Scott (2012, pp.112-116).
- 4 Calculated to be -349.6 kilojoules/mole O₂ based on the coefficients for arsenic oxide gas/arsenic gas and the free energy equation provided by Weast and Astle (1981, p.D-45).

Bibliography

- Hauptmann, A., 1985. *5000 Years of Copper in Oman. Die Entwicklung der Kupfermetallurgie vom 3. Jahrtausend bis zur Neuzeit*. Der Anschnitt, Beiheft, 4. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum. pp.1-137.
- Hauptmann, A., 2007. *The Early Metallurgy of Copper: Evidence from Faynan, Jordan. Natural Science in Archaeology*. Heidelberg: Springer.
- Hauptmann, A., Rehren, T., and Schmitt-Stecker, S., 2003. Early Bronze Age copper metallurgy at Shahr-I Sokhta (Iran), reconsidered. In: T. Stöllner, G. Körlin, G. Steffens, J. Cierny, eds. 2003. *Man and Mining: Mensch und Bergbau. Studies in Honour of Gerd Weisgerber on the Occasion of his 65th Birthday*, Der Anschnitt, Beiheft, 16. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum. pp.197-213.
- Ibn Hauqal, 10th century AD. *The Oriental Geography of Ebn Haukal, Arabian Traveller of the Tenth Century*. Translated by Sir W. Ouseley, 1800. London: Wilson & Co.
- Ilisch, L., Lorenz, S., Stern, W. B., and Steuer, H., 2003. *Dirham und Rappenpfennig. Mittelalterliche Münzprägung in Bergbauregionen*. Bonn: Habelt.
- Kovalev, R.K., 2002. Dirham Mint Output of Samanid Samarqand and its Connection to the Beginnings of Trade with Northern Europe (10th century). *Histoire & Mesure*, XVII, 2002(3/4), pp.2-16.
- Kovalev, R.K., 2003. The Mint of al-Shash: The Vehicle for the Origins and Continuation of Trade Relations between Viking-Age Northern Europe and Sāmānid Central Asia. *Archivum Eurasiae Medii Aevi*, 12 (2002-2003), pp.47-79.
- Lechtman, H., and Klein, S., 1999. The Production of Copper-Arsenic Alloys (Arsenic Bronze) by Cosmelting: Modern Experiment, Ancient Practice. *Journal of Archaeological Science*, 26, pp.497-526.
- Lee, B.-Z., Oh, C.-S., and Lee, D. N., 1994. A Thermodynamic Evaluation of the Ag-Pb-Sb System. *Journal of Alloys and Compounds*, 215, pp.293-301.
- Mehofer, M., 2014. Metallurgy during the Chalcolithic and the Beginning of the Early Bronze Age in Western Anatolia. In: B. Horejs, M. Mehofer, eds. 2014. *Western Anatolia before Troy: Proto-Urbanisation in the 4th Millennium BC?* Vienna: Austrian Academy of Sciences. pp.463-490.
- Merkel, S., Sverchkov, L., Hauptmann, A., Hilberg, V., Bode, M., and Lehmann, R., 2013. Analysis of Slag, Ore and Silver from the Tashkent and Samarkand Areas: Medieval Silver Production and the Coinage of Samanid Central Asia. In: A. Hauptmann, O. Mecking, M. Prange, eds. 2013. *Archäometrie und Denkmalpflege 2013*. Metalla Sonderheft, 6. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum, pp. 62-66.
- Merkel, S., 2014. *Silver and the Silver Economy at Hedeby*. Ph.D. Ruhr University Bochum Institut für archäologische Wissenschaften.
- Merkel, S., Bräutigam, B., Klein, S., and Hauptmann, A., 2015. The Analysis of Slag from the Panjhir Mining Region, Afghanistan: An Investigation of (Medieval) Silver Production Technology. *Archäologische Mitteilungen aus Iran und Turan*, 45(2013), pp.231-250.
- Noonan, Th. S., and Kovalev, R. K., 2002. The dirham output and monetary circulation of a secondary Sāmānid mint: A case study of Balkh. In: S. Suchodolski, ed. 2002. *Moneta Mediævalis*. Warszawa: Wydawn. pp.163-173.
- Pernicka, E., and Bachmann, H.-G., 1983. Archäometallurgische Untersuchungen zur antiken Silbergewinnung in Laurion. III. Das Verhalten einiger Spurenelemente beim Abtreiben des Bleis. *Erzmetall*, 36(12), pp.592-597.
- Pigott, V. C., 1999. The Development of Metal Production on the Iranian Plateau: An Archaeometallurgical Perspective. In: V. C. Pigott, ed. 1999. *The Archaeometallurgy of the Asian Old World. University Museum Monograph*, 89. Philadelphia: University Museum University of Pennsylvania. pp.73-106.
- Scott, D., 2012. *Ancient Metals: Microstructure and Metallurgy, Volume I*. Los Angeles: Conservation Science Press.
- Stöllner, Th., and Weisgerber, G., 2004. Die Blei-/Silbergruben von Nakhlak und ihre Bedeutung im Altertum. *Der Anschnitt*, 56(2-3), pp.76-88.
- Stos-Gale, Z. A., Gale, N. H., and Papastamataki, A., 1988. An Early Bronze Age Copper Smelting Site on the Aegean Island of Kythnos. In: E. Jones, ed. 1988. *Aspects of Ancient Mining and Metallurgy*. Bangor: University College of North Wales. pp.23-30.
- Thomalsky, J., Bräutigam, B., Karacak, M., and Kraus, S., 2015. Early Mining and Metal Production in Afghanistan: The First Year of Investigation. *Archäologische Mitteilungen aus Iran und Turan*, 45(2013), pp.199-230.
- Thornton, C. P., Rehren, T., and Pigott, V. C., 2009. The production of speiss (iron arsenide) during the Early Bronze Age in Iran. *Journal of Archaeological Science*, 36(2), pp.308-316.
- Weast, R. C., and Astle, M. J. eds., 1981. *CRC Handbook of Chemistry and Physics: A Ready-Reference Book for Chemical and Physical Data*. 3rd ed. Boca Raton Florida: CRC Press.
- Weisgerber, G., 1987. Archaeological Evidence of Copper Exploitation at 'Arja. *Journal of Oman Studies*, 9 (1987), pp.145-172.

Martin Straßburger

Development of specific mining technological aspects from the Early to the Late Middle Ages

ABSTRACT: Mining operations and the archaeological record resulting from them are analyzed with regard to their chronological development from the Early to the Late Middle Ages. The exploitation of mineral resources is a transformation process based on knowledge of geology, mineralogy, the according application of laws of physics as well as chemistry. Prospecting, exploitation and processing are the three underlying sub-processes involved, followed by primary and secondary metallurgy. They form the basic structure of a chaîne d'opérateur. Technology, technique, tools and execution of the mining operations are differentiated as four core areas and discussed.

KEYWORDS: MINING OPERATIONS, TECHNOLOGY, TECHNIQUE, MINING TOOLS, CHAÎNE D'OPÉRATEUR, HABITUS, SPECIALIZATION, KNOWLEDGE

Introduction

Mining operations and the archaeological record resulting from them can be analyzed with regard to their chronological development. This is done in this contribution for the time from the Early to the Late Middle Ages with regard to deep mining in ore deposits.¹ The exploitation of alluvial and eluvial deposits is left out although it is another highly interesting topic. Furthermore, ventilation and surveying were omitted as the existing data provides too few information about trends in developments so far. Generally speaking, the exploitation of mineral resources is a transformation process based on knowledge of geology, mineralogy, the according application of laws of physics as well as chemistry. Prospecting, exploitation and processing are the three underlying sub-processes involved, followed by primary and secondary metallurgy. They form the basic structure of a chaîne d'opérateur, a conventionalized, learnt succession of technical operations closely tied in with social patterns of behaviour. Four core areas can be differentiated: technology, technique, tools and execution of the mining operations. Specific traditions in terms of context as well as a habitus can be recognized and as such a stable structure within which the miners were working and acting in a dynamic process. Several developments in mining technological aspects are detectable which can be analyzed.

Development of mineral deposits

The exact process during the Middle Ages is mostly unknown. There is only a story of monks prospecting for

iron and copper after a flood by Gregory of Tours (+ 594) in his history of the Franks. From the 16th century onward, there are extensive descriptions of mining in textbooks.

Generally, the development of deposits is carried out in two phases which frequently merge. In the course of prospecting, first of all unknown objects are searched for (Wilke, 1974, p.6). After that, a recognized deposit is intensively examined to assess and plan working it.

During the High and Late Middle Ages, outcrops were one means of orientation. This can be observed on the plateau of the Argentario near Trento and at Ramsbeck in the Sauerland. For prospecting lead ore veins in elevated landscapes formed by glaciers in Wales, the technique of hushing was used in the 12th and 13th centuries (see Timberlake, 2004, p.75).

Especially in mountainous regions the upper part of a deposit was prepared for winning by adits driven from the valley bottom (Hafer, 1950, pp.24; cf. also Wagenbreth, Wächtler, Becke et al., 1990, p.41 and Dornbusch and Pötsch, 1962, p.90). From these ore and rock could be hauled to the surface relatively easy without special hoisting device. Furthermore, adits caught the water entering above their level, which was discharging by itself (Wagenbreth, Wächtler, Becke et al., 1990, p.41; Dornbusch and Pötsch, 1962, p.90). One example for an adit serving the development of a deposit is the high medieval Venetian adit at Ramsbeck. Other features show that driving was carried out in fault or vein zones like in the late medieval and early modern adits in the Schauinsland near Freiburg. By this, the loss of ore veins could be avoided. But an influence of the geological-tectonical situation on the techno-economical process was also possi-

ble, especially where the vein was dislocated and development had to start afresh. This is indicated by abrupt changes in direction and hooks in plans of the driving (Fig. 1).

Driving and winning techniques

By the winning techniques the deposit or country rock are mined and workings of all kind in the deposit itself or in the country rock are created (Fritzsche, 1949, p.148). The tools for the works are generally the same and it is exclusively about winning techniques by hand. In the following, mainly wedge, pick, gad and hammer work as well as fire setting are considered.

Wedges were pointed and applied in harder rock (Agricola, 1556 (1994), p.120; cf. Tizzoni, 1997, p.275 fig. 2: Mining of the 12th/13th century in Lombardy with finds of wedges and identical tool marks to those in the Birkenberg, in the Schauinsland (Fig. 2) and in the mine "Segen Gottes" at Haslach; cf. also finds from Brandes-en-Oisan in Bailly-Maitre and Dupraz, 1994, p.66 fig. 38). The hammers used in medieval mining were amongst other things made of wood. Depending on the space, they could only be handled with one hand (see Weisgerber, 1996, pp.2-18). Adits and levels driven in wedge work are to a large extent oval and had a maximum height of 1-1, 2 m.

Pick work alone could only be employed on the whole working face in softer or weathered rocks (Hoff-



Fig. 1. Plan of the late medieval Gegentrum III-adit of the Schauinsland mine near Freiburg (map: M. Straßburger).



Fig. 2. View into a segment of the late medieval Gegentrum III-adit of the Schauinsland mine (photo: M. Straßburger).

mann, 1830, p.4; Ržiha, 1867, p.10; Veith, 1871, pp.220f.; cf. also Simonin c. 1868, p.426 ,fig. 134; Straßburger, 2002, pp.79-80). Until the 19th century picks of different sizes existed, the smallest resembling a hammer (cf. Morgans, 1871, p.79). Finds of medieval picks are rare and in most cases can only be roughly dated, like one from a spoil heap in the Vosges Mountains. Other examples come from Massa Marittima and Serbia. Going by these examples, the head of the tools had a length of c. 11, 3 cm and a width of c. 2, 5 cm at their back. A 13th century pick from the Bliesenbach mine weighs more than 1 kg. The handle was 1-1, 3 cm thick. Meanwhile, there is also one find from the high medieval mining in Dippoldswalde. Apart from that, mainly depictions are available like that on a gravestone in the church San Francesca in Massa Marittima, on the town seals of Sulzburg, Todtnau and Bythom or in the windows of the Minster in Freiburg. The seal of Todtnau even shows a miner with a tanged pick and two stalkless pick heads on a strap. These depictions conform to the picks, with which Nappian and Neucke are fitted out. For early modern times entirely different forms can be observed. The most common is depicted in *De Re Metallica*.

Gad and hammer work was applied for several centuries. Identical basic forms of the tool and working techniques in the several mining districts can be discovered in each case. Tool marks in the walls are curved grooves with the section of a notch (cf. Straßburger, 2002, pp.75-79).



Fig. 3. Fireset working in the Canopa of Busa del Pomar (photo: M. Straßburger).

In Saxony and the Czech Republic gads are detectable since the 13th century. These are basically tanged wedges. Although gads of various sizes are already known for medieval times, it remains unclear if they were used for different works. Only since early modern times this differentiation of gads is traceable, especially due to the written sources, describing and depicting gads for different purposes (see Agricola, 1994, pp.120-122; Schwazer Bergbuch, Cod. Vindobonensis 10.852, fol. 143 and 143v; cf. also tool finds from the mine "Caroline" at Freiamt-Sexau north of Freiburg).

A first mentioning in written sources can be found in the book of document of Goslar from the time around 1320 (Faller, 1967, pp.24). Depictions of this working technique are found on seals like those of Nagybánya and Felsöbánya, both from the year 1347. On the one from Felsöbánya pick work is shown in addition. According to the state of research so far concerning tool finds and features of tool marks, it can be stated that gad and hammer work was introduced at different times in the mining districts. Furthermore, during the Late Middle Ages a dominance of pick and wedge work has still to be anticipated.

Firesetting was an effective, but slow technique (Barnatt and Worthington, 2006, p.5). It was mainly used in hard rocks, especially when following thinner veins. It did not serve the winning of the ore itself, which in most cases was softer and could be hewn, picked or broken out. A disadvantage consisted in the compulsory sufficient ventilation, necessary to ensure the air supply for the fires and the smoke outlet. Another problem was that this technique could not be applied in wet mines.

Fire setting was extensively used in the Carolingian-Ottonian silver ore mines of Melle in France and also in the high medieval mines on the plateau of the Monte Calisio near Trento (Fig. 3) and at Ramsbeck. Similar features are known from the Derbyshire Peak District which mainly date to early modern and modern times. In the iron ore mining of the Forest of Dean this technique was still used in the 18th century. Even younger examples

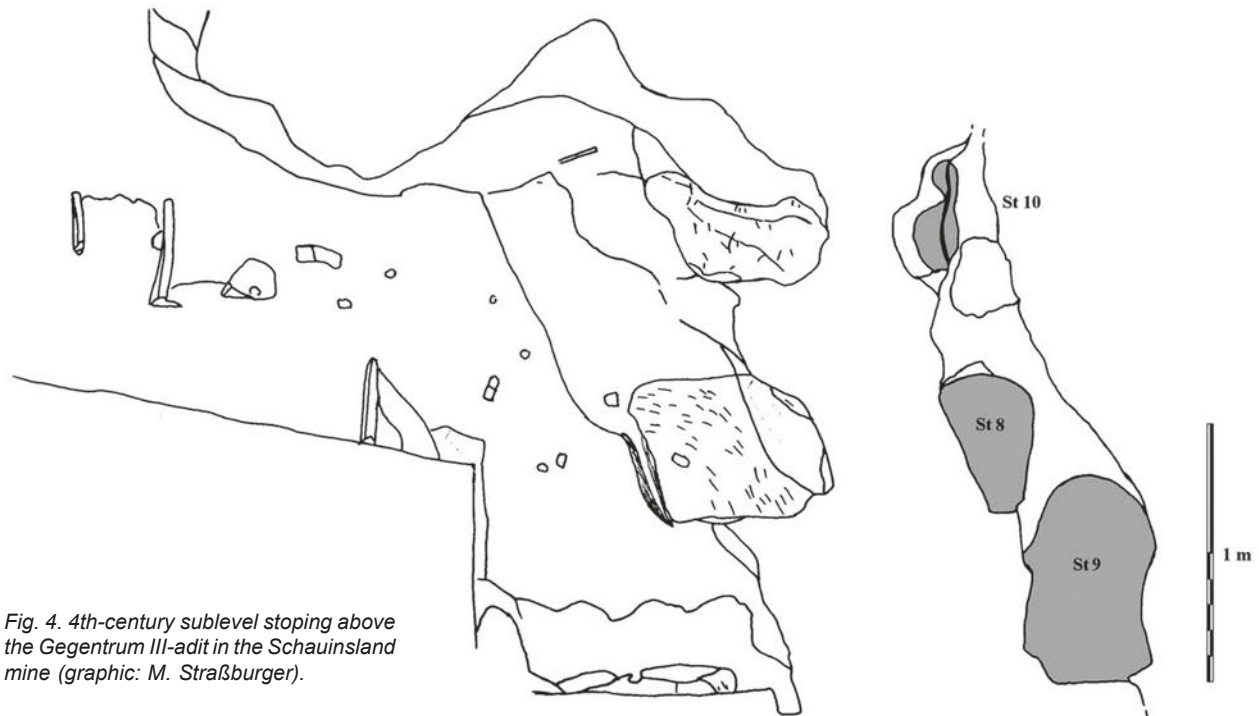


Fig. 4. 4th-century sublevel stoping above the Gegentrum III-adit in the Schauinsland mine (graphic: M. Straßburger).

are amongst others features in Saxony and in the Ramelsberg at Goslar: the best known historical and detailed description of fire setting is that by Georg Agricola (1994, p.89). But according to the existing archaeological and historical data a decrease since the Late Middle Ages begins to show in general.

Working techniques

The term “working technique” describes the geometric aspects during the systematic creation of mine workings in the deposit and the geomechanical treatment of the excavation during winning taking into account the adaptation of the particular method to concrete geological and technical conditions (Krause, 1986, p.4; cf. Bayer, n.d., p.87). The basics of the techniques have formed in long historical processes and developed in various different ways, influenced by regional specifics and diverse conditions.

Sublevel stoping

Medieval workings in steep dipping veins partly consist of levels arranged “moniliform” one above another and separated from each other by small horizontal pillars, which were hewn away during the proceeding winning. This is a form of sublevel stoping (Krause, 1986, pp.49-51.), which has been recorded in the Black Forest in the Schauinsland (Fig. 4), in the Teufelsgrund in the Münsterthal (Fig. 5) and in remains in the mine “Segen Gottes” at Haslach and is also known from mines in Saxony (information on examples in the Freiburger district was kindly

provided by Stephan Adlung, Freiberg). Features of this kind are already known from Roman gold mines in Romania (cf. Wollmann, 1976, p.183 as well as fig. 3 and 4; idem, 1999a, p.129, fig. 19b. Cetatea Mare.; idem, 1999b, p.25, p.27 Gauri and Coranda Verde as well as text on p.27.).

By advancing the sublevels steep dipping, thin to strong deposits of any extension were divided into horizontal sections convenient for working (Krause, 1986, p.49). The driving always started from a central development working, orientated on the existing conditions of the deposit. So far, mainly the variation with horizontal pillars between the levels has been recorded. These were hewn away in a second phase of the winning process. Sublevel stopes were designed for the winning of the entire deposit and could be adapted to all conditions in steep inclinations (Krause, 1986, p.51).

Overhand stoping

Overhand stoping is suitable for working medium inclined and steep dipping deposits. After the discovery of the vein, the deposit was developed ascending starting from a ground level. The in situ ore in the ceiling of the working was won stepwise up to a higher upper level (Krause, 1986, p.12 and p.41; Bayer, n.d., p.88; Opiel, 1769, pp.45f.; Hoffmann, 1830, pp.71-72; cf. Straßburger, 2002, p.65). On the step-like diagonal several workspaces were manned, which made a higher concentration of work for winning possible (Bayer, n.d., p.89; cf. also Bersch, 1898, p.229). With the advancing drift wall the ceiling of the ground level was secured by boxing. By this

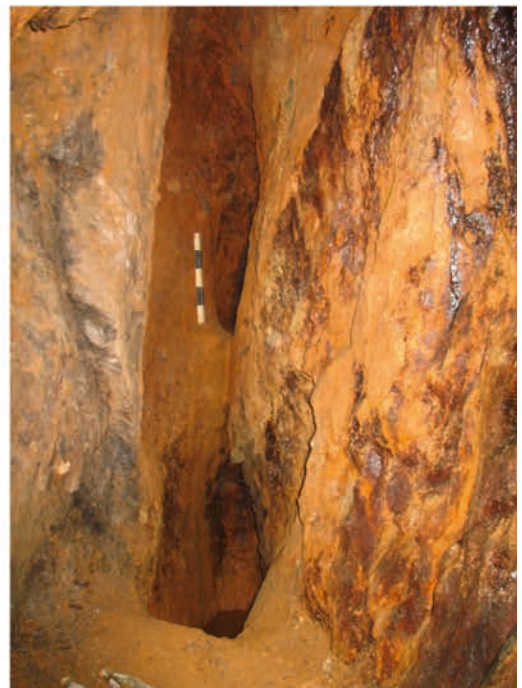
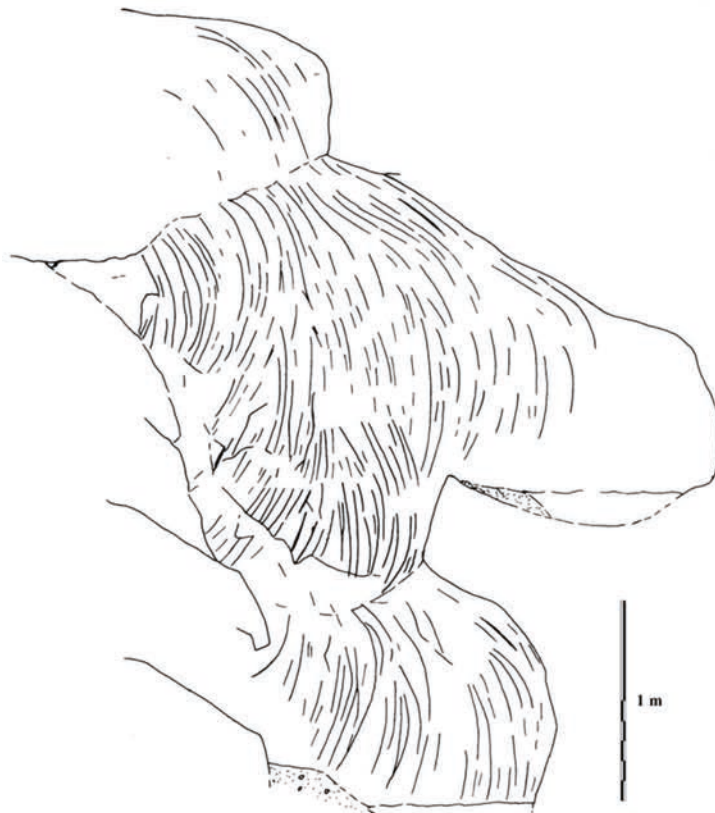
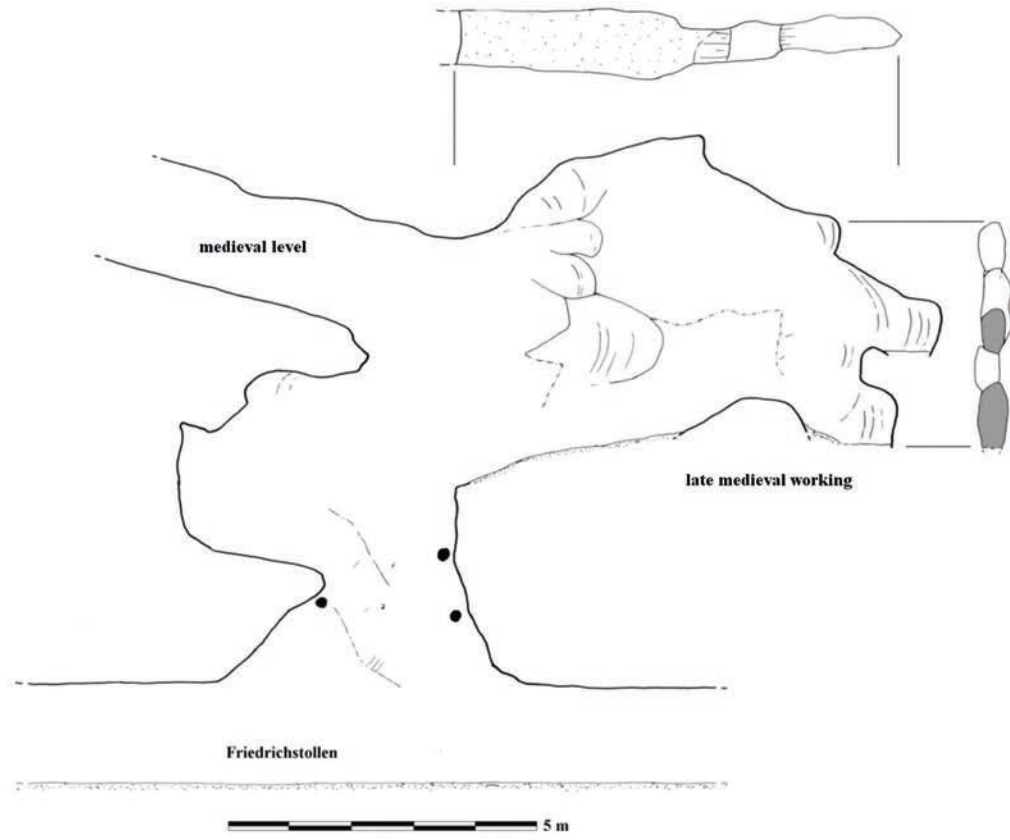


Fig. 5. 15th-century sublevel stopping in the Teufelsgrund mine in the Münstertal south of Freiburg (graphics and photo: M. Straßburger).

a platform for the stope filling was created (Hoffmann, 1830, pp.71-72; cf. also Bayer, n.d., p.89). When the thickness of the vein was small the gangue and the country rock were directly backfilled and served the hewers as base (Bayer, n.d., p.89). In low height the excavation was left open, but in larger ones backfill was brought in following the winning, in order to reach the ceiling again (Bayer, n.d., p.89; cf. also Bersch, 1898, p.229).

One disadvantage of overhand stoping was the loss of ore in the packing during winning (Köhler, 1897, p.239). Based on the evidence so far, it has been established in its typical occurrence since early modern times.

Underhand stoping

Underhand stoping is the inversion of overhand stoping. Its first appearance cannot be dated precisely. By early modern times at the latest, it developed its classical form. With this technique the deposit was located in the floor and extracted in dipping direction (Krause, 1986, p.43; cf. Oppel, 1769, pp.44-45; Köhler, 1898, pp.105-106). Working proceeded in short, stepped, horizontal walls and started with the sinking. The chamber resulting from this above the bench stayed open or was backfilled.

The application of underhand stoping was of advantage especially if a ore vein of small extent did not reach down to a lower level and its development by overhand stoping would have been too complicated and costly. Apart from this, the accumulating problems of this type of stope with ventilation, drainage and haulage as well as difficulties in securing and concerning the mechanization of all operations in the working restricted the use (Krause, 1986, p.43).

Hand filling

For winning loose materials or such with little cohesion, the so-called hand filling with shovel, scraper and trough was used.

For the 12th/13th century scrapers made of wood are known, e.g. from Dippoldiswalde. Iron scrapers with narrow blades and close-fitting shaft hole of the 13th/14th century have been retrieved in Bliesenbach and Altenberg-Müsen (cf. also depictions in the Stone Book by Alfons the Wise in Weisgerber, 1998a, p.186, fig. 169). In contrast to these early modern ones are larger dimensioned, as finds from the mine "Caroline" (Fig. 6) at Freiamt-Sexau north of Freiburg and from the Richelsdorfer Gebirge show (Sippel, 1999). Georg Agricola describes their use for scraping material together which then was loaded with a shovel into "vessels" (Agricola, 1994, p.122).

The excavated material could be pulled in troughs like shown on the Kuttenberg Kanzionale. In a mine at Niederpöbel (Saxony) a trough dating to the 13th century was found (see Hemker, 2013, p.31). Apart from this, mainly early modern and modern finds are known so far. The reason probably is that only few medieval mines have been examined until now.

From the Altenberg at Müsen a one-piece shovel is preserved. A contemporary depiction can be found in the Stone Book by Alfons the Wise (cf. Weisgerber, 1998a, p.186, fig. 170). Two-piece shovels are known from Dippoldiswalde, Bliesenbach and an iron ore mine at Sémur in Auxerre (on Bliesenbach and Sémur see Weisgerber, 1996, p.8 and fig. 16). This type also occurs in other contexts in metal, metalsmiths and in print art. It is shown in context of the building of a charcoal burner in the "Guild collar" of the silversmiths of Ghent dating to the end of the 15th or beginning of the 16th century (Dorchy, 2013, p.282 and p.281, fig. 2) and with a pointed, iron clad blade in the Theuerdank from 1517 used for draining a ditch in the course of a siege (Bavarian State Library Munich, Sign. Rar. 325 a, Holzschnitt 94; cf. Burgkmair and Füssel, 2003). Archaeological finds and depictions seem to indicate that this shovel type was built differently according to the purpose. Based on those from the tin placers in Cornwall, it can be assumed that shovels without iron

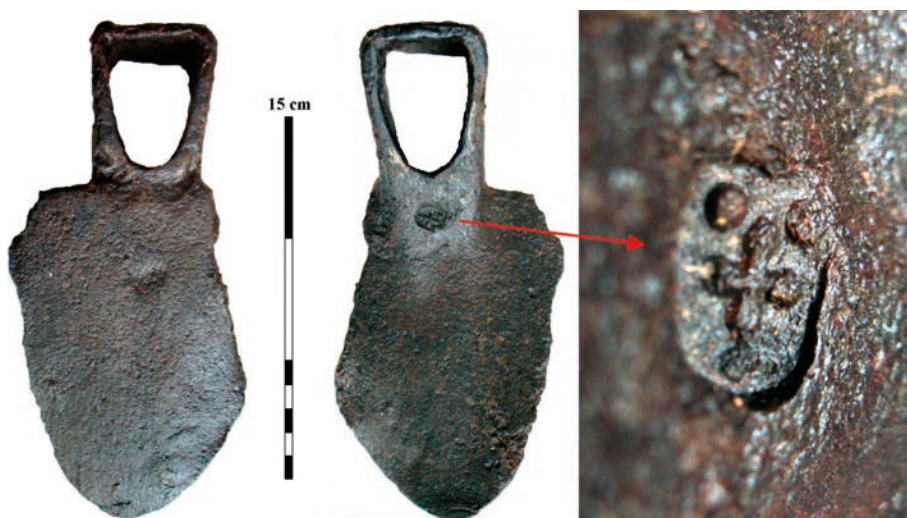


Fig. 6. Scraper from around 1520 found in the mine "Caroline" near Freiamt-Sexau (photos: M. Straßburger).

cladding were probably employed for clearing flumes or gulleys. Similar constructions of paddles can be found in the modern brewing trade (cf. Siuts, 1988, p.209 tab. 118).

Haulage underground

The term “haulage” describes first of all the process of transporting the mined ore from the point of winning to processing or smelting (Köhler, 1897, p.300; cf. Straßburger, 2002, p.89). Besides this it also comprises all facilities, constructions and provisions serving the movement of mineral raw material, waste rock, materials and persons as well as the operation of these constructions itself (Bischoff, Bramann, Dürrer et al., 1988, p.134).

Haulage in horizontal excavations and workings

Rich ores were carried either in containers (sacks, baskets) or without them (Veith, 1971, p.195). The sacks in the depictions of the windows in the Minster of Freiburg could be a hint to rich ores. Sacks are also mentioned in the mining law by Johann of Üsenberg (General Landesarchiv Karlsruhe 103/13, oldest copy of the Üsenberger Bergordnung). It remains to be examined if there is a context of change from sacks to kibbles as containers for haulage with the transition from rich to primary ores. Baskets are known from the high medieval mining in Dippoldiswalde and from early modern workings in the Freiberg district (see Adlung, 2011, p.71).

For towing or dragging haulage mostly troughs were used, like those found in the mine “Bliesenbach” in the Bergische Land or at Niederpöbel and which are shown in the Kuttenberg Kanzional (cf. Hemker, 2013, p.31). Interesting are the finds of wooden sledges in the late medieval mining of Kopaonik (Bogosavljević and Vuković, 1993, p.414 and p.416, fig. 7).

Ores and waste rock were partly dumped in steep inclined wooden chutes or even gulleys hewn in rock, in which they slid to a lower point due to their own weight (Ržiha, 1867, p.251; cf. also Agricola, 1994, p.127). Wooden chutes are known from the high medieval mining in Dippoldiswalde and were in use well into modern time.

So far, it is not clear when wheel transport first came up. The “karrowegus” mentioned in context with an adit in the mining law of Trento (1208– 1215) cannot be assigned explicitly to haulage (cf. Ludwig, Schmidtchen, 1997, p.50). Considering small underground sections mostly encountered in the area of the Argentario wheel transport would have been difficult if not impossible. But there are also drivings showing profiles and sizes reminding of Roman works in which this kind of haulage would have been possible. These were introduced in Europe during the 13th century (Binding and Nussbaum, 1978, p.93, fig. Z 27 and following). Since the 16th century parts of so called “Hundtslaufe” or tub tracks occur among the archaeological features.



Fig. 7. Early medieval shaft timbering from the Hainberg at Neuburg on the Danube (photo: M. Straßburger with kind permission of the Bayerische Verwaltung der staatlichen Schlösser, Gärten und Seen).

Shaft winding

Wherever possible shafts were sunk in the ore vein during the Middle Ages, making possible faster sinking and simultaneously prospecting (cf. Straßburger, 2002, pp.91-92). Depending on the vein shape this resulted in shafts not going down vertical or with varying angles so that the hoisting vessels were running on the footwall and the ropes rubbed against the hanging wall or benches formed. In order to reduce the friction or even strikes of the vessels on the footwall, this was lined with wood. This has been recorded in the high medieval mining of Dippoldiswalde (Scholz, 2012, p.35).

For the Altenberg at Müsen shaft depths of 70 or 90 m are assumed (Dahm, Lobbedey and Weisgerber, 1998, p.30 and p.226) and in the Bohemian silver ore mining depths of 120-150 m are estimated for the time at the end of the 13th century. A similar measure may have been reached on the Treppenhauer with 90 m. Mining in the Rammelsberg at Goslar reached up to 160 m below surface around the year 1300 (Bartels, 1996, p.240; id., 1997, p.45; Alper, 2004, p.355).

Baskets as container for hoisting are known at least since the 12th century. In article 4 of the “Oberharzer mining law” so called “kerve” as obviously important property of the Silvanes are mentioned (Alper, 2004, p.357; Gottschalk, 1999, p.114, fig. 16). The depiction of a wattled basket can be seen in the Dieselmot-window in the Minster of Freiburg and the Kuttenberg Kanzional shows several of these. According to Georg Agricola their capacity was the same or even larger than the one of kibbles or tons because they were lighter (Agricola, 1994, p.125). Approximately contemporary to the Kuttenberg Kanzional kibbles or tons constructed of staves seem to have been used in some districts as e.g. finds from the shaft in the Donnerloch at Steinbach (Haut-Rhin) indicate which have dendrochronologically been dated to the end of the 1470s (Bohly, 2008, p.96).

For hoisting the output knob and crank winches were installed (cf. Weisgerber, 1981b, pp.165-166). Winches with iron cranks are known from at least about 1400 and were taken up slowly. If larger forces were needed knob winches were still used. Since early modern times there has been an increased number of depictions showing crank winches. The earliest depiction in a mining context can be found at Ulrich Rülein of Calw from 1505.

Meanwhile, several archaeological features of winches have been discovered, dating from the end of the High Middle Ages to modern times, e.g. in Saxony (Dippoldiswalde), in Donnerloch at Steinbach (Haut-Rhin; Bohly, 2008), in the Black Forest (Caroline at Freiamt-Sexau, Schauinsland, Steinbronnen in the Münstertal (dated c. 1528–1530: see Herbener, 2012, pp.246-250, Segen Gottes at Haslach-Schnellingen) and in the Vosges Mountains (Himmelschör on the Neuenberg at Sainte-Marie-aux-Mines: Ancel, 1992, p.503 no. 5.54; idem, 1992d, p.504, no. 5.55-5.57), Wurtzelbaum adit and Haus von Sachsen in the Neuenberg, shaft in the mine “Glückauf” (Ancel and Fluck. 1988, pp.92f., fig. 63).

The possible strain of long, free hanging hoisting ropes was of special significance for mining. This results from the particular carrying capacity and the own weight of the rope. Leonardo da Vinci (1452–1519) noticed that the latter acted directly proportional to the rope length. An increase of this with greater hoisting depth meant a reduced carrying weight because the rope holds less effective weight due to its growing own weight with greater length (Ludwig and Schmidtchen, 1997, pp.223-224; from Herbert Maschat according to Codex Madrid II). One consequence was the sinking of broken shafts like those recorded in the high medieval mining of Dippoldiswalde and particularly in early modern mining.

Mine support

If the bearing capacity of a rock is exceeded by the creation of a mine working, securing measures are necessary. Their tasks are to keep open the working and to protect the workforce (Ržiha, 1867, p.630; Reuther, 1989, pp.362ff.). This means first of all that the openings are not rounded or curved more than necessary (Köhler, 1897, p.474). Furthermore support also refers to the backfilling of chambers hewn out, with waste rock, safety and barren pillars. If these means are not sufficient, the actual support has to be carried out with wood, dry stone walls or other constructions. The effort depended on the expected effects resulting from rock pressure.

Support in horizontal excavations

Wooden support was installed in adits and galleries when stability was missing or reduced (cf. Straßburger, Tegel, 2009, pp.183-184). In general prop and hitch timbering as well as framing are distinguished. Frames are support units consisting of props and cap (Ržiha, 1867, p.633). The purpose of framing is to hold the poly-direc-

tional rock pressure. Therefore the timbers have to support and interlock each other. Until around 1500 tenon joints and tothing can be observed as usual connection of the timber elements. Examples are Altenberg-Müsen (13th/14th century), Essen-Rüttenscheid (14th century), Schleiz (14th century), Kopaonik (14th/15th century; Bogosavljević and Vuković, 1993, p.414 and p.415, fig. 5) and Sontra (end of 15th century). This construction of framing with mortised planks or square timbers is still described by Georg Agricola (1994, p.93). Contrary to that the Schwazer (Codex Vindobonensis 10.852, around 1561) and Lebertaler Bergbuch (c. 1556) depict a more massive framing made of strong square timbers. The halving of cap and props seems to emerge at the beginning of the 16th century. With this the construction type used until modern times was developed.

Support in workings

The amount of wood needed and the construction type of support in workings mainly depended on the winning technology and rock conditions. Props stood vertical as pillar against the rock pressure between the hanging wall and the footwall (Straßburger and Tegel, 2009, p.177). Inclination, mining method and condition of the hanging wall decided whether a rigid or flexible support was inserted (Fritzsche, 1942, t. 2, p.15). In steep inclination support with low flexibility was used in most cases because in general the drawdown of the hanging wall was only little. Apart from the strutting slabs props are used in steep inclination also to hold horizontal pillars, ceiling or backfill. The props are covered with boards to create a platform. Examples are found in Dippoldiswalde for the 12th/13th century, in workings of the 14th century in the Schauinsland mine and in the mine “Teufelsgrund” in the Münstertal dating to the 15th century. They are working surfaces on which backfill was packed or even fire was set. The latter obviously was the case in the mine “Teufelsgrund” where charcoal was lying on a platform which probably originated from a fire for reinforcing air circulation. To make the support more flexible the props were sharpened. With this the sap wood was removed from pinewood.

Support in shafts

In shafts wood was used for support and installations of any kind (cf. Straßburger and Tegel, 2009, p.185). The timbering of the shaft support had to be especially resistant as repair works were difficult (Fritzsche, 1942, t. 2, p.17). Already from the 7th century examples are known in unconsolidated rock in Bavaria (Fig. 7). Their construction is similar to those of contemporary wells (fig. 267; Frei, 1966, p.43; Eckstein, 1974, pp.28-41). Features of the 12th/13th century have been recorded in Dippoldiswalde (cf. Hemker and Lentzsch, 2012, p.278), in the Bergische Land (Drozdowski, Juch and Heckman, 2012, pp.162-164) and in the Altenberg at Müsen (Weisgerber,

1998a, pp.189-193). The timbers of the frames were mortised with each other. In the Black Forest no medieval shaft timbering in situ has been found so far. Only the prop holes are preserved allowing a partial reconstruction. Therefore, it is unclear if the style of the timbering was similar to that at Altenberg-Müsen (13th/14th century) or at Kopaonik (14th/15th century; Bogosavljević and Vuković, 1993, p.414 and p.415, fig. 5). A shaft support in the Donnerloch at Steinbach (Haut-Rhin) from the end of the 1470s (Bohly, 2008, pp.94-95) still shows the same connections of long pieces and cap pieces. The frames rested each on two crossbars. The shaft walls were lined with wooden boards. In the mine "Caroline" at Freiamt-Sexau two shafts were dendrochronologically dated to the 16th century (Straßburger and Tegel, 2009, p.185). The set support is very similar to the arrangement of the timbers from Donnerloch at Steinbach. In the time after 1500 an extensive change to a massive support in underground workings seems to become apparent which resulted in an increased demand for wood.

Mine drainage

In mining the term "drainage" comprises all facilities, constructions and provisions keeping the workings free of water, like drainage adits, flumes, launders as well as grooves in the walls and storage basins (Agricola, 1994, pp.142-171; Proempeler, Hobrecker, Epping and Ritter, 1957, p.189; cf. Straßburger, 2002, p.92).

The driving of adits with a slight gradient into the mountain enabling water to flow out itself was the simplest though quite costly possibility to keep mines free of water (Wagenbreth, Wächtler, Becke et al., 1990, p.55; cf. Straßburger, 2002, p.94). A drainage adit is already mentioned in the mining law of Trento. One of these was recorded in Canopa delle Acque. Another example is the Venetian adit at Ramsbeck (Fig. 8 and 9). These mine workings were in use and kept open for long durations.

According to today's comprehension a flume is a groove in the floor of a level by which the mine waters are discharged to the surface or the shaft sump (Bischoff, Bramann, Dürrer et al., 1988, p.382). They could be elaborated as a hewn, lined with semi-monocoque channel or a paved race. In the main levels they are mostly found on the left wall, rarely in the middle or on the right (Proempeler, Hobrecker, Epping and Ritter, 1957, p.201). If the channels were in the middle, they had to be covered like in the Venetian adit at Ramsbeck (12th/13th century). Medieval wooden sluices have been recorded in Dippoldiswalde and Bollschweil-St. Ulrich. Water was also diverted with sluices from the walls of adits. These consisted of two hollow, tightly jointed tree stems.

Grooves were hewn in the walls of mine workings (Gequäle or Gequelle) leading water for example off shaft areas into the channel of levels branching off to prevent it from flowing into workings below (cf. Straßburger 2002, p. 96). This method was already applied in medieval mines among other things to keep the places dry for firesetting

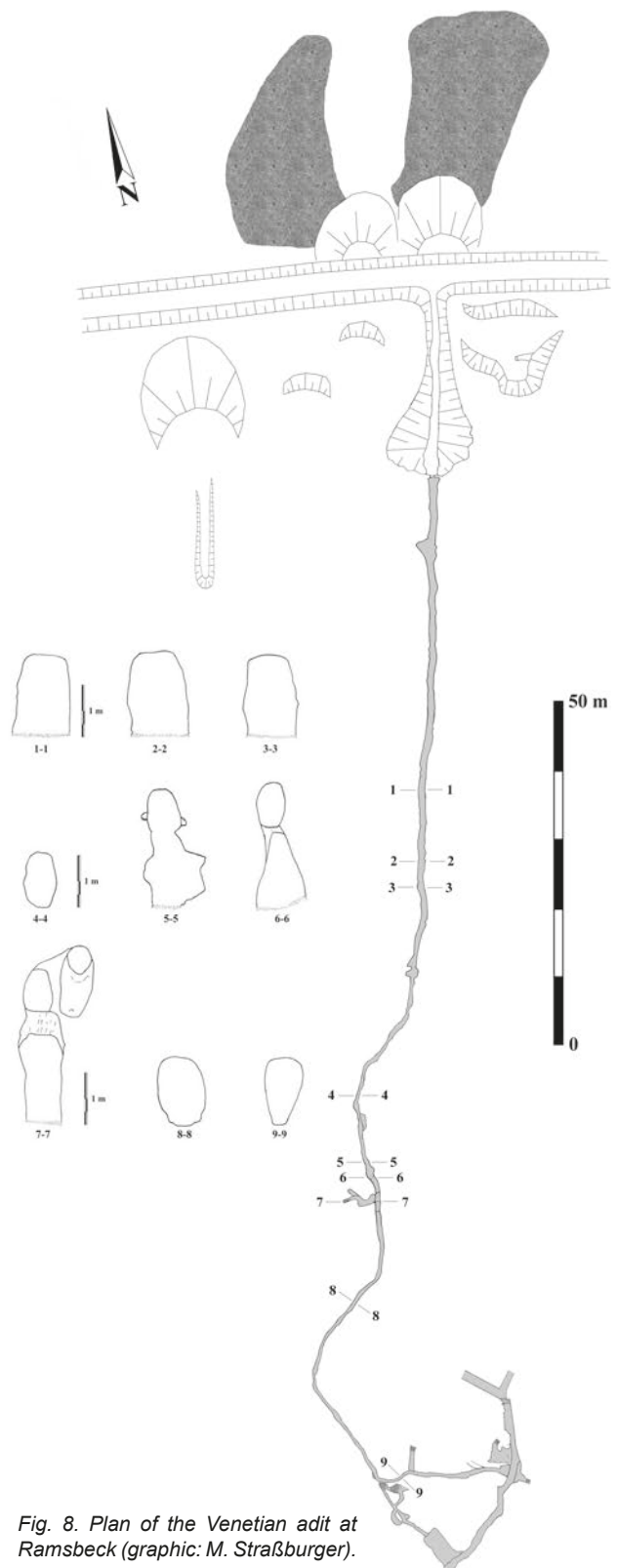


Fig. 8. Plan of the Venetian adit at Ramsbeck (graphic: M. Straßburger).

like in Canopa Doss del Cuz (Trentino). An increasing number of such grooves can be observed since early modern times.

Storage basins hewn out of the rock are known from the high medieval mining in the Trentino (Fig. 10) and of Dippoldiswalde (Fig. 11). Supposedly to the end of the



Fig. 9. View into the Venetian adit at section No. 8 in figure 8 (photo: M. Straßburger).

14th and beginning of the 15th century a water box with an appliance for regulating the water outflow in the mine “Teufelsgrund” in the Münstertal can be dated (Herbener, 2012, pp.264f.).

Mechanical installations for pumping had to be built when the inflow of water increased. The operation of water driven pumps was sophisticated and expensive. Positive proof of such installations exists for Jihlava on March 29th, 1315 in a confirmation of agreements between different persons and Henricus Rothermel by Johann of Luxemburg as king of Bohemia (cf. Haasis-Berner, 2001, pp.53-54; cf. idem, 2008, p.43; cf. Kraschewski, 2012, p.284). The aim was to drain the Altenberg at Jihlava. A document from Kremnica dating from July 14th, 1331 deals with the building of two water wheels for draining the mines (Kraschewski, 2012, p.284). In the Rammelsberg the Feuergezäher vault was created probably around 1360 (Slotta, 1983, p.55), which housed a wheel of 6 m diameter (Balck, 1999, p.93 and p.215). On June 15th, 1351 bishop Frederic of Bamberg and Hans the Rothermel contracted the building of a mechanical pump, to drain the mines on the Goldberg at St. Leonhard (Haasis-Berner, 2001, p.55; cf. Kraschewski, 2012, p.284).

Details of the technical composition of these constructions during the 13th and 14th centuries are largely absent in the archaeological features so far. According to



Fig. 10. Basin in a high medieval working in Canopa Doss del Cuz, Trentino (photo: M. Straßburger).



Fig. 11. Basin in a high medieval level in Dippoldiswalde (photo: M. Straßburger).

the current state of research they were most probably a so-called “Heinzenkunst”, which is regarded as the most effective innovation of late medieval times (Kraschewski, 2012, p.288). A first historical proof of such an installation can be found in the *Liber tertius* by Mariano Taccola, published in 1432 (Stromer, 1984, pp.50-72). Only five years later, the so-called “Radschert” at Todtnauberg is named as “*Bi der oberen radestaß*” indicating the existence of a pump (Schlageter, 1989, p.60). These technical installations seem to have experienced a wide distribution and improvements not before early modern times.

Technological interpretation and assessment

Mining operations and the archaeological record resulting from them can be analyzed with regard to their chronological development. The winning of mineral resources termed “mining” is a transformation process based on knowledge of geology, mineralogy, the according application of laws of physics as well as chemistry. It is mainly consisting of the three sub-processes prospecting, winning and processing, followed by primary and secondary metallurgy. They are the basic structure of the chaîne d’opérateur (cf. Leroi-Gourhan, 1943), i.e. a conventionalized, learnt succession of technical operations which are closely interwoven with social relationship patterns (see also Stöllner, 2003, p.418, fig. 1 and pp.419-420). Each described area of this socio-technical system is a case study of its own, even if they are part of the same superior system “mining”.

Four core areas can be differentiated from the different aspects of the chaîne d’opérateur: technology, technique, tools and execution of the mining operations. The activity sequences of winning > processing > smelting > working > distribution > storage/loss > recycling connected to these cannot be altered without negative consequences. Distinctive traditions can be observed resembling the context as well as a habitus and as such a fixed structure, in which miners worked and acted in a dynamic process representing the act of the miners’ work (Zagal-Mach Wolfe, 2013, p.302).

The concept of social habitus, as developed by the French sociologist Pierre Bourdieu is essential for the understanding of social processes, especially regarding the identification of social classes (identity and distinction; Bourdieu, 1987, 2009; Schreg, Zerres, Pantermehl et al., 2013, p.101). Habitus considers social norms as well as individual scope of action. It connects the micro-level of the individual to the macro-level of society but does not provide a specific methodology or a universally valid interpretation (Schreg, Zerres, Pantermehl et al., 2013, p.101).

Technology

A general definition of the term “technology” is difficult to find as it has different meanings depending on the context it is used in (Zagal-Mach Wolfe, 2013, p., 23). In most cases, practical works are accentuated with implicit understanding of the systems of knowledge they are based on. But partly a difference between practical application and knowledge is made. It is a complex network of actions, protagonists and interactions, in which the element of dynamics is an important factor, especially concerning innovations (cf. introduction of chisel and hammer or drilling in driving work) and creativity, like different cuttings in driving work with hammer and chisel (Zagal-Mach Wolfe 2013, pp.15-16). The results of these processes can be recognized in the features and the succession of

the material culture. They can partly be explained by the concept of technological decisions.

Mining technology comprises far more than working of ores and smelting or the bare description of tools. Technology as a social process cannot be separated from people, their daily life and human capabilities, their ideologies and beliefs as well as their ability of disputing complex social, economic and political relationships within mining (Knapp, 1998, p.18; cf. Childs and Killick, 1993).

The miner’s work comprised processes of technology (invention, design, creation, use) as well as knowledge of technology (Zagal-Mach Wolfe, 2013, p.31). These qualified or learnt activities are embedded in the cognitive network of technology and include the ability of imagining the design and form of the result plus the practical realisation. They are structured and executed by skilled individuals. Work as a mental process and mental structure is not preserved and cannot be recorded in this form except for the final result.

Starting point of an analysis of technology and miner’s work is that they are inherent social phenomena (Zagal-Mach Wolfe, 2013, p.18). Dealing with them always means analyzing a complex network. But simultaneously this also means that archaeologists always have only an incomplete insight into all key parts which are important for the network.

Technique

Technique is a basic part of a miner’s work. It is embedded inseparably in the experience of a person in the act of creation, e.g. of a mine working (Zagal-Mach Wolfe, 2013, p.32). It is closely connected to individual skills, based on the cognitive network of a specific technology and defined by the conducted work. According to this technique is the specific participation of an individual in a community of action. Therefore, a miner is socialized as skilled performer by a learning process. This frequently had the form of an education. Until modern times there is almost no information on this. Only after the foundation of the mining academies and schools during the 18th century education manifests itself clearly. The structure of learning determined the cognitive and motor potential or the limits as well as the allowed extent of creativity to a high degree. All this is given or restricted by the social context of the mining kinsfolk as community of action.

However, technique is specific for the individual (Zagal-Mach Wolfe, 2013, p.32; cf. Parodi, 2010, pp.202-204). Learnt physical activities are constantly modified, changed or perfected individually, determined biologically by constitution and skills. These processes may be barely noticeable, but are sufficient to enable a person to act in a specific way and to perform work. This explains variations in features concerning the driving of horizontal mine workings.

Technology and technique are fixed structures finding their expression in the execution of a task by a skilled

individual. While technology concerns the cognitive network of a community and work the act and process of manufacture or creation technique deals with leading the structural process by individuals (Zagal-Mach Wolfe, 2013, p.33). Thus, it can be paraphrased as a specific personal ability or competence, restricted, formed and defined by a given technology, work and social context. It is done by a person in the course of his physical and cognitive capacities. Therefore by the analysis of technique the individual miner can be recorded best.

Mining tools

Until early modern times a differentiation of the forms of mining tools can be observed. From the 16th century onward, some of them did not change over a long period of time. Apart from the form tools together with their marks give information on the applied techniques (Zagal-Mach Wolfe, 2013, p.33).

Technique does not necessarily imply the use of tools. These are incorporated in the process of work and frequently the intrinsic use of an object is an element of technique. If this is used by a skilled individual in the course of the application of technique it can be called "tool". The application of a tool is not restricted to a specific number of forms of appearances, movements or uses (Zagal-Mach Wolfe, 2013, pp.34-35). It is more the result of the selection among a number of possibilities as well as among forms and materials. Where work is a mental as well as an executed process with individually specified structures, tools also show characteristics differing from those based on a certain intended use. As a consequence of creativity the composition of the tool kit can change, which can be observed on the objects on the basis of modifications or new forms (Zagal-Mach Wolfe, 2013, p.303).

Mining tools are not only connected to technique, the performance of work and the cognitive technological network, but can also communicate identities which are socially determined (Zagal-Mach Wolfe, 2013, p.35). There are examples of miners with picks during the 14th century as well as with chisel and hammer on seals.

Specialization

Each of the described technological aspects comprises specialized activities within the mining operations, conducted by persons with corresponding apprenticeship and knowledge or experts with implied knowledge using a set of well-developed techniques as well as special tools (Zagal-Mach Wolfe, 2013, p.27).

First of all specialization presupposes, that an according demand exists and that such a surplus is produced that the product can be a commodity, which was the case with metal ores (Zagal-Mach Wolfe, 2013, p.28). But this view focussed on economic aspects bears the risk, that the actual performance is restricted to a collec-

tion of a limited number of techniques and tools dictated by economic circumstances. The results would be specific, distinct products, whose form and grade of perfection are interpreted as direct outcome of the economic conditions. With this social analysis are concurrently restricted to a mere calculation of resources and decisions as only economically or probably politically motivated.

Therefore, the definition has to be extended in order to demonstrate the actual complexity, because otherwise not all aspects of miner's work can be included (Zagal-Mach Wolfe, 2013, p.28). Knowledge is bound to people acting in different social contexts and rolls, like the performance of their work. Regarded that way products cannot be understood as motivated by economic conditions alone. In addition the design is not considered as restricted by a specific, predetermined set of techniques. Instead it is influenced, motivated and formed by a skilled individual.

In the course of production specialization is one of many possibilities of organisation (see Zagal-Mach Wolfe, 2013, p.57-58). It differs from a non-specialized, for example with regard to the time that is spent for the work and in a specific term for the activity and/or person as well as a wage for the work or product of the specialist, like a hewer. In doing so, specialization has to be regarded as versatile. It is characterized by four parameters: context (independent or production is financed by another person), concentration (spatial organization of production), extent and intensity (expenditure of time for the production).

The growing specialization of miner's work leads by a trend to a differentiation of the profession on a broader basis during early modern times. An overview state of development is given for example in the Schwazer Bergbuch. But different stages of specialization have to be accounted for at any time depending on the level of development in economy, complexity of the labour organization as well as social and political organization.

Invention and innovation

With the idea of a technical solution an invention simultaneously gives an intended possibility of use (action and work function). Therefore it always anticipates a possible purpose. This is based on knowledge, experience and creativity. The latter is the ability to create something completely new, not known before. This process is difficult to track.

Separated from this the term "innovation" has to be regarded, that is the technological-economical successful introduction of an invention and its mass distribution (diffusion). Whether an invention becomes an innovation is decided mainly by economic aspects or even political and military interests. Technological and entrepreneurial activities partly make considerable financial advances necessary. These would only be raised if there was a relevant demand. An example is the introduction and distribution

of mechanical water pumps in mining. Individual innovations connect to a process also called “technological progress” in their collectivity.

Especially in the mining industry these outlined processes are very complex. In most cases it is assumed that no Roman tradition survived in mining (Bartels and Klappauf, 2012, p.193). External influences or transfers from East Asia or the Arab regions remain at first unclear. Although sciences were at a high level during the Middle Ages, in the beginning, relations between them and the technical working environment barely existed (see Troitzsch, 2004, pp.442-443). The artes liberales, taught in the monasteries and universities since the 12th century, did not show any reference to the common sense world during medieval times either. The basic inventions and improvements of the Middle Ages were almost entirely made by practitioners. Regarding their education and derivation the craftsmen were heterogeneous. They progressively took over leading functions and formed the nucleus of the later professional engineers. Only from the 15th/16th century onward a clear change can be observed that had its origin in the Italian renaissance. No brake between Middle Ages and early modern times but a continuous development can be discovered. The Late Middle Ages have got the character of a transition phase or a functional gateway (cf. Kraschewski, 2012, p.316).

The question why and when social and technological change is necessary, acceptable or possible and also when a certain tradition of technology roots in society and forms its social relationships, material considerations and knowledge as well as physics is of basic significance (Zagal-Mach Wolfe, 2013, pp.43-44 and p.52). This does not only concern social change itself, but also those transformations introducing a new object into a society. Hypothetically four conditions can be named for this: import, innovation, copy or combination of technologies and objects from two different societies. Concerning innovation creativity plays a role. The last three distinguish from the first, as they are all based on the local production of the object. Changes including a new item in local production are those which alter traditions and consequently society, too. Transformation of a working method probably also results in different working processes leading to new types of objects or tools. These aspects would e.g. be something to be further investigated concerning the appearance of the stemmed chisel. When introducing new technologies frequently several, qualitatively equivalent but incompatible alternatives existed (Zagal-Mach Wolfe, 2013, p.303; cf. Troitzsch, 1996, p.204). The realization was subject to certain conditions like e.g. competences, controllability, reliability and supply and disposal systems. Amongst others consequences were changes of the human work as well as the conditioning of patterns of action and social relations (Zagal-Mach Wolfe, 2013, p.303).

In most cases archaeological features are the result of already established practices, which restricts the analysis beside a reconstruction to the comparison of material cultures and the bringing out of their differences (Zagal-

Mach Wolfe, 2013, p.46). Even slight changes in the working methods probably have their origin in a considerable social transformation. Innovations can be chance by-products of an altered situation and not so much of a planned technological change. Here several possibilities develop and the factors involved in performance and transformation of working traditions as well as the integration of new objects are even more numerous.

The initial factors of such historical turning points are of different origin or show varied structures. Among other things, explanation models are based on alterations in ecological systems, interactions within a society and societies as well as in social groups among each other. With the former evolutionary and systemic approaches are important. The latter is an analysis based on social sciences. But social dynamic was not the only trigger for changes (Zagal-Mach Wolfe, 2013, p.46). The different possibilities of choosing technological solutions were connected to specific characteristics of society, i.e. their environment, own traditions, contacts to foreigners as well as existing courses of action and material culture. Changes can manifest themselves in deviant use of a tool or different organization of production.

Transition forms are difficult to define or are not known (Zagal-Mach Wolfe, 2013, p.48). Tools as archaeological material can be described as material remains of a past production structure and a social association or its social comprehension. To changes in working methods, several phenomena were connected; last but not least conservatism and long-living traditions that can e.g. be observed in the hammer and chisel work during the 18th century. The decision of sticking to old methods instead of experimenting with new ones can have several reasons.

Technological knowledge and transfer of knowledge

Social context as well as the learnt knowledge and practical skills rooted in a social and environmental context determine the participation of an individual in a material world (Zagal-Mach Wolfe, 2013, pp.55f.). When participating in a specific social and cultural constellation a so-called “habitus” is transferred, including all thoughts, notions and actions that are compatible with it. To a large extent, these structures appear to be self-evident or remain not reflected by individuals. They act according to conventions and by this represent the normative network of technology.

Therefore knowledge is depending on society, politics or culture. Due to this is to be determined as a social, especially socio-functional phenomenon (Landwehr and Stockhorst, 2004, p.147). Concerning the composition, the structure and the consequent use it has to ask which task certain bodies of knowledge have for the society. It has also to be analyzed which values, norms, categories and meanings it transports and how it produces concepts and purposes itself.

If knowledge is assumed to be socially based, it can be derived that a specific segment of knowledge is not self-evident for a particular point in time (Landwehr and Stockhorst, 2004, p.153, cf. also p.155). This circumstance is demonstrated by the context of power and knowledge. It shows that control was frequently based on a leading role in knowledge and never only on physical power. All information enabling to legitimize, enforce or pass on claims of power within a specific social context are relevant knowledge for ruling in this sense. This also includes the actual knowledge of a matter itself. One crucial question is, who has access or was meant to get it subsequently.

In the written sources an already developed specialization can quite frequently be observed, as shown by the example of the Rotermellin. A document on the lead on the Kandel north of Freiburg names a master Rotermellin, who probably was in charge of the construction (Haasis-Berner, 2008, p.43). In 1315, Johann of Luxembourg, king of Bohemia, acknowledged agreements made by different persons with Henricus Rothermerl on his structures, which should help to prevent water inrushes into the mines of the Altenberg at Jihlava and at the same time to find a remedy for the frequent water shortage. A Hans Rothermerl, described as “Howly” (miner), was witness for the monastery Baintd in Oberschwaben in 1341. He appears as hydraulic engineer in the Lavanttal in Kärnten in 1350. One year later a treaty between him and bishop Frederic of Bamberg as holder of the mining rights is signed, in which Rothermerl was enrolled to drain the mine. Most probably these were members of a family earning a living with special knowledge on the field of water handling (Haasis-Berner, 2008, p.44). This does not only prove the context of power and knowledge, but also that capital was a further important factor.

In addition the mobility of the “simple” miners has been documented several times in this contexts since the Late Middle Ages. During early modern and modern times there was a further transfer of knowledge or technology by mobility of miners as much asked for specialists, which is evident from written and archaeological sources, especially in Great Britain (Hilberg, 1940, p.131).

Apart from individual-related form, there has been another transfer form of specialist knowledge since the end of the Late Middle Ages, beginning with editions of Vitruv and other treatises on architecture which have already been printed since the second half of the 15th century (Troitzsch, 2004, p.448). Among the books with technical content published in increasing numbers during the 16th century there are several “Kunst- und Probierebüchlein” on metallurgy, dyeing, pottery and other chemical industries addressing scholars and not craftsmen. Among these is the “Ein nützlich Bergbüchlein” by Ulrich Rülein of Calw printed around the year 1500 (Pieper, 1955) which experienced a wide distribution. In 1540 the book “De la pirotechnia” by Vanoccio Biringuccio (1480–1537) who was temporarily in charge of ore mines and foundries was published posthumous. It is a technical in-

struction for production practice concerning especially founding. Georg Agricola (1494–1555) wrote “De Re metallica libri XII”, in which for the first time production processes of mining and smelting were described and illustrated in detail.

Conclusions

The following aspects of mining have been considered in this contribution: prospecting and development of deposits, driving and winning techniques, workings, haulage, support, drainage. Many forms of features and tools as well as techniques occurring in different mining regions were quite long-lasting or conservative, like the timbering. Changes were gradual and started with time delay in mining areas.

In order to explain the long duration and time delay in changes of technology and techniques the habitus concept can be applied. This leads to some postulations reflecting social norms and individual possibilities for acting concerning technology, techniques, tools, specialization (more development in the 16th century which is result of long development during the Middle Ages), technological knowledge (community of practice), invention, innovation and diffusion (creativity; hybrids are difficult to detect).

The examination of changes and their chronology is an important analytical tool. The relation between these two adds up the dynamics of changes (Zagal-Mach Wolfe, 2013, p.49). Several developments in mining technological aspects are detectable which can be analyzed. The process should not be regarded as evolutionary development, e.g. in the sense that simple techniques were replaced by more complex ones. It was demonstrated that several factors played a role before actual innovation developed. Specific traditions in terms of context as well as habitus can be recognized and as such a stable structure within which the miners were working and acting in a dynamic process.

References

- 1 The following is part of the author’s PhD thesis on the archaeology of the Schauinsland mine near Freiburg published in a shortened version in 2015; here cf. full text of the thesis Straßburger, 2014, part I, pp.765ff.

Bibliography

- Agricola, G., 1994. Zwölf Bücher vom Berg- und Hüttenwesen. München: DTV GmbH & Co. KG.
- Alper, G., 2003. Johanneser Kurhaus: Ein mittelalterlicher Blei-/Silbergewinnungsplatz bei Clausthal-Zellerfeld im Oberharz. *Materialhefte zur Ur- und Frühgeschichte Niedersachsens*, 32. Rahden/Westfalen: Marie Leidorf GmbH.
- Ansel, B., 1992. Abbautechniken des 16. Jahrhunderts. In M.M. Grewenig, ed. *Leben im Mittelalter. 30 Jahre Mittelalterarchäologie im Elsaß*. Ausstellung 25. Okt. 1992 –2. Mai 1993 Historisches Museum der Pfalz, Speyer: Historisches Museum der Pfalz, pp.435-442.

- Ancel, B. and Fluck, P., 1988. *Une exploitation minière du XVI^e s. dans les Vosges. Le filon Saint-Louis du Neuenberg (Haut-Rhin). Caractères et évolution.* Documents d'Archéologie Française, 16. Paris: Editions de la Maison des sciences de l'homme.
- Bailly-Maître, M.-Ch. and Dupraz, J.B.B., 1994. Brandes en Oisan. La mine d'argent des Dauphins (XII-XIVe s.). *Documents d'archéologie en Rhône-Alpes*, 9. Lyon: Ministère de la culture et de la francophonie, Direction régionale des affaires culturelles, Service régional de l'archéologie.
- Balck, F., 1999. *Wasserkraftmaschinen für den Bergbau im Harz. Frühneuzeitliche Spuren und deren Bedeutung am Beispiel der Grube Thurm Rosenhof und ausgewählter Anlagen.* Clausthal-Zellerfeld: Papierflieger.
- Barnatt, J. and Worthington, T., 2006. Using coal to mine lead: Firesetting at Peak District mines. *Mining History*, 16(2).
- Bartels, Ch., 1996. Der Bergbau - im Zentrum das Silber. In U.Lindgren, ed. *Europäische Technik im Mittelalter*. Berlin: Gebr. Mann, pp.235-248.
- Bartels, Ch. and Klappauf, L., 2012. Das Mittelalter. Der Aufschwung des Bergbaus unter den karolingischen und ottonischen Herrschern, die mittelalterliche Blüte und der Abschwung bis zur Mitte des 14. Jahrhunderts. In: Ch.Bartels and R. Slotta, eds. *Geschichte des deutschen Bergbaus*, Bd. 1: Der alteuropäische Bergbau. Von den Anfängen bis zur Mitte des 18. Jahrhunderts. Münster: Aschendorff, pp.111-248.
- Bayer, M., n.d. *Die Himmelfahrt Fundgrube. Ein Führer durch das Lehr- und Besucherbergwerk der TU Bergakademie Freiberg.* Freiberg: Druckspecht.
- Bersch, W., 1898. *Mit Schlägel und Eisen*. Wien, Pest, Leipzig: A. Hartlebens.
- Binding, G. and Nussbaum, N., 1978. *Der mittelalterliche Baubetrieb nördlich der Alpen in zeitgenössischen Darstellungen.* Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Bischoff, W., Bramann, H., Dürrer, F., Moebius, P. G., Quadfasel, H. and Schlüter W., 1988. *Das kleine Bergbaulexikon*. 11th ed. Essen: Verlag Glückauf.
- Bogosavljević, D. and Vuković, S., 1993. Archäologische, mineralogische und archäometallurgische Forschungen zur mittelalterlichen Blei-Silbergewinnung in Serbien. In: H. Steuer and U.Zimmermann eds. *Montanarchäologie in Europa. Archäologie und Geschichte. Freiburger Forschungen zu ersten Jahrtausend in Südwestdeutschland*, Bd. 4. Sigma-Ringen: Jan Thorbecke, pp.409-422.
- Bohly, B., 2008. Les vestiges en bois dans la mine médiévale du Donnerloch à Steinbach (Haut-Rhin). In: M.-Ch. Bailly-Maître, C. Jourdain-Annequin, M. Clermont-Joly and St. Jacquemot, eds. *Archéologie et paysage des mines anciennes de la fouille au musée*. Groupes d'Etude des Mines Anciennes. Paris: Édition Picard, pp.89-99.
- Bourdieu, P., 1987. *Die feinen Unterschiede. Kritik der gesellschaftlichen Urteilskraft*. Frankfurt a. Main: Suhrkamp.
- Bourdieu, P., 2009. *Entwurf einer Theorie der Praxis auf der ethnologischen Grundlage der kabyllischen Gesellschaft*. Frankfurt a. Main: Suhrkamp.
- Burgkmair, H. and Füssel, St., 2003. *Die Abenteuer des Ritters Theuerdank*. Kolorierter Nachdruck der Gesamtausgabe Nürnberg 1517. Köln, London, Los Angeles, Madrid, Paris, Tokyo: Benedikt Taschen.
- Childs, S. T. and Killick, D., 1993. Indigenous African metallurgy: nature and culture. *Annual Review of Anthropology*, 22, pp.317-337.
- Dahm, C., Lobbedey, U. and Weisgerber, G. eds., 1998. Der Altenberg. Bergwerk und Siedlung aus dem 13. Jahrhundert im Siegerland, Bd. 1: Die Befunde. *Denkmalpflege und Forschung in Westfalen Lippe*, 34. Bonn: Dr. Rudolf Habelt.
- Dorchy, L., 2013. The so-called „guild collar of the master of the silversmiths of Ghent“. A unicum dedicated to silver ore mining and processing from the Late Middle Ages. In: R. Smolnik, ed. *ArchaeoMontan 2012. Erkunden - Erfassen - Erforschen. Internationale Fachtagung Dippoldiswalde 18. bis 20. Oktober 2012. Arbeits- und Forschungsberichte zur sächsischen Bodendenkmalpflege*, 26. Dresden: Landesamt für Archäologie Sachsen, pp.279-288.
- Dornbusch, G. and Pötsch, H., 1962. Gewinnungsarbeiten. In: G. Leithold, ed. *Taschenbuch für den Bergmann* Bd. III: Tiefbau. Leipzig: VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, pp.89-168.
- Drozdowski, G., Juch, D. and Heckman, H., 2012. Hochmittelalterliches Bleibergwerk in Wülfrath-Rützkaußen entdeckt. *25 Jahre Archäologie im Rheinland 1987–2011*, pp.162-164.
- Eckstein, M., 1974. Eisenerzbergbau am „Hainberg“ bei Neuburg a. d. Donau. *Neuburger Kollektaneenblatt*, 127, pp.28-41.
- Faller, J., 1967. Über den Ursprung des Bergleders. *Der Anschnitt*, 19(1), pp.24-26.
- Frei, H., 1966. Der frühe Eisenerzabbau im nördlichen Alpenvorland. *Münchener Geographische Hefte*, H. 49. Kallmünz, Regensburg: Verlag Michael Lassleben.
- Fritzsche, C. H., 1949. *Lehrbuch der Bergbaukunde*, 2 Bd. Berlin: Springer-Verlag.
- Gottschalk, R., 1999. Zur Nutzung des Bleis. *Archäologische Informationen aus Baden-Württemberg*, 41, pp.113-116.
- Haasis-Berner, A., 2001. Wasserkünste, Hangkanäle und Staudämme im Mittelalter. *Freiburger Beiträge zur Archäologie und Geschichte des ersten Jahrtausends*, Bd. 5. Rahden: Marie Leidorf.
- Haasis-Berner, A., 2008. Zum Wasserbau im Mittelalter. Beispiele aus Südbaden. *Denkmalpflege in Baden-Württemberg*, 37(1), pp.40-44.
- Hafer, K., 1950. *Kleine Bergbaukunde des Erzbergbaus*. Halle a.d. Saale: Carl Marhold Verlagsbuchhandlung.
- Hemker, Ch., 2013. Dinge, die ein Bergmann braucht. *Archäologie in Deutschland*, 4, pp.30-31.
- Hemker, Ch. and Lentzsch, S., 2012. „Holz ist ein Bedürfnis im Bergbau ...“ - Holzverwendung in den hochmittelalterlichen Bergwerken von Dippoldiswalde/Sachsen. *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Archäologie des Mittelalters und der Neuzeit*, 24, pp.272-282.
- Herbener, M.K.M., 2012. *Walddnutzungsinteressen des 18. Jahrhunderts – Fallstudien zum Kloster St. Trudpert im Münsertal (Schwarzwald)*. Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde der Fakultät für Forst- und Umweltwissenschaften der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i. Brsg. [online]. Available at: <<https://www.freidok.uni-freiburg.de/data/8852>>. URN: urn:nbn:de:bsz:25-opus-88523> [accessed 9January 2014].
- Hilberg, F., 1940. Deutsche Bergleute in aller Welt. In: K. Haarmann, J. Hillberg, W. Rattkemper and F. Hilberg. *Bergmännisches Lesebuch*. Essen: Glückauf, pp.128-135.
- Hoffmann, C.R., 1830. *Der belehrende Bergmann*. Pirna: August Robert Friese.
- Knapp, A.B., 1998. Social approaches to the archaeology and anthropology of mining. In: A. B. Knapp, V. C. Pigott and E. W. Herbert, eds. *Social Approaches to an Industrial Past*. London, New York: Routledge, pp.1-23.
- Köhler, G., 1897. *Lehrbuch der Bergbaukunde*. Leipzig: Wilhelm Engelmann.
- Kraschewski, H.-J., 2012. Das Spätmittelalter. Die Zeit des Aufbruchs. In: Ch. Bartels and R. Slotta, eds. *Der alteuropäische Bergbau. Von den Anfängen bis zur Mitte des 18. Jahrhunderts*. Münster: Aschendorff, pp.249-316.
- Krause, A., 1986. *Zur Klassifikation und Anwendung von Abbaufverfahren im Bergbau-Tiefbau unter besonderer Berücksichtigung*

- tigung von Problemen der Gebirgsbeherrschung. Dissertation an der Bergakademie Freiberg zur Erlangung des Grades doctor scientiae technicarum.
- Landwehr, A. and Stockhorst, St., 2004. *Einführung in die Europäische Kulturgeschichte*. Paderborn, München, Wien, Zürich: Ferdinand Schöningh.
- Leroi-Gourhan, A., 1943. *L'Homme et la matière*. Paris: Albin Michel.
- Ludwig, K.-H. and Schmidtchen, V., 1997. Metalle und Macht. In: W. König, ed. *Propyläen Technikgeschichte*, 2. Bd.: 1000-1600. Berlin: Ullstein Buchverlage GmbH, Propyläen Verlag.
- Morgans, W., 1871. *Manual of Mining Tools*. London: Lockwood & Co.
- Oppel, F. W. v., 1769. *Bericht vom Bergbau*. Freiberg: Verlag der Churfürstlich Sächsischen Bergakademie zu Freyberg.
- Parodi, O., 2010. Technik als kulturelle Unternehmung. In: G. Banse, A. Grunwald, eds. *Technik und Kultur. Bedingungen und Beeinflussungsverhältnisse. Karlsruher Studien zu Technik und Kultur*, Bd. 1. Karlsruhe: KIT Scientific Publishing, pp.197-216.
- Pieper, W., 1955. Ulrich Rülein von Calw und sein Bergbüchlein. *Freiberger Forschungshefte D 7*, Kultur und Technik. Berlin: Akademie Verlag.
- Proempeler, O., Hobrecker, H., Epping, G. and Ritter, H., 1957. *Taschenkalender für Grubenbeamte des Steinkohlenbergbaus*. Düsseldorf: Karl Marklein Verlag.
- Reuther, E.-R., 1989. *Lehrbuch der Bergbaukunde mit besonderer Berücksichtigung des Steinkohlenbergbaus*. 11th ed. Essen: Verlag Glückauf GmbH Essen.
- Rziha, F., 1867. *Tunnelbaukunst*. Berlin: Verlag von Ernst & Korn.
- Schlageter, A., 1989 Die Geschichte von Todtnau und seinen Teilorten. In: A. Schlageter, B. Dörflinger, H. Wittmann, eds. *Todtnau, Stadt und Ferienland im südlichen Hochschwarzwald*. Freiburg: Rombach, pp. 9-11.
- Scholz, V., 2012. An Attempt to a descriptive Reconstruction of extractive Mining Technologies during the high Middle Ages at Dippoldiswalde, Saxony. In: J. Silvertant, ed. *Mining and the Development of the Landscape. 7th International Symposium on archaeological Mining History*. Valkenburg aan de Geul, Jihlava: Silvertant Erfgoedprojecten, pp.22-41.
- Schreg, R., Zerres, J., Pantermehl, H., Wefers, St., Grunwald, L. and Gronenborn, D., 2013. Habitus – ein soziologisches Konzept in der Archäologie. *Archäologische Informationen*, 36, pp.101-112.
- Simonin, L., n.d. *Mines and Miners: Underground Life*. London: William Mackenzie.
- Sippel, K., 1999. Der Kupferschieferbergbau im Richelsdorfer Gebirge. Führungsblatt zu spätmittelalterlichen Relikten bei Iba und Nentershausen, Kreis Hersfeld-Rotenburg. *Archäologische Denkmäler in Hessen*, Heft 134. Wiesbaden: Landesamt für Denkmalpflege Hessen.
- Siuts, H., 1988. *Bäuerliche und handwerkliche Arbeitsgeräte in Westfalen. Die alten Geräte der Landwirtschaft und des Landhandwerks 1890-1930*. Schriften der Volkskundlichen Kommission für Westfalen, 26. Münster: Verlag.
- Slotta, R., 1983. *Technische Denkmäler in der Bundesrepublik Deutschland*, Bd. 4: Der Metallergbergbau. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum.
- Stöllner, Th., 2003. Mining and Economy - A Discussion of Spatial Organisations and Structures of Early Raw Material Exploitation. In: Th. Stöllner, G. Körlin, G. Steffens and J. Cierny, eds. *Man and Mining. Studies in honour of Gerd Weisgerber on occasion of his 65th birthday*. Der Anschnitt, Beih. 16. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum, pp.415-446.
- Straßburger, M., 2002. *Archäologie eines Bergwerkes des 17./18. Jahrhunderts am Schauinsland*. Magisterarbeit zur Erlangung der Würde des Magister Artium der Philosophischen Fakultäten der Albert-Ludwigs-Universität zu Freiburg i. Br.
- Straßburger, M., 2014. *Montanarchäologie und Wirtschaftsgeschichte des Bergbaus im Schauinsland vom 13. Jahrhundert bis um 1800*, Teil I-III. Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Philosophie an der Ludwig-Maximilians-Universität München.
- Straßburger, M., 2015. *Archäologie und Wirtschaftsgeschichte des Bergbaus im Schauinsland vom späten 13. Jahrhundert bis um 1800*. Universitätsforschungen zur Prähistorischen Archäologie, Bd. 275. Bonn: Dr. Rudolf Habelt.
- Straßburger, M. and Tegel, W., 2009. Holznutzung und Bergbau im Schwarzwald in Mittelalter und Neuzeit. *Der Anschnitt*, 61(3), pp.182-192.
- Stromer, W. v., 1984. Wassernot und Wasserkünste im Bergbau des Mittelalters und der frühen Neuzeit. In: W. Kroker and E. Westermann, eds. *Montanwirtschaft Mittelalters Europas vom 12. bis 17. Jahrhundert. Stand, Wege und Aufgaben der Forschung. Der Anschnitt*, Beih. 2. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum, pp.50-72.
- Timberlake, S., 2004. Early Leats and Hushing Remains. Suggestions and Disputes of Roman Mining and Prospection for Lead. *Mining History*, 15(4/5), pp.64-76.
- Tizzoni, M., 1997. Le miniere di argento medievali in Lombardia: distribuzione geografica e tecniche di scavo. In: L. Brigo and M. Tizzoni, eds. *Il Monte Calisio E L'Argento Nelle Alpi Dall'Antichità Al XVIII Secolo*. Trento: Comune die Civezano e Fornace, pp.269-279.
- Troitzsch, K. G., 1996. Individuelle Einstellungen und kollektives Verhalten. In: G. Küppers, ed. *Chaos und Ordnung. Formen der Selbstorganisation in Natur und Gesellschaft*. Stuttgart: Reclam, pp.200-228.
- Troitzsch, U., 2004. Erfinder, Forscher und Projektmacher. Der Aufstieg der praktischen Wissenschaften. In: R. v. Dülmen and S. Rauschenbach, eds. *Macht des Wissens. Die Entstehung der modernen Wissenschaft*. Köln, Weimar, Wien: Böhlau Köln, pp.439-464.
- Veith, H., 1871. *Deutsches Bergwörterbuch mit Belegen* (Reprint Vaduz 1986).
- Wagenbreth, O., Wächter, E., Becke, A., Douffet, H. and Jobst, W., 1990. *Bergbau im Erzgebirge. Technische Denkmale und Geschichte*. Leipzig: VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie.
- Weisgerber, G., 1981. Mittelalterliche Darstellungen von Kurbelhaspeln in ungewöhnlichem Zusammenhang. *Der Anschnitt*, 33(4), pp.165-166.
- Weisgerber, G., 1996. Mittelalterliche Bergbau-Funde aus der Grube Bliesenbach im Oberbergischen Kreis. *Der Anschnitt*, 48(1), pp.2-18.
- Weisgerber, G., 1998. Montanarchäologische Untersuchungen auf dem Altenberg – Zum mittelalterlichen Berg- und Hüttenwesen im Siegerland. In: C. Dahm, U. Lobbedey and G. Weisgerber, eds. *Der Altenberg. Bergwerk und Siedlung aus dem 13. Jahrhundert*, Bd. 1: Die Befunde. Denkmalpflege und Forschungen in Westfalen 34. Bonn: Dr. Rudolf Habelt, pp.133-219.
- Wilke, A., 1974. Aufsuchen und Erschließen von Erzlagerstätten. In: W. Gocht, ed. *Handbuch der Metallmärkte*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, pp.6-16.
- Wollmann, V., 1976. Römischer Bergbau in Alburnus Major (Roşia Montană) in Dakien. *Der Anschnitt*, 28(6), pp.182-191.
- Wollmann, V., 1999a. Contribution à la connaissance de la topographie archéologique d'Alburnus Maior (Roşia Montană) et à l'histoire des techniques d'exploitation romaines en Dacie. In: B. Cauuet, ed. *L'or dans l'antiquité de la mine à l'objet*. Aquitania Supplément, 9. Bordeaux: Aquitania, pp.117-130.

Wollmann, V., 1999b, Bergbau im römischen Dacien. In: R. Slotta, V. Wollmann and I. Dordea, eds. *Silber und Salz in Siebenbürgen*, Bd. 1. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum, pp.24-34.

Zagal-Mach Wolfe, U. I., 2013. Grasping Technology, Assessing Craft. Developing a Research Method for the Study of Craft-Tradition. *Acta archaeologica Lundensia*, Series 80. Lund: Faculty of Humanities and Theology, Lund University.

Lena Asrih

Innovations in medieval mining laws

ABSTRACT: *The present article examines the aspect of innovations in medieval mining laws, in form of an insight in the only historical project within the Leibniz Graduate School „Raw Materials, Innovation and Technology of ancient Cultures“ (RITaK), which was still in progress at the time the conference took place. With a focus on the Freiburger Bergrecht it will be discussed if we learn something about innovations through mining law texts and how innovative medieval mining laws themselves have been. Besides, it will be studied how aware the contemporaries were of innovative elements.*

KEYWORDS: MINING HISTORY, MINING TECHNOLOGY, MEDIEVAL MINING LAW, INNOVATIONS

In my doctoral thesis I dealt with the mining regulations of the Margraviate of Meißen – the so-called Freiburger Bergrecht (FBR). In order to study the topicality and practicability of this mining law text (on the basis of a translation into modern German), I classified it into the middle European history of mining law from the 12th to the 14th century and used an interdisciplinary approach by consulting mining-archaeological findings and results.¹

Medieval studies did not define the term “innovation” yet, although the image of the “dark middle ages” gets more and more revised (Hesse and Oschema, 2010b, pp.12-14), Uta Lindgren’s “Technik im Mittelalter” (Lindgren, 1996) and Hesse and Oschema’s „Aufbruch“ (Hesse and Oschema, 2010a) raise the question of what an innovation in the Middle Ages is or was. Besides all difficulties with the term or the underlying concepts, it seems to be clear that novelty (*innovatio*) plays a central role (Hesse and Oschema, 2010b, p.21; Lindgren, 1996, p.15). Though, the transfer of modern perspectives into historical times has to be avoided. As Schmidt emphasizes, the perception of “the new” in medieval times has not been investigated in detail yet (Schmidt, 2010, p.13). *Novitas*, for example, was a term with negative connotations throughout the Middle Ages, whereas in some technical spheres (Dohrn-van Rossum mentions military and architecture) *novitas* seemed to have a positive meaning (Dohrn-van Rossum, 2010, p.37, 45; Schmidt, 2010, p.13). In this paper, I will use the term “innovation” in a very broad interpretation, in the meaning of novelty linked with progress – being conscious of the fact that the term would actually need more examination.

A growing demand for silver and copper can already be registered in the 10th and 11th century, as a conse-

quence of the Carolingian politics and the resulting economic changes and growth. The first medieval mining areas known from written sources are those of the Harz, the Vosges and the Black Forest (10th and 11th century) (Bartels and Klappauf, 2012, p.144, 165, 176). Since the 12th century, the need and use of money – especially in politics – had been increasing again and, correspondingly, the interest in silver-mining areas. How important silver and other metals and minerals were to the sovereigns is visible for example in the so-called “Bergregal” – the royal mineral right. All the mining laws from the period between the 12th and 14th century contain this general claim. It was recorded 1158 by Frederick I. and separated the minerals from the land property so that they did not belong to the land owners any longer but to the king. Territorial lords could get the Bergregal as a fief. On this basis, they allowed miners to dig for ores in their territory. Of course, they had to tithe and to sell the silver for a special price to the corresponding lord (Hilsch, 1995). Gradually, the Bergregal slipped away from the hands of the kings and became an economic instrument of the territorial lords (Hägermann, 1984).

Medieval written record on mining mostly comes from the privileged mining sector (Bartels and Klappauf, 2012, pp.112-119). Silver mining areas from the 12th to the 14th century are known from sources like mining law texts, deeds, records of travelers and archaeological evidence. Since the further upswing of silver mining in the 12th century, the Ore Mountains, Bohemia, South Tyrol (Trento), Tuscany (Montieri and Massa Marittima), Sardinia (Iglesias) and Lavant Valley (Carinthia) have been among the most important silver mining regions in Europe (Gilomen, 2014, p.80). The known mining laws of

the time period between 12th and 14th century are the mining law of Tridentinum (Trento; first known written mining regulations in form of treaties from 1185 to 1214), the mining regulations of Massa Marittima (first half of the 13th century), the mining law of Iglau (Jihlava; second half of the 13th century), the *ius regale montanorum* of Bohemia (1300), the mining law of Goslar (in the middle of the 14th century) and the mining law of Freiberg (14th century). The rising silver production in the 12th and 13th century led to the consequent rise of technological complexity. The written sources on mining – like contracts and other mining law texts – are clearly showing this increase (Bartels, 1996, p.236). Especially the 13th century has been characterized as a century of inventions and innovations. Key words like “commercial revolution”, “era of innovations” or the beginning of a “technological age” reflect this reception in historical sciences (Bayerl, 2013, pp.74-75). As Popplow states, mines in the Middle Ages belonged to the central places of technological activities (Popplow, 2010, p.90). It is supposed that silver mining encouraged innovations more than e.g. iron mining did. Among others, this could be related to the formation of the ores and to the value of the precious metal (Reininghaus and Köhne, 2008, p.40).

For the time after the often announced crisis of mining in the 14th century, Popplow sees technical innovations as a reason for further recovery of mining and links this amongst others to transfers of knowledge through migration and mining laws (Popplow, 2010, p.89). It is discussed whether the “crisis” predominantly had technological or economic reasons. Gilomen e.g. states a general technological decline since the 1330ies (Gilomen, 2014, p.117), whereas Schmidtchen and Ludwig see an economic crisis (Schmidtchen and Ludwig, 1992, p.35).² Apparently, mining law texts often come up in phases of political renewal or economic decline (Asrih, in prep.).

Relating to mining law texts, one can distinguish different kinds of innovations. On the one hand, there are innovations by name in the text. In the mining law of Massa Marittima, for example, a general technological innovation of the time, the compass, appears for the first time in mining context (Hägermann and Ludwig, 1991, p.32). In addition to that, there are innovations in mining organization, like the institution of the “Erbstollen”, *inter alia* in the FBR (see below). On the other hand, there are innovations affecting the texts themselves. Mining regions were – and are – embedded in a network of exchange on various economic, political and societal levels. It is not for nothing that miners are often characterized as a very mobile group of people – although sometimes with a tendency to mythical transfiguration. Many mining law texts contain similar regulations or at least topics. Historical source criticism helped to identify paths of knowledge transfer and active exchange of mining law texts (Herrmann and Ermisch, 1882, pp.131-133).

Medieval mining law texts are an important source of many different aspects in the political and social life, and also of technological questions. This range is reflected in the works of Karl-Heinz Ludwig and Dieter Hägermann on

the mining law texts of Trento and Massa Marittima (Hägermann and Ludwig, 1986; 1991). Those rich written sources are not very considered in research, contrary to their value. Important works have been and continue to be the works of representatives of the history of law from the 19th and beginning 20th century. Especially the works of the law historians Hubert Ermisch (Ermisch, 1887) and Adolf Zycha (Zycha, 1900a; 1900b), who focused on the mining laws of Freiberg and Iglau, provided a basis for most of the investigations of mining law texts until today. There are only few modern works on medieval mining laws and there is no summarizing work on this topic.

The secondary literature available, dealing with mining law texts, has one thing in common: the contents are broken down into different topics, following either the operational requirements or superordinate topics like work organization, fees or groups of persons. Of course, the selection of the subtopics depends on the professional background and the focus of the respective author, a fact that renders comparative analyses difficult. There must be many similarities and dependences between different mining law texts which are unknown until today, due to the lack of research. Those similarities are discussed to be founded in operational requirements and exchange processes (Pfeifer, 2002, pp.113-114; Bartels and Klappauf, 2012, p.189; Asrih, in prep.).

The FBR is a good example for that. It is preserved in two versions – an earlier one and a later one. Since Hubert Ermisch has been working on them, those two versions are named and dated as follows: Freiberg Bergrecht A (FBR A) 1310–1327 and Freiberg Bergrecht B (FBR B) 1346–1375. Their development is closely linked to and partly dependent on the municipal and mining law of Iglau and the municipal law of Freiberg and has non-written (or not passed on) precursors. As an example, we can regard the so-called “Erbstollen” and its appurtenant regulations. Erbstollen are adits which were driven by groups of people (“Stollengewerken”) to dewater and ventilate the mines in a specific area, for a fee. Their implementation led to detailed regulations on how to manage the complex situation with all the persons involved above and below ground. In the questions, version A raises and B partly answers, we see the need of novelties, but also the dynamics of mining practice. Freiberg asked Iglau for a mining law text which would be suitable for this new situation. That is why the FBR B contains, besides parts of the FBRA, lot of regulations deriving from the mining law of Iglau (Herrmann and Ermisch, 1882).

In order to analyze the FBR, I translated it from Middle High German and formed ten subject areas: 1. persons and groups of persons, 2. basic authorizations – Bergregal (royal mineral right) and Bergbaufreiheit (right of mining), 3. mining authorizations, 4. claim surveying and standards, 5. technology and work equipment, 6. transported material, 7. economy, 8. judicial spheres, 9. instruments to keep order and 10. land usage apart from mining. The basis of my translation was the edition of the FBR by Hubert Ermisch (Ermisch, 1886, pp.267-276,

Persons and groups of persons in the FBR (A and B)		
a. Territorial lord and administrative officers		
b. Persons with monitoring and control role		
Bergmeister	Zehntner	Hutleute
Leiher	Steiger	Ganghauer
c. Persons of court and for protecting legal interests		
Bergrichter	Schöffen	Bürger von Freiberg
Geschworene	Stufenschläger	Stadtrichter
d. Providers of labor and capital for mining		
Gewerken	Lehnhäuer	
Häuer	Waldwerken	
e. Other designations of persons and groups of persons		
Mann/Männer	Bergmann/-leute	Bürger
Leute	Amtmann/-leute	Grubenzimmermann
Muter	Gesinde	Schmied
Finder	Besteller	Messer
Neufänger	Boten	Sachwalter
Bauer	Dorfherr	

Tab. 1. Persons and groups of persons in the FBR (A and B) (German names).

285-299).³ To put the question on the topicality and practicability of the FBR, it was necessary to choose a limited number of appropriate topics. The four topics chosen (judicial spheres, associations of persons, claim surveying and technology and working materials) resulted from the examination of the mining historical and archaeological literature and the information potential of the source, the FBR (Asrih, in prep.).

I will now briefly refer to the point “persons and groups of persons” to give an example of the FBR contents. A genuine demonstration of the variety and richness of the FBR is the compilation of all appearing designations of persons and groups of persons (Tab.1), taking into account that the FBR is – compared for example to the *ius regale montanorum* or the *Ordinamenta of Massa Marittima* – a shorter text.

Mining laws generally regulated the relations between different interest groups and described – in sometimes more, sometimes less detailed manner – the characteristics, duties and obligations of the different stakeholders like judges (Bergrichter, Stadtrichter), head miners (Steiger), mine surveyors (Messer, later Markscheider) or the providers of labor and capital (e.g. Gewerken and Lehnhäuer). Those early records of the prospect of how administrative structures and processes in mining should be handled are important for the history of the development of institutions like the “Gewerkschaft” (the association of people who shared the financial risks and benefits of mining activities) or the “Direktionsprinzip” (the control of mines by state officials). The innovation level is difficult to identify in this field. So, it has not been investigated yet how many of the designations listed above are already known from earlier and other contemporary sources, especially mining law texts.

After this short overview on medieval mining laws, their context and contents, it is obvious that this type of sources came up in very dynamic times. The implementation of the royal mineral right, as a basis, could be seen as an innovation of the 12th century, which strongly changed mining administration and practice. Closely connected to that, mining law texts themselves are innovations of the 12th century and their development correlate with the general development of law in middle Europe. The question of how aware the contemporaries were of innovations can be answered by a well-known example in mining historical literature. In the first preserved mining law text (Trento) we find a rule of using one water wheel for each smelting furnace. If someone drove two furnaces by one wheel, a practice that had been in use only as of recently, he should pay double fee (Hägermann and Ludwig, 1986, p.19, 45, 63). But also the many references to customs and their denial – or sometime affirmation – show the awareness of development and innovation. Many rules of those laws trace back to a problem, a conflict or an innovation which has to be handled. The research potential of those surprisingly detailed, elaborate and pragmatic written sources is underestimated and barely tapped. The current excavations in the Saxon Ore Mountains, especially in Dippoldiswalde and Niederpöbel, revealed plenty of new results.⁴ In combination with such archaeological mining research, the possibility of comparing or completing pictures or of examining states of research is given (Asrih, in prep.).

Notes

- 1 Asrih, in prep.
- 2 In the context of a decline or "crisis of mining in the 14th century", Bartels emphasizes the necessity of not only focusing on precious and non-ferrous metals. The picture is much complexer than sources and the current state of research suggest. (Bartels, 2012)
- 3 The Codex diplomaticus Saxoniae regiae online: <http://codex.isgv.de/codex.php> (the Freiburger Bergrecht is in volume CDS II 13).
- 4 www.archaeomontan.eu.

Bibliography

- Asrih, L., in prep. Zur Frage nach der Aktualität und Praktikabilität des Freiburger Bergrechts auf Grundlage einer Übertragung aus dem Mittelhochdeutschen. Eine Untersuchung unter Berücksichtigung der allgemeinen Bergrechtsgeschichte Mitteleuropas vom 12. bis ins 14. Jahrhundert (title Phil. Diss. accepted Bochum 2016).
- Bartels, C., 1996. Der Bergbau – im Zentrum das Silber. In: U. Lindgren ed. *Europäische Technik im Mittelalter. Tradition und Innovation*. Berlin: Gebr. Mann, pp.235-248.
- Bartels, C., 2012. Gab es eine Depression der europäischen Montanwirtschaft im 14. und 15. Jahrhundert? *Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br.*, 102, pp.1-20.
- Bartels, C. and Klappauf, L., 2012. Das Mittelalter. Der Aufschwung des Bergbaus unter den karolingischen und ottonischen Herrschern, die mittelalterliche Blüte und der Abschwung bis zur Mitte des 14. Jahrhunderts. In: C. Bartels, R. Slotta, eds. 2012. *Geschichte des deutschen Bergbaus*. Bd.1: Der alteuropäische Bergbau. Von den Anfängen bis zur Mitte des 18. Jahrhunderts. Münster, pp.111-248.
- Bayerl, G., 2013. *Technik im Mittelalter und Früher Neuzeit*. Stuttgart: Theiss.
- Dohrn-van Rossum, G., 2010. Novitates – Inventores. Die ‚Erfindung der Erfinder‘ im Spätmittelalter. In: H.-J. Schmidt, ed. 2010. *Tradition, Innovation, Invention. Fortschrittsverweigerung und Fortschrittsbewusstsein im Mittelalter*. Berlin, New York: de Gruyter (Scrinium Freiburgense; 18), pp.27-49.
- Ermisch, H., ed., 1886. *Urkundenbuch der Stadt Freiberg in Sachsen*. II. Band: Bergbau, Bergrecht, Münze, Codex diplomaticus Saxoniae regiae, II 13. Leipzig: Giesecke & Devrient.
- Ermisch, H., 1887. *Das sächsische Bergrecht des Mittelalters*. Leipzig.
- Gilomen, H.-J., 2014. *Wirtschaftsgeschichte des Mittelalters*. C.H. Beck Wissen, 2781. München: C.H. Beck.
- Hägermann, D., 1984. Deutsches Königtum und Bergregal im Spiegel der Urkunden. Eine Dokumentation bis zum Jahre 1272. *Der Anschnitt*. Beihefte (2), pp.13-23.
- Hägermann, D. and Ludwig, K.-H., 1986. *Europäisches Montanwesen im Hochmittelalter. Das Trienter Bergrecht 1185–1214*. Böhlau-Studien-Bücher., Quellen, Dokumente, Materialien. Köln, Wien: Böhlau.
- Hägermann, D. and Ludwig, K.-H., eds. 1991. *Europäisches Bergrecht in der Toscana. Die Ordinamenta von Massa Maritima im 13. und 14. Jahrhundert*. Köln, Wien: Böhlau.
- Herrmann, W. and Ermisch, H., 1882. *Das Freiburger Bergrecht*. *Neues Archiv für Sächsische Geschichte*, 3, pp.118-151.
- Hesse, C. and Oschema, K., eds. 2010a. *Aufbruch im Mittelalter. Innovationen in Gesellschaften der Vormoderne*. Ostfildern: Thorbecke.
- Hesse, C. and Oschema, K., 2010b. *Aufbruch im Mittelalter. Innovationen in Gesellschaften der Vormoderne*. Eine Einführung. In: C. Hesse, K. Oschema, eds. 2010. *Aufbruch im Mittelalter. Innovationen in Gesellschaften der Vormoderne*. Ostfildern: Thorbecke, pp.9-33.
- Hilsch, P., 1995. *Bemerkungen zum Bergbau und Bergregal im 12. Jahrhundert*. In: S. Lorenz, U. Schmidt, eds. 1995. *Von Schwaben bis Jerusalem. Facetten staufischer Geschichte. Veröffentlichungen des Alemannischen Instituts*, 61. Sigmaringen: Thorbecke, pp.37-50.
- Lindgren, U., ed., 1996. *Europäische Technik im Mittelalter. Tradition und Innovation*. Berlin: Gebr. Mann.
- Pfeifer, G. C., 2002. *Ius Regale Montanorum. Ein Beitrag zur spätmittelalterlichen Rezeptionsgeschichte des römischen Rechts in Mitteleuropa*.
- Poplow, M., 2010. *Technik im Mittelalter*. Beck Wissen, 2482. München: C.H. Beck.
- Reininghaus, W. and Köhne, R., 2008. *Berg-, Hütten- und Hammerwerke im Herzogtum Westfalen im Mittelalter und in der Frühen Neuzeit*. Münster. *Geschichtliche Arbeiten zur westfälischen Landesforschung Wirtschafts- und Sozialgeschichtliche Gruppe*; 18.
- Schmidt, H.-J., 2010. Einleitung: Ist das Neue das Bessere? Überlegungen zu Denkfiguren und Denkblockaden im Mittelalter. In: H.-J. Schmidt, ed. 2010- *Tradition, Innovation, Invention. Fortschrittsverweigerung und Fortschrittsbewusstsein im Mittelalter*. Scrinium Freiburgense; 18. Berlin, New York: de Gruyter, pp.7-24.
- Schmidtchen, V. and Ludwig, K.-H., eds. 1992. *Metalle und Macht. 1000-1600 Propyläen Technikgeschichte*.
- Zycha, A., 1900a. *Das böhmische Bergrecht des Mittelalters auf Grundlage des Bergrechts von Iglau*. Bd. 1: Die Geschichte des Iglauer Bergrechts und die böhmische Bergwerksverfassung. Berlin. (1).
- Zycha, A., 1900b. *Das böhmische Bergrecht des Mittelalters auf Grundlage des Bergrechts von Iglau*. Bd. 2: Die Quellen des Iglauer Bergrechts. Berlin. (2).

Contributors

Lena Asrih, M.A.

Deutsches Bergbau-Museum Bochum
Forschungsbereich Bergbaugeschichte
Herner Str. 45
D-44787 Bochum
lena.asrih@bergbaumuseum.de

Dr. Paul T. Craddock

The British Museum
Dept. of Conservation and Science
London WC1B 3DG
paulcraddock@btinternet.com

Dr. Alexandra David

Institut Arbeit und Technik der Westfälischen Hochschule
Gelsenkirchen Bocholt Recklinghausen
Munscheidstr. 14
D-45886 Gelsenkirchen
david@iat.eu

Prof. Dr. Frank Hillebrandt

FernUniversität in Hagen
Fakultät für Kultur- und Sozialwissenschaften
Universitätsstraße 11
D-58097 Hagen
frank.hillebrandt@fernuni-hagen.de

Carlos Martín Hernández M.A.

Ruhr-Universität Bochum
Institut für Archäologische Wissenschaften
Am Bergbaumuseum 31
D-44791 Bochum
carlos.martin@ruhr-uni-bochum.de

Dr. Volker Hilberg

Archäologisches Landesmuseum
Stiftung Schleswig-Holsteinische Landesmuseen
Schloss Gottorf
4837 Schleswig
volker.hilberg@schloss-gottorf.de

Michael Klaunzer M.A.

Deutsches Bergbau-Museum Bochum
Forschungsbereich Archäometallurgie
Herner Straße 45
D-44787 Bochum
michael.klaunzer@bergbaumuseum.de

Patrick Könemann M.A.

Ruhr-Universität Bochum
Institut für Archäologische Wissenschaften
Am Bergbaumuseum 31

D-44791 Bochum

patrick-oliver.koenemann@rub.de

PD Dr. Thomas Knopf

Eberhard Karls Universität Tübingen
Institut für Ur- und Frühgeschichte und Archäologie
des Mittelalters, Abt. Jüngere Urgeschichte und Früh-
geschichte
Schloss Hohentübingen
Burgsteige 11
D-72070 Tübingen
thomas.knopf@uni-tuebingen.de

Dr. Kerstin Kowarik

Naturhistorisches Museum Wien
Burgring 7
A-1010 Wien
kerstin.kowarik@nhm-wien.ac.at

Ingolf Löffler M.A.

Institut für Archäologische Wissenschaften
Am Bergbaumuseum 31
D-44789 Bochum
ingolf.loeffler@bergbaumuseum.de

Dr. Stephen W. Merkel

Deutsches Bergbau-Museum Bochum
Forschungsbereich Archäometallurgie
Am Bergbaumuseum 31
D-44791 Bochum
stephenwilliam.merkel@bergbaumuseum.de

Doreen Mölders, M. A.

Staatliches Museum für Archäologie Chemnitz
Stefan-Heym-Platz 1
D-09111 Chemnitz
doreen.moelders@lfa.sachsen.de

Sophia Nomicos M.A.

Westfälische Wilhelms-Universität Münster
Institut für Klassische Archäologie und Christliche
Archäologie/Archäologisches Museum
Domplatz 20-22
D-48143 Münster
sophia.nomicos@gmail.com

PD Dr. Dieter Rehfeld

Institut Arbeit und Technik der Westfälischen Hochschule
Gelsenkirchen Bocholt Recklinghausen
Munscheidstr. 14
D-45886 Gelsenkirchen
rehfeld@iat.eu

Mag. Hans Reschreiter

Naturhistorisches Museum Wien
Abteilung Prähistorie
Burggring 7
A-1010 Wien
hans.reschreiter@nhm-wien.ac.at

Prof. Dr. Michael W.M. Roos

Lehrstuhl für Makroökonomik
Ruhr-Universität Bochum
Universitätsstraße 150
D-44801 Bochum
michael.roos@rub.de

Jun-Prof. Dr. Constance von Rüden

Ruhr-Universität Bochum
Institut für Archäologische Wissenschaften
Am Bergbaumuseum 31
D-44791 Bochum
constance.vonrueden@rub.de

Dr. Silviane Scharl

Universität zu Köln
Institut für Ur- und Frühgeschichte Köln
Weyertal 125
D-50923 Köln
sscharl@uni-koeln.de

Prof. Dr. Thomas Stöllner

Deutsches Bergbau-Museum Bochum
Abteilung Forschung und Forschungsbereich Montanarchäologie
Am Bergbaumuseum 31
D-44791 Bochum
thomas.stoellner@bergbaumuseum.de

Ruhr-Universität Bochum
Institut für Archäologische Wissenschaften
Am Bergbaumuseum 31
D-44791 Bochum
thomas.stoellner@rub.de

Dr. Zofia Anna Stos-Gale

Ifold, West Sussex
zofia@stos-gale.com

Dr. Martin Straßburger

Planungsbüro für Montanarchäologie/Consultancy for
Mining Archaeology
Grubetstraße 16
D-86551 Aichach
martin@miningarchaeology.com

Dr. Simon Timberlake

McDonald Institute,
University of Cambridge, UK
st410@cam.ac.uk

Dr. rer. nat. Barbara Viehweider

University of Innsbruck
Institute of Botany,
Sternwartestraße 15
A-6020 Innsbruck
viehweider.barbara@gmail.com

Dr. des. Arne Windler M.A.

Deutsches Bergbau-Museum Bochum
Forschungsbereich Montanarchäologie
Herner Str. 45
44787 Bochum
arne.windler@bergbaumuseum.de

Dipl.-Ing. Dr.techn. Gabriel Wurzer

Technische Universität Wien
Fakultät für Architektur und Raumplanung
Karlsplatz 13
A-1040 Wien
wurzer@iemar.tuwien.ac.at

Programs of the RITaK Conferences

TAG 1: FREITAG 22.11.2013

9:30 – 9:50
Begrüßung

HANDEL UND AUSTAUSCH

9:50 – 10:25

Gabe und/oder Tausch – zur Soziologie der

Reziprozität

Frank Hillebrandt (Fernuniversität Hagen, Institut für Soziologie)

10:25 – 11:00

Rationale und relationale Analysen von Tauschprozessen im Hochland von Papua-Neuguinea

Joachim Görllich (Max-Planck-Institut für ethnologische Forschung, Halle)

11:00 – 11:30

Pause

11:30 – 12:05

Organisationsformen von Tausch im Neolithikum – das Beispiel der Silexversorgung in Nordwestbayern

Silviane Scharl (Universität Köln, Institut für

Ur- und Frühgeschichte)

12:05 – 12:40

Marktwirtschaft versus Subsistenz:

Der Austausch von Öl gegen Getreide im antiken Athen und im frühbyzantinischen Milet

Hans Lohmann (Universität Bochum, Institut

für Archäologische Wissenschaften)

12:40 – 13:45

Mittagspause

13:45 – 14:20

Die moderne Version der Theorie Zentraler

Orte

Johannes Bröcker (Universität Kiel, Institut für Regionalforschung)

14:20 – 14:55

Der Beginn der Urbanisierung und die Neue

Ökonomische Geographie

Arne Windler (Universität Bochum, Institut für Archäologische Wissenschaften)

RESSOURCENMANAGEMENT

14:55 – 15:30

Das Konzept der Ressourcenkulturen und

Ressourcenkomplexe

Roland Hardenberg (Universität Tübingen, Abteilung für Ethnologie)

15:30 – 16:00

Pause

16:00 – 16:35

Experimentelle Evidenz zum Einfluss von

Ressourcenknappheit auf Kooperationsverhalten und die Bereitschaft, anderen Schaden

zuzufügen

Sebastian Prediger (Leibniz-Institut für Globale und Regionale Studien, Hamburg)

16:35 – 17:10

Konjunkturen in der Urproduktion (Silexberg-

bau, frühes Metall): Ein empirischer Beitrag zur Vorbeugung von Missverständnissen

Tim Kerig (University College London, Institute of Archaeology)

17:10 – 17:45

Was ist groß?

Aspekte einer prähistorischen Ressourcen-

Ökonometrie

Thomas Stöllner (Universität Bochum, Institut für Archäologische Wissenschaften)

19:00

Abendessen

TAG 2: SAMSTAG 23.11.2013

9:00 – 9:35

Salz – Bergbau – Wirtschaft:

Diskussion wirtschaftsarchäologischer Aspekte am Beispiel der prähistorischen Hallstätter

Salzbergwerke

Kerstin Kowarik (Naturhistorisches Museum

Wien, Prähistorische Abteilung)

WIRTSCHAFTS- UND

SOZIALSTRUKTUREN

9:35 – 10:10

Die Entstehung von Ungleichheit in einem agentenbasierten Computersimulationsmodell

Michael Roos (Universität Bochum, Lehrstuhl für Makroökonomik)

10:10 – 10:45

Technische Neuerungen als soziales Kapital?

Das Beispiel der Textilproduktion im bronzezeitlichen Italien

Christoph Kremer (University of Copenhagen, Centre for Textile Research)

10:45 – 11:15

Pause

11:15 – 11:50

Kulturelle Aspekte von Strategien zur Bewältigung des Strukturwandels.

Mit besonderem Blick auf Räume jenseits der

Agglomerationen

Dieter Rehfeld (Institut Arbeit und Technik, Gelsenkirchen)

11:50 – 12:25

Das Thema Wirtschaft in der Oppidaforschung.

Eine wissenschaftliche Spurensuche

Doreen Mölders (Landesamt für Archäologie Sachsen, Chemnitz)

12:25 – 13:25

Mittagspause

13:25 – 14:00

Soziale und religiöse Parameter eisenzeitlicher Ökonomie: Theorie und Fallstudien

Thomas Knopf (Universität Tübingen, Abteilung für jüngere Urgeschichte und Frühgeschichte)

14:00 – 14:30

Abschlussdiskussion

Archäologische Quellen haben ihren Ursprung immer in einem komplexen ökonomischen Prozess zwischen Produktion, Distribution und Konsum, deshalb ist wirtschaftliches Handeln von besonderer Relevanz für die Rekonstruktion prä-historischer und antiker Gesellschaften. Folglich erscheint die mangelnde Berücksichtigung ökonomischer Theorien in der Archäologie bemerkenswert. Dies kann möglicherweise durch die unterschiedlichen Herangehensweisen der Disziplinen begründet werden, da durch die abstrakten Modelle der Ökonomen ein interdisziplinärer Austausch und methodischer Zugriff erschwert wird. Werden dennoch Konzepte übernommen oder selbst entwickelt, erfolgt dies meist aus einem wirtschaftlichen Alltagsverständnis heraus und ist nur in seltenen Fällen ökonomisch fundiert.

Ein interdisziplinärer Austausch mit der Volkswirtschaftslehre sollte zum Selbstverständnis der Wirtschaftsarchäologie gehören, um die wissenschaftlichen Ansätze und die eigene Methodik zu verfeinern. Deshalb möchte der Workshop zu einer Diskussion zwischen Ökonomie, Archäologie und Soziologie anregen und mögliche fächerübergreifende Schnittmengen aufzeigen.

ANFAHRT:



Mit dem ÖPVN:

Ab Bochum Hbf - U 35 Richtung Herne
Haltestelle: Deutsches Bergbau-Museum

Mit dem Auto:

A 40, Ausfahrt BO-Zentrum, Richtung Zentrum nach ca. 2 km liegt das DBM auf der linken Seite und gegenüber das Institut für Archäologische Wissenschaften

ANMELDUNG:

Bis zum 14.11.2013

Arne.Windler@rub.de

+49 (0)234 32-32 25217 218

Workshopgebühr: 20€



RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM
INSTITUT FÜR ARCHÄOLOGISCHE WISSENSCHAFTEN

Am Bergbaumuseum 31 | D-44791 Bochum
Fon +49 (0)234 32-28075 | Fax +49 (0)234 32-14234
arch-wissenschaften@rub.de
www.rub.de/archaeologie



RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM

RUB

PERSPEKTIVEN EINER ÖKONOMISCHEN ARCHÄOLOGIE

Interdisziplinärer Workshop an der
Ruhr-Universität Bochum
22. und 23. November 2013

Institut für Archäologische
Wissenschaften und Lehrstuhl für
Makroökonomik



THURSDAY, 27. NOVEMBER

- 12:00** Greeting
12:30 Thomas Stöllner • Resources, innovation, technology. Theoretical approaches to abstract concept and research content

THEORY

- 13:00** Tim Keric • Remarks on raw materials and on the technology of innovation
13:35 Arne Windler • From the Aegean Sea to the Parisian Basin. Spondylus during the process of Neolithisation

14:00 Coffee break

- 14:25** Constance v. Rüden • Approaching ancient techniques: From technology to bodily learning and skill

- 14:50** Joachim Görlich • Rational and relational analyses of exchange processes in the Highlands of Papua New Guinea

- 15:15** Frank Hillebrandt • The resources in practice. A new notion of materiality in sociology

15:35 Coffee break

THE MEDITERRANEAN IN THE 1ST MILLENNIUM BC

- 15:55** Paul Craddock • Major lost wax casting in antiquity: Problems and alternatives

- 16:30** Thomas Schattner • Developments of mining in the Iberian Pyrite belt during the Iron Age

- 18:00** Ernst Pernicka • New approaches to the provenance of Bronze Age tin

20:00 Fingerfood



FRIDAY, 28. NOVEMBER

- 08:30** Zofia Anna Stos-Gale • The sources and supply of silver for the Archaic Greek coinage: a re-evaluation of the lead isotope and chemical data

- 09:05** Martina Renzi • Phoenician metallurgy in the Iberian Peninsula: Integration and innovation

- 09:30** Carlos Marín Hernández • The economic and commercial infrastructure of the Phoenicians and their productive metallurgical hinterland in the Tartessian southwest

09:55 Coffee break

- 10:20** Sophia Nomicos • Laurion. An ancient mining landscape in the light of the archaeological evidence

THE EARLY METAL AGES BETWEEN CENTRAL ASIA AND THE NEAR EAST

- 10:45** Thomas E. Levy • The ‚Pompeii Effect‘ and understanding early Bronze Age copper production in the Southern Levant: New views from the Faynan district in Southern Jordan

- 11:20** Ingolf Löffler • New thoughts about Iron Age metallurgy in Faynan: A discussion

12:00 Lunch

- 13:30** Catherine Marro • Natural resource exploitation and subsistence strategies in Nakhchivan during the 5th-4th millennia BC

- 13:55** Barbara Helwing • The use and circulation of metals in the early state societies of Southwestern Asia

- 14:20** Michael Klauzner • Exchange of goods and raw materials in late Chalcolithic Anatolia

14:45 Coffee break

- 15:10** Aydin Abar • Social aspects of production and processing in Bronze Age Oman

- 15:35** Simon Timberlake • Experimental archaeology in Bronze Age mining: Perspective and results...

- 16:00** Visitor mine /simulated shaft descent/ mining headframe

19:00 Dinner



SATURDAY, 29. NOVEMBER

- 08:30** Thomas Koch-Waldner/Barbara Viehweider • The development of prehistoric mining and its environmental implications: The example of Kitzbühel (Tyrol, Austria)

- 08:55** Alica Ventresca-Miller • Modeling Bronze Age isoscapes: Evaluating prehistoric subsistence and movement via modern biosphere sampling in Kazakhstan

- 09:20** Hande Özyarkent/Anton Gontscharov • Defining mobility and metallurgy of Bronze Age populations in Central and Eastern Kazakhstan: Multiple analyses approach on the economic issues of past

09:45 Coffee break

FROM THE MIDDLE AGES BACK TO THE ROMAN IRON AGE IN CENTRAL AND NORTH EUROPE

- 10:10** Florian Tereygeol • Sectorial and societal technological transfers: mining and metallurgies between the XVth and XVIIth c.

- 10:45** Martin Straßburger • Development of particular aspects of mining from the early to the late middle ages

- 11:10** Lena Asrih • Innovations in medieval mining laws. A multidimensional view at the „Freiberger Bergrecht“

12:00 Lunch

- 13:30** Volker Hilberg • The access to raw materials and its impact on Scandinavia's socio-economic development in the early middle ages

- 13:55** Stephen W. Merkel • Elemental and lead isotope analysis of Viking-age silver from Hedeby: Results and conclusions

- 14:20** Christoph Schmidt • Roman metal in Germanic broochs - Frieñstedt (Kr. Erfurt) and the elites in the Germania magna

- 14:45** Patrick Könnemann • Roman imports and metal recycling in the Roman Iron Age settlement Kamen-Westick (North Rhine Westphalia)

15:10 Coffee Break

- 15:40** Final discussion

What's the conference about

Raw materials have had a formative influence on the history of humanity and have played an incomparable role in economic and cultural development. Their extraction has left behind traces that are still visible today. The second Milestone conference succeeded in bringing together important insights on the topic of mining landscapes (see Metalla 20.2, 2013).

In this year's final conference of the Leibniz Graduate School RITak, the doctoral candidates present the specific developments in their respective fields of study to an international specialist audience. Together with well-known guest speakers from the local region as well as from France, England, Qatar, and the United States, they seek to answer the key questions of the Graduate School on raw materials, innovation, and technology of ancient cultures in the different regions/study areas.

History of the Leibniz Graduate School RITak

2011-06-26	Kickoff meeting
2011-12-06/07	1st RITak Milestone meeting
2012-05-29/06-01	RITak short course „An Introduction to Ore Geology and Ore Mineralogy“
2012-10-30/31	2nd RITak Milestone meeting
2013-10-11/12	8th HIMAT Milestone meeting/ 3rd RITak Milestone meeting – Austria/Bischshofen
2013-11-22/23	Interdisciplinary Workshop: Perspektiven einer ökonomischen Archäologie

Advisory Board

Dr. Béatrice Gauwet, Toulouse
Prof. Dr. Barbara Ottaway, Exeter
Prof. Dr. Thilo Rehren, London
Prof. Dr. Helko Steuer, Freiburg



How to get here

By bus & train

From Bochum Hauptbahnhof (central station), take the U 35 towards Herne. Exit at „Deutsches Bergbau-Museum“.

By car

A 40, exit BO-Zentrum, follow signs towards city centre (Zentrum). After about 2 km you will find the DBM on the left-hand side.

A 43, exit Bochum Riemke/Zentrum, follow signs towards city centre (Zentrum). After about 4 km you will find the DBM on the left-hand side.

Registration

Till November 12th 2014
Please fill out the registration form on our website:
www.ritak-leibniz.de/ / www.bergbaumuseum.de

Contact

petra.eisenach@bergbaumuseum.de

Deutsches Bergbau-Museum Bochum
c/o Ruhr-Universität Bochum
Institut für Archäologische Wissenschaften
Am Bergbaumuseum 31 • 44787 Bochum



Resources, Innovation & Technology of Ancient Cultures

Final Conference
of the Leibniz Graduate School RITak

27. – 29. November 2014

Deutsches Bergbau-Museum Bochum



