

Christoph Bartels

Historisch-archäologische Kooperation: Interdisziplinär unterwegs in sperrigem Gelände – eine Bilanz nach drei Jahrzehnten

Ausgangsüberlegungen

Zur Gewinnung von mineralischen Rohstoffen aus der Geosphäre bedarf es einer Kombination von handwerklich-technischen Fertigkeiten mit intellektueller Durchdringung von Prozessen und Strukturen in der Geosphäre. Um hier erfolgreich zu arbeiten, müssen die Akteure über gesichertes Wissen verfügen, das sie befähigt, die nutzbaren Mineralien zu erkennen, sie unter einigermaßen sicheren Bedingungen aus dem Untergrund zu bergen, von unerwünschten Bestandteilen abzutrennen und durch verschiedene chemisch-physikalische Prozesse als Rohstoffe möglichst rein zu konzentrieren. Es bedarf der Entwicklung komplexer, reproduzierbarer Verfahren, deren Handhabung erlernt werden kann. Alle hier tätigen Akteure benötigen spezielles Wissen über die Materie, über anzuwendende Techniken und Prozesse und über strukturelle Zusammenhänge, gesichertes Wissen in Feldern der Theorie in Kombination mit praktischer Handhabung. Die Fähigkeit zur Erzeugung von z. B. nutzbaren Metallen oder brauchbaren Steinprodukten belegt nicht zuletzt den Erwerb und Gebrauch von gesichertem, operationalisierbarem Wissen durch die Produzenten.¹

Um die Geschichte von Montanproduktion zu verstehen, ist es für Historiker wie für Archäologen oder Materialanalytiker erforderlich, den Wissenshorizont der Akteure in der Vergangenheit auszuloten. Das ist schwieriger, als man zunächst annehmen mag. Denn die Zunahme naturwissenschaftlicher Kenntnisse und der fortschreitende Erwerb technischer und wissenschaftlicher Hilfsmittel, Mess- und Analysemethoden und -geräte hat älteres Wissen abgelöst. Seit gut 5000 Jahren sind Menschen in der Lage, ein ziemlich reines Kupfer zu erzeugen. Aber die genutzten Methoden der Prozesskontrolle haben gewechselt: Es ist z.B. noch nicht so lange her, dass Thermometer entwickelt wurden, mit denen heute die Einhaltung erforderlicher Prozesstemperaturen überwacht wird. Die Herstellung von Bronze ist ohne verlässliche Methoden zur Kontrolle von Temperaturen und Mischungsverhältnissen nicht möglich. Dass sie schon vor

mehr als 3000 Jahren hergestellt werden konnte, belegt die Kenntnis und Nutzung entsprechender, verlässlicher Prozesssteuerungs- und Kontrollmethoden. Die (dinglich belegten) Ergebnisse jahrhundertlang ohne moderne Messinstrumente zu erreichen, macht die hier erbrachte Leistung umso bemerkenswerter. Die Gegenwart kann das ohne die heute verfügbaren Techniken und Instrumente nicht mehr. Hier ist altes Wissen verloren gegangen. Wir können so manches nicht mehr (!), was man im Mittelalter (noch!) und in der Bronzezeit (schon!) konnte.

Die überlieferten historischen Objekte selbst bezeugen vielfach einen Stand der Kenntnisse und Fertigkeiten, welcher die Vorstellung von „Primitivität“ oder „Unwissenheit“ der Zeitgenossen vergangener Kulturen ebenso ins Reich des Absurden verweisen, wie die Annahme, heutige Kulturen mit geringer Nutzung moderner Zivilisationsprodukte könnten als „rückständig“ betrachtet werden.

Um die Geschichte der Erzeugung geogener Rohstoffe zu erforschen, ist Interdisziplinarität unverzichtbar. Wer verstehen will, was in einem Bergwerk geschieht, kommt ohne grundlegende Kenntnisse über in der Erdkruste wirkende Kräfte, anzuwendende Techniken, Anforderungen an eingesetzte Materialien, Arbeitsabläufe, Gefahrenpotenziale usw. ebenso wenig aus, wie ohne Kenntnisse der Eigenschaften und Strukturen der abgebauten Mineralien und der Gesteine, in die sie eingebettet sind. Wenn man z.B. Metallerzeugung verstehen möchte, sind Kenntnisse in Chemie und Physik, Geologie und Mineralogie in einem gewissen Umfang unverzichtbar. Man muss sich, kurz gesagt, einerseits Wissen in Bereichen jenseits des eigenen Fachs aneignen, was nur in gewissen Grenzen leistbar ist, weshalb es andererseits, ebenso unvermeidlich, des Kontakts zu entsprechenden Fachleuten bedarf. Dabei müssen sich Vertreter der historischen Wissenschaften vor Augen halten, dass die gegenwärtigen Spezialisten von den aktuellen Bedingungen und Umständen ausgehen, denn sie wirken vor allem für die Bereitstellung von Material und Kenntnissen für die Gegenwart. Aber wesentliche Bedingungen haben sich im historischen Prozess

verschoben. Es ist z.B. noch nicht allzu lange so, dass Arbeitsleistung vor allem in aufgewandten Zeitstunden gemessen wird. Weite Bereiche, z.B. des Handwerks, waren jahrhundertlang auf das „Tagwerk“ angewiesen, dessen Dauer und Ergebnis von der wechselnden Dauer des Tageslichts bestimmt wurde. Der Arbeitstag mit fixer Stundenzahl als Regelfall ist historisch jung, ebenso, wie das Agieren in nur einem Feld/Beruf zum Erwerb des Lebensunterhalts.² Genauso verhält es sich mit Normen. Deren umfassende Durchsetzung ist ein typisches Produkt von Industriegesellschaften. Ein Blick in die Geschichte der Metrologie zeigt, dass es noch vor 200 Jahren eine Vielfalt von Maßen und Gewichten in den zersplitterten Territorien Mitteleuropas gab. Gleiche Maßbezeichnungen bedeuten nicht, dass z.B. jede „Elle“ gleich lang war. Daraus ergaben sich Probleme (aber auch Möglichkeiten) für Handel und Warenaustausch, die uns fremd geworden sind.

„Interdisziplinarität“ ist in der Wissenschaft in aller Munde, man findet kaum jemanden, der diese nicht begrüßt. Schwieriger wird es bei der Umsetzung. Denn die Vorstellung, man müsse die Ergebnisse der Spezialisten addieren, das wäre dann interdisziplinär, ist falsch. Die zusammenwirkenden Disziplinen müssen stets beachten, dass Analysen etc. definierte Grenzen der Gültigkeit haben, die den Partnern klar sein müssen. Ohne dies zu beachten, besteht die Gefahr gravierender Fehler. Vor kurzem habe ich die verbreitete Vorstellung untersucht, Silber sei in vorindustrieller Zeit hauptsächlich aus Bleierzen (v.a. Bleiglanz [Galenit]) gewonnen worden, in denen dies oft als Einschlüsse sehr kleiner Fahlerzpartikel vorkommt. Heute kommt tatsächlich der überwiegende Teil des Silbers aus dieser Quelle. Das wurde aber erst möglich, seit Blei industriell mit entsprechender Gewinnungs- und Verarbeitungstechnik produziert wird. Vorindustriell wurde Silber vor allem aus Mineralien mit hohen Silbergehalten gewonnen, die oft mit Blei- und Zinkerzen vergesellschaftet sind. Mit z.B. mittelalterlichen Methoden war es ausgeschlossen, Silber allein aus Bleiglanz mit Gehalten im Promillebereich gewinnbringend zu extrahieren. Das war zwar verfahrenstechnisch seit der Antike bekannt, aber wirtschaftlich nicht realisierbar. Noch bis ins frühe 19. Jh. hinein war die Erzeugung von Silber auch auf Erze mit hohen Gehalten des Edelmetalls (meist 2 bis ca. 20 %, teils auch 60 bis über 90%) angewiesen, auch wenn man schon seit dem 18. Jh. in steigendem Umfang auch silberhaltige Bleierze nutzte (Bartels, 2014).

Ein zusammenfassender Erfahrungsbericht

Der Verfasser stieß 1986 als Bearbeiter eines größeren Projektes zum frühneuzeitlichen Bunterzrevier des Oberharzes (Bartels, 1992) zu den Wissenschaftlern des technikhistorischen Deutschen Bergbau-Museums Bochum (DBM). Etwa zeitgleich wurden im Harz mon-

tanarchäologische Forschungen des Niedersächsischen Landesamtes für Denkmalpflege intensiviert. Eine der großen Stiftungen zur Forschungsförderung erbat ein Gutachten zur Einrichtung eines einschlägigen Schwerpunktes, in dessen Rahmen begleitende historische Untersuchungen beantragt waren. Es wurde spezifisch gefragt, ob diese Herangehensweise zu befürworten wäre. Der Antrag war diesbezüglich – wie insgesamt – wohlbegründet. Das Vorhaben wurde bewilligt und von einem wissenschaftlichen Beirat begleitet. Dort habe ich für das DBM als Kooperationspartner über 10 Jahre lang mitgewirkt (Segers-Glocke, 2000, S. 6 und passim). Vertreten waren Geowissenschaftler, Materialwissenschaftler, Archäobotaniker, Archäologen und Historiker. Der Kreis erweiterte sich 1994 über eine interdisziplinäre Tagung „Bergbau, Verhüttung und Waldnutzung im Mittelalter“ (Jockenhövel, 1996). Wenig später beantragte das Institut für Wirtschafts- und Sozialgeschichte der Universität Göttingen mit Kooperationspartnern erfolgreich einen Forschungsschwerpunkt zur Montangeschichte im Harzraum, der nach einem Vorprojekt (1994–1996) zwischen 1997 und 2001 16 Teilprojekte realisierte, begleitet von einem Wissenschaftlichen Beirat, dem der Verfasser angehörte. Zwei der Teilprojekte führte das DBM durch. Als die Publikation der Ergebnisse akut wurde, konnte im Rahmen der Veröffentlichungen des DBM eine Reihe „Montanregion Harz“ eingerichtet werden, in der von 2001 bis 2018 14 Bände zur Geschichte und Archäologie der Harzregion erschienen.³ Darunter befindet sich eine umfangreiche Ergebnisdarstellung der rd. 20jährigen archäologisch-historischen Forschungskoooperation im Harz (Bartels, et al., 2007).

Unter anderem diese Aktivitäten führten zur Berufung des Verfassers als Vertreter der Bundesrepublik Deutschland in eine EU-Aktion zur Koordination von Forschungs-, Dokumentations- und Erschließungsvorhaben in vorindustriell geprägten Montan- und Agrarlandschaften Europas (Aktion COST A 27⁴); sie war von spanischen Kooperationspartnern des DBM erfolgreich beantragt worden. Dort waren 2004 bis 2008 Geografen, Archäologen, Historiker, Landschaftsplaner, Ökonomen und Tourismusexperten vertreten, um Perspektiven koordinierter Entwicklungsarbeit auszuloten, was sich in einer Reihe gemeinsamer Publikationen niederschlug.⁵ Es fanden jährlich zwei Treffen der EU-Aktion in verschiedenen europäischen Ländern statt, meist kombiniert mit einer Fachtagung. Im Jahr 2007 richtete das DBM eine entsprechende internationale und interdisziplinäre Tagung zu vorindustriellen Montanlandschaften mit gut 100 Teilnehmern in Bochum aus (Bartels und Küpper-Eichas, 2008).

Schwieriges Gelände

Im Jahr 2006 wurden mehrjährige Arbeiten des Forschungsbereichs Ältere Bergbaugeschichte im DBM zum alpinen Bergbau im Montanrevier von Schwaz in Tirol mit

einer dreibändigen Publikation zum „Schwazer Bergbuch“ abgeschlossen. Dies ist eine einmalige Bilderhandschrift zum Montanwesen der Renaissance, das Entwurfsexemplar von 1554 ist im Besitz des DBM (Bartels, Bingener und Slotta, 2006). Es kooperierte hier mit der Universität Innsbruck, die 2007 einen auf 10 Jahre angelegten Sonderforschungsbereich (SFB) HIMAT (= History of Mining in the Tyrol and Adjacent Territories) beantragte (Stöllner und Oegg, 2015). Es sollte eine Kooperation von Archäologie, Materialwissenschaften, Archäobotanik und Archäozoologie, Geschichte, Soziologie und Anthropologie mit Einbezug digitaler Dokumentationsmethoden initiiert werden.

Hier nun wurden Tendenzen spürbar, die mich veranlassen, meine sich bis hier erfolgreich darstellenden interdisziplinären Bemühungen als „in schwierigem Gelände“ operierend zu beurteilen. Wie in solchen Fällen üblich berief der zuständige Wissenschaftsförderfonds ein europäisches Gutachtergremium, zu dem auch der Verfasser gehörte. In einer zweitägigen Anhörung wurde das Vorhaben vorgestellt und dann von den Gutachtern mit dem Förderfonds viele Stunden lang diskutiert. Die Gutachter, soviel wurde bald deutlich, standen dem Gesamtvorhaben sehr positiv gegenüber, natürlich nicht ohne an einigen Punkten auch Möglichkeiten von Verbesserungen, veränderten Akzentsetzungen usw. zu diskutieren. Es wurde bald klar, dass die Vertreter des Fonds den Antrag eher negativ beurteilten, und dass sie sich eine ablehnende Stellungnahme der Gutachter erhofften. Besonderen Anstoß nahm man an dem Einbezug „exotischer“ Disziplinen und dem experimentellen, mit ungewöhnlichen Ansätzen arbeitenden Gesamtkonzept. Es enthalte zu viele Unklarheiten; mit einer Zeitspanne von der Jungsteinzeit bis zur Gegenwart bei Einbezug von Natur-, Technik-, Geistes- und Sozialwissenschaften plus Neuen Medien sei es zu unübersichtlich. Auch sei kaum zu erkennen, wo die Nutzenanwendung liegen solle – die Ziele einer erfolgreichen Kooperation der Disziplinen und einer Öffnung traditionell eher starrer Fachgrenzen wurden wohl nicht als solche wahrgenommen.

Die Gutachter empfahlen dennoch nachdrücklich die Bewilligung des Vorhabens. Der Fonds lehnte dies aber zunächst ab und verlangte umfangreiche Nachbesserungen des Antrags, besonders mit Hinweis auf Formfehler. Eine erneute Begutachtung sollte nach Erfüllung der Auflagen erfolgen. Die Antragsteller unterzogen sich dem mit hohem Aufwand. Ein neues Gutachtergremium wurde berufen; es kam zur selben Entscheidung wie das erste. Mit erkennbarem Widerstreben wurde das Vorhaben nun genehmigt, wie üblich mit einer ergebnisorientierten Zwischenüberprüfung nach fünf Jahren.

Wie bei einem Sonderforschungsbereich üblich, wurde ein wissenschaftlicher Beirat berufen, dem anzugehören der Verfasser als sehr positive Erfahrung erlebt hat. Was besonders ins Auge fiel, war die rasche und nachhaltige Integration insbesondere der jungen Forschenden, die größtenteils Qualifikationsarbeiten in Angriff nahmen. Es war zu beobachten, dass, – stark gefördert durch einen fundierten Auf- und Ausbau von (für alle Beteiligten zugäng-

lichen) Datenbanken und Dokumentationen usw. –, sich ein ausgeprägtes Teambewusstsein und eine intensive, den Arbeitsalltag bestimmende Kooperation einstellten sowie ein umfassender Austausch- und Diskussionsprozess in Gang kamen und sich bald über den institutionellen Rahmen hinaus selbständig weiterentwickelten. Es wurde hier nicht nur Wissen generiert, sondern fachübergreifend intensiv genutzt. Alle Beteiligten – Studierende und Lehrende – bewerteten den Sonderforschungsbereich bald sehr positiv.⁶

Es war nicht zu übersehen, dass die Formen des Austauschs und der Kommunikation traditionelle Bahnen verließen, dass z.B. Workshop-Formate und wenig reglementierte Austauschprozesse erhöhte Bedeutung erhielten; Wissenserwerb und breite Diskussion standen im Vordergrund, nicht das Bestreben nach stromlinienförmiger Regelkonformität, oder der Versuch, möglichst schnell eine möglichst lange Publikationsliste zu erzielen. Die Ergebnisse schlugen sich nicht nur in erfolgreichen Qualifikationsarbeiten nieder, sondern in einer Serie von Tagungen des Forschungsbereichs, bei denen alle in den Einzelprojekten Forschenden verpflichtet wurden, ihre (Zwischen-)Ergebnisse zu präsentieren und zum veröffentlichungsreifen Manuskript zu verarbeiten. Die entsprechenden Sammelbände erschienen in denkbar kurzem Abstand zu den Tagungen. Freilich war das ohne eine relativ starke Formalisierung der Abläufe nicht zu leisten; sie stand in gewissem Gegensatz zur Workshop Atmosphäre des Gesamtvorhabens.

Zur Bewilligung der zweiten Antragsstaffel wurde wiederum ein Gutachtergremium berufen, dem aber kein Mitglied der vorherigen Kommissionen angehörte. Der Wissenschaftliche Beirat wurde nicht in das Verfahren eingebunden, auch nicht in Form einer schriftlichen Stellungnahme. Die Verantwortlichen des Fonds beklagten „mangelnde internationale Sichtbarkeit“ des Forschungsbereichs, obgleich dieser erfolgreich immer wieder Auswärtige als Vortragende bei den Tagungen eingeladen und in Europa höchst intensive Austauschprozesse initiiert hatte. Was wohl in Wahrheit bemängelt wurde: Es war bis dahin keine Publikation bei internationalen Sprachrohren der etablierten Wissenschaft wie ‚Science‘ oder ‚Nature‘ erschienen; auch die Traditionszeitschriften der beteiligten Fächer waren nicht im Sturm erobert worden. Es deutete sich vielmehr an, dass neue Arbeitsformen eventuell auch neue oder zumindest veränderte Publikationsformen erfordern; die zu entwickeln, gelingt nicht im Handumdrehen. Im Forschungsbereich wurden zudem kritische Überlegungen auch zum verbreiteten Geist einer massenhaften Artikelproduktion nach dem zweifelhaften Motto „publish or perish“ angestellt.

Dieses vom Mainstream des Wissenschaftsbetriebs abweichende Verhalten wurde wohl als Beleg für Qualitätsmängel gedeutet. Es blieb dabei unbeachtet, dass die in den ersten fünf Jahren zum Abschluss gelangten Projektbearbeiter erkennbar gefragte Nachwuchskräfte bei gut renommierten Institutionen waren. Die Finanzierung des Schwerpunktes wurde seitens des Förderfonds

eingestellt. Bezeichnend ist die Reaktion der Universität Innsbruck: Sie entschloss sich, den Bereich dennoch weiterzuführen und sich bezüglich anderweitiger Finanzierung zu engagieren. Bekanntlich sind aber die Möglichkeiten hier begrenzt – aus meiner Sicht hat die Entscheidung des Fonds bzw. seines dritten Gutachtergremiums letztlich die Initiative in einen Prozess der Austrocknung geführt.

In ein schwieriges Fahrwasser oder eher schon aufs Trockene geriet auch die oben kurz besprochene EU-Aktion COST A 27 bzw. deren Weiterführung. Mit dem Ende des Vorhabens 2008 gab es Erwägungen, einen neuen Antrag bei der EU einzureichen, um die Kooperation weiterzuführen. Dies war mir selbst allerdings altersbedingt nicht möglich, und ich blieb – trotz der deutlich sichtbaren Erfolge für das DBM, die insbesondere durch die erwähnte Konferenz von 2007 unter Beteiligung zahlreicher DBM-Kollegen und Forschungseinrichtungen im Rahmen der Leibniz-Gemeinschaft greifbar waren (vgl. Bartels und Küpper-Eichas, 2008; Bartels, et al., 2008; Lévêque, et al., 2006) – erfolglos mit der Bemühung, diesen Bereich im DBM in andere Hände weiterzureichen.

In der Folge wurde der ganzheitliche Ansatz Entwicklung von Kulturlandschaft einschließlich zukünftiger Perspektiven zunächst nicht weiterverfolgt. Das europäische Netz, das für das DBM geknüpft worden war, kollabierte. Ein gemeinsamer Beitrag mit den Archäologen Marie-Christine Bailly-Maitre und Peter Cloughton in der Abschlusspublikation der Aktion beendete dieses Kapitel nicht nur für mich selbst, sondern auch für das DBM und die Leibniz-Gemeinschaft, der das Forschungsmuseum angehört (Cloughton, Bailly-Maitre und Bartels, 2009). Es ist mithin nicht gelungen, die interdisziplinären europäischen Ansätze zu verstetigen und zu institutionalisieren. Die Bestrebungen blieben mit der Person verknüpft und erledigten sich mit dem Erreichen des Rentenalters.

Thesen zur Diskussion

I. Montantechnik erwächst aus einer Kombination handwerklicher Fähigkeiten und Fertigkeiten mit theoretischen Einsichten in die Struktur von Materie. Sie ist ein sich wandelndes „Rezeptursystem“ zur schrittweisen Erzeugung von nutzbaren mineralischen Rohstoffen.

In den Jahren 2004 und 2006 untersuchten zwei vom Max-Planck Institut für Wissenschaftsgeschichte in Berlin organisierte und von Ursula Klein (Berlin) und Emma Spary (Cambridge) geleitete internationale Workshops anhand von sehr verschiedenen Produktionsbranchen und ihren Erzeugnissen die Frage, welche Rolle die vielbeschworene Einführung der Wissenschaft in die Produktion als Resultat der Aufklärung gespielt hat, wenn man einmal aus der Perspektive der Produkte selbst fragt: Wie kann ihr „wissenschaftlicher Anteil“ definiert werden, und in

welches Verhältnis trat er zu den traditionellen, eher handwerklich bestimmten Zügen, die zuvor dominierend gewesen waren?

Ein Abschlussband „Materials and Expertise in Early Modern Europe. Between Market and Laboratory“ erschien 2009 im Verlag Chicago University Press (Klein und Spary, 2009). Es waren so unterschiedliche Felder wie: Metallproduktion, Keramik, Buntmetalle, chemische Alkohole, Milch und Käse, Mineralwässer, Liköre, Landwirtschaft, Schießpulver und Färbemittel, die in den Blick genommen wurden. Zusammenfassend ist als gemeinsames Ergebnis festzustellen, dass die Fixierung allein auf die Wissenschaft und ihre Einflüsse eine Schiefelage erzeugt; folgerichtig wird im Titel die Expertise hervorgehoben. Denn in allen Feldern zeigte sich, dass die Systematisierung und Professionalisierung sowohl im theoretischen als auch im praktischen, handwerklich-technischen Bereich und ein funktionierendes Zusammenwirken beider Stränge entscheidend sind. Der Weg kann über die Einbindung der Theoretiker in die Praxis (unter der nicht nur das Experimentieren sondern auch die laufende Alltagspraxis, und zwar unter Bedingungen der Gewinnerwirtschaftung, zu verstehen ist) wie auch über fortschreitende Theorieaneignung durch die Praktiker beschrritten werden. Erfolg, so zeichnete sich ab, wird greifbar, wenn Theorie wie Praxis bzw. ihre Vertreter sich füreinander öffnen und bewusst kombiniert werden, und zwar unter Beachtung von oft sehr komplexen Beziehungsgefügen. Um Veränderungen in Produktionsprozessen verstehen zu können, bedarf es einer Untersuchung der einschlägigen Wissensgeschichte, die handwerklich-technische, ökonomische, organisatorische und wissenschaftlich-analytische Expertise und deren Einwirkungen und Beziehungsgeflechte berücksichtigt. Im Bereich des Montanwesens (Bartels, 2008) ist dies besonders ausgeprägt: Ohne die handwerklich-technische Fähigkeit zur einigermaßen sicheren Erschließung des Untertägigen gelingt nichts; praktische Bewährung vor Ort ist der entscheidende Test.

II. Die Beschäftigung mit dem Bereich des Montanwesens nötigt Forscher zu einem grundlegenden Paradigmenwechsel. Erkenntnistheoretisch muss die Vorstellung von einer Opposition von „handwerklich“ und „wissenschaftlich“ ersetzt werden durch die Fragestellung nach dem Zusammenwirken, dessen Grundlagen und Wandlungen in der historischen Entwicklung. Es bedarf einer Wissensgeschichte, die der realen Bedeutung des Handwerklichen in den Produktions- und anderen Lebensbereichen Rechnung trägt.

Das am weitesten verbreitete Werk des berühmten Dominikaners Albertus Magnus aus dem 13. Jh. ist sein Mineralienbuch (De Mineralibus), das als Grundlegung einer wissenschaftlichen Mineralogie gilt. Er bezog seine Kenntnisse nicht zuletzt aus Metallwerkstätten, Hütten-

betrieben, Bergwerken, Töpfereien und Laboratorien von Alchemisten. Er selbst betrieb ein solches und machte sich deshalb verdächtig, „schwarze Künste“ zu praktizieren: Schon er betonte die Bedeutung des Experiments und beurteilte z.B. alchemistische Vorstellungen von einer Transmutation der Metalle in aufsteigender Reihe von unedel zu edel negativ, weil es möglich sei, die angeblichen Transmutationsresultate im Labor in die Ausgangsmaterialien zu zerlegen. Wissenschaft spielte für ihn eine entscheidende Rolle, gerade im Montanwesen; er argumentierte in „methodischem Atheismus“ (A. Fries) (Bartels, 2002, S. 30 und passim). Lange vor dem Wissenschaftlichen Zeitalter formulierte Georgius Agricola in seinem berühmten Werk „Zwölf Bücher vom Berg- und Hüttenwesen“ (Agricola, *De re metallica libri XII*, 1556; 1958; 1977) sein System der Montanwissenschaften, die freilich noch lange fast ausschließlich in der Praxis sowie durch Eigenstudium angeeignet werden konnten. Auch bei ihm spielte eine Systematisierung dessen, was er als praktische Anwendung sah und erlebte, eine entscheidende Rolle. Besonders der Wissenschaftler der Renaissance war sich darüber im Klaren, dass der ökonomische Erfolg den Maßstab für Theorie wie Praxis im Montanwesen bildete. Wo sich unter dem Strich kein Gewinn einstellte, konnte theoretisch wie praktisch möglich sein, was wollte, das brachte die ganze Sache an ihr Limit.

III. Die Erforschung der Montangeschichte des Mittelalters und der Frühneuzeit muss sich auf die Gesamtheit der schriftlichen wie dinglichen Zeugnisse sowie der in die Landschaft eingeschriebenen Spuren stützen. Handwerklich-technische Produkte von Alltagsware bis zu Höchstleistungen von Handwerkskunst zählen zu den dinglichen Quellen.

Während heute das Selbstverständnis von Historikern weitgehend dadurch geprägt ist, dass Schriftquellen – und sonst nichts – zählen, war man sich im 19. Jh. der Bedeutung und des Wertes von Sachquellen noch deutlich bewusster. Eine Branche wie das Montanwesen verfolgte das Ziel, Gebrauchsmaterialien bereitzustellen. In Gestalt von Gegenständen aller Art, Bauwerken, Infrastruktur usw. haben sehr viele der Erzeugnisse bis heute überlebt, außerdem die Spuren des Einwirkens auf die Landschaften. Jeder Nagel oder eiserne Beschlag, jedes Gefäß oder Gerät aus Metall, gibt potenziell Aufschluss über die Produktion dieser Güter, ihrer Distribution und ihres Gebrauchs, über Handels- und Transportwege, oft über soziale Positionierung der Hersteller, Händler, Transporteure, Weiterverarbeiter und Nutzer. Kirchenschätze, Ratssilber und fürstliche Schatzkammern bezeugen die Verbindungen in die Sphäre der Reichen und Mächtigen, alte Gefäße, Werkzeuge usw. in den Alltag der kleinen Leute, Repräsentationsobjekte sakraler und weltlicher Art, aber auch der Ring am Finger von Menschen jedweder sozialer Stellung, verweisen auf gesellschaftliche Strukturen und ihren Wandel.⁷

IV. Der Einbezug aller Quellen und Spuren ist nur interdisziplinär, ergänzt um transdisziplinäre Ansätze, zu erreichen.

Die Geschichtswissenschaft (unter Einschluss von Hilfswissenschaften) allein kann nicht alle Aspekte ausleuchten. Ohne Hinzuziehung von anderen historisch orientierten Disziplinen, ohne naturwissenschaftliche Analytik, geographische, ökonomische, juristische und allgemein kulturwissenschaftliche Richtungen ist nicht auszukommen. Die Forderung nach umfassender Berücksichtigung aller Quellen konstituiert die Notwendigkeit von Interdisziplinarität. Transdisziplinäre Ansätze sind erforderlich, weil auch nicht-wissenschaftliche Disziplinen einbezogen werden müssen, wenn es um die Verwendung und Weiterverarbeitung von Montanprodukten geht (Anreiter, et al., 2009). Als ein Beispiel seien die Herstellungstechniken von Bronzegüssen von teils höchster Komplexität und Kunstfertigkeit erwähnt (Brandt, 2008).

V. Die Geschichtswissenschaft muss insbesondere mit der Archäologie kooperieren, um den dinglichen Quellen gerecht werden zu können. Letztere kooperiert zunehmend mit Naturwissenschaften und nutzt deren Analysemethoden (vgl. den Beitrag B. Asmus in diesem Band).

Besonders im Mittelalter ist die schriftliche Quellenlage oft so fragmentarisch, dass ohne Berücksichtigung von archäologischen Funden und Befunden vielfach kein Bild entworfen werden kann. Beispiele von archäologisch-historischer Kooperation verdeutlichen, welche Chancen und Möglichkeiten sich hier ergeben (Bartels und Klappauf, 2012).

Das Harzrevier und Melle im französischen Poitou als Beispiele

Wie oben kurz umrissen, habe ich über einen langen Zeitraum intensiv mit der Archäologie, vertreten vor allem durch Lothar Klappauf und sein Team vom Niedersächsischen Landesamt für Denkmalpflege, kooperiert, woraus viele gemeinsame Aktivitäten und Publikationen resultierten (Segers-Glocke, 2000). Als Gesamtergebnis einer langjährigen Kooperation zahlreicher universitärer und außeruniversitärer Institutionen und Wissenschaftler ist derzeit der niedersächsische nordwestliche Harz mit den Revieren um die sieben Oberharzer Bergstädte sowie um Goslar die wohl am besten erforschte und dokumentierte der alten Montanlandschaften in Mitteleuropa.

Es hat seit dem 18. und bis ins 20. Jh. mehrere Versuche gegeben, die dortige Montangeschichte allein auf der Grundlage der Schriftquellen darzustellen (z.B. Calvör, 1765; Hillebrandt, 1967). Sie sind gescheitert, indem sie die tatsächlichen Entwicklungen weit verfehlt

haben. In groben Strichen dargestellt kamen diese Versuche zu Ergebnissen, die den Beginn des Bergbaus bei Goslar in die Zeit um 970 (meist 968) datieren und als Hauptprodukt dieses Reviers in vorindustrieller Zeit Silber nennen, das aus Bleiglanz extrahiert worden sei. Im Oberharz sah man den Beginn der Aktivitäten um das Jahr 1200; als Hauptprodukt betrachtete man ebenfalls aus Bleiglanz extrahiertes Silber. Heute ist gesichert, dass die Abbauaktivitäten am Rammelsberg sicher in der spätrömischen Kaiserzeit einsetzten, möglicherweise aber in der Bronzezeit schon begannen, die Hinweise verdichten sich derzeit.⁸ Das Hauptprodukt aus dem Rammelsberg war zunächst Kupfer, Blei ein Nebenprodukt; über Silber ist aus der Frühzeit des Betriebs nichts bekannt. Mit der sukzessiven Erschöpfung der Kupfererze wurde Blei zum Hauptprodukt, das zunächst nicht entsilbert wurde, der Silbergehalt war aber bekannt und wurde beim Bleiverkauf mitberechnet (Kraschewski, 1990). Silber war und blieb stets ein Nebenprodukt. Im Oberharz begannen die Aktivitäten sicher bereits im 6. bis 8. Jh., vor der fränkischen Eroberung der Region; sie zielten zunächst lange auf reiche Silbererze, was noch im beginnenden 18. Jh. sehr gut belegt ist. Selbst in der ersten Hälfte des 19. Jh. spielten die reichen Silbererze noch eine wesentliche Rolle. Erst seit der Industrialisierung handelt es sich überwiegend um einen Blei-Zink-Bergbau mit Silber als Nebenprodukt (Bartels, 2014).

Für das französische Melle mit einem mittelalterlichen Bergbau auf Bleiglanz versuchte man allein aufgrund archäologischer Ergebnisse eine Rekonstruktion (Deutsches Bergbau-Museum Bochum, 2014): Der Bleiglanz soll seit dem 8. und bis zum 11. Jh. wegen seines Silbergehalts von max. 0,05% in reiner Handarbeit abgebaut und aufbereitet worden sein. Im historischen Vergleich hätte man dort im Früh- bis Hochmittelalter genauso viel Bleiglanz und Silber produziert, wie im Zeitraum ca. 1930 bis 1960 im industriellen Erzbergbau von Bad Grund im Harz mit rd. 1200 Mann Belegung im Bergbau und rd. 500 Mann zusätzlich in der Verhüttung, unter Einsatz von Großtechnologie und Flotationsverfahren, von Millionen KWH elektrischer Energie, Druckluft, mit leistungsfähigen Elektromotoren und mit Steinkohle zur Feuerung. Die Erze dort hatten den doppelten Metallgehalt der Ausgangserze in Melle. Dort soll man auf dem Höhepunkt jährlich 15 t Silber gewonnen haben, soviel, wie im ganzen Harzrevier zusammen in vorindustrieller Zeit jährlich nicht erzeugt werden konnte. Wie viele Arbeitskräfte sollen in Melle in reiner Handarbeit(!) tätig geworden sein? 3000? 5000? Die bekannten Anlagen und Funde sowie Befunde lassen einen Bleierzbergbau annehmen, wobei Anzeichen für Schmelzoperationen größeren Umfangs fehlen. Eine Silberproduktion wird allein davon abgeleitet, dass örtlich eine Münzstätte nachweisbar ist (die als Verbraucher von Blei in Erscheinung getreten sein dürfte). Der historische Vergleich macht es hier unwahrscheinlich, dass die Deutungen der Archäologen tragfähig sind; man hat die postulierten Zahlenergebnisse aber keinem solchen Vergleich unterzogen. Auch hat man keine Schlussfol-

gerungen daraus gezogen, dass der Bergbau bei Melle um 1000 eingestellt und nie wieder aufgenommen wurde, obwohl dort noch 1500 t Silber im Boden liegen sollen (Bartels, 2014, S. 197-199 und passim). Man kann auch Rechnungen aufmachen, wie viele 1000 t Gold in den Sanden und Kiesen von europäischen Flusstälern liegen. Tatsächlich kann man in jeder Kiesgrube ein wenig Gold auswaschen (Homann, 1993). Aber mit dessen Geldwert kann man noch nicht einmal die Ausgaben decken, die zu seiner Gewinnung notwendig sind.

Kurz gesagt: die Berücksichtigung aller Quellen und Aspekte verlangt interdisziplinäres Arbeiten, welches zwar einerseits fraglos aufwendig ist, aber andererseits vor drastischen Irrtümern und Fehlinterpretationen schützen kann.

Anforderungen an die Forschenden

Interdisziplinäre Vorgehensweisen nötigen zu dauerndem Lernen, denn ohne grundlegendes Verständnis dessen, was die Kooperationspartner tun, ist eine erfolgreiche Zusammenarbeit nicht möglich. Der Historiker oder Archäologe muss nicht selbst ausführen können, was die Kooperationspartner tun, aber ihr Vorgehen und die daraus resultierenden Schlussfolgerungen muss er nachvollziehen können, nicht zuletzt um Klarheit über die Grenzen von deren Gültigkeit zu gewinnen. Wenn mir ein Analytiker mitteilt, er habe in Kupfer aus dem ersten Drittel des 16. Jh. „sehr hohe Silbergehalte“ von 400–500 g/t gefunden, so muss ich ihm sagen, dass derartige Verunreinigungen für heute produzierte Metalle „hoch“ sein mögen. Aber das sind 0,04 bis 0,05% (= 0,4 bis 0,5 g/kg). Diese Menge lag für die um 1530 verfügbaren Messverfahren unterhalb der Nachweisgrenze. Und gerade deshalb war es noch im Kupfer – die Zeitgenossen konnten es nicht aufspüren (Hauptmann, et al., 2016). Aufbereitete Erze, die weniger als etwa 0,8% Silbergehalt aufwiesen, wurden noch um 1600 in den Silberhütten Böhmens nach einem obrigkeitlichen Erlass nicht angenommen, weil das Edelmetall zwar (gerade noch) nachweisbar aber wirtschaftlich nicht verwertbar war (Bartels, 1997, S. 64). Der Entwicklungsgrad der verfügbaren Verfahren entscheidet mit darüber, was ‚viel‘ ist und was ‚wenig‘. Das änderte sich im Lauf der Geschichte (beträchtlich!). Der Historiker (oder Archäologe) muss daher wissen, wie es um die zeitgenössischen Mess- und Wiegeverfahren bestellt war (z.B. Bartels, 1992, S. 211-215), wenn er heute Analysen historischer Materialien anfertigen lässt. Er muss sich mit den Einzelheiten befassen, die er da analysieren lässt. Solche Beispiele lassen sich überall finden. Fein getunte Verfahren erfordern detailreiches Wissen, das meist nicht in den Lehrbüchern der eigenen Disziplin steht.

Interdisziplinäres Arbeiten erfordert die Bereitschaft, die Arbeitsweisen, Fragestellungen, in den Fachrichtungen der Kooperationspartner möglichst gut zu verstehen. Nur ein organisierter Austauschprozess über die Fach-

grenzen hinweg sichert belastbare Ergebnisse. All das kostet Aufwand und Zeit. Und es erfordert Teamfähigkeit; Solonummern führen nicht zum Erfolg. Nun sind heute Teamwork sowie lebenslanges Lernen „angesagt“ und in aller Munde. Aber diese Forderungen geraten in Konflikt mit anderen Entwicklungen: Der Zeitaufwand ist größer als der, den jeder Beteiligte in dem Bereich benötigt, auf den er spezialisiert ist. Der Erwerb der nötigen Kenntnisse lohnt sich nicht für ein einzelnes Dreijahresprojekt – aber die Gesamtentwicklung der Wissenschaft läuft darauf hinaus, immer kürzere Projekte zu konzipieren und sich häufig wechselnden Feldern zuzuwenden. Wer kann noch 20 Jahre mit gleichbleibenden Partnern kooperieren? Aber erst in solch einer Perspektive lohnen die Lernprozesse wirklich. Mit dem Archäologen L. Klappauf, dem Grabungstechniker F. A. Linke und meinem Historikerkollegen M. Fessner bestand eine enge Zusammenarbeit über 15 Jahre hinweg, bis wir uns gemeinsam daran gemacht haben, die Geschichte des Montanwesens auf der Basis der Erze des Goslarer Rammelsbergs zu Papier zu bringen (Bartels, et al., 2007). Ohne diesen Vorlauf und all die Begegnung, Diskussionen auch mit zahlreichen Dritten, ohne die lange Arbeit im selben Revier, ohne ungezählte Begehungen von Gelände, Besuche von Grabungen, Aufschlüssen, Sichtung tausender Seiten Dokumente, eines Wusts von Literatur wäre das nicht zu realisieren gewesen.

Mir ist klar, dass solche Langzeitkooperationen alles andere als der Normalfall von Wissenschaft sind. Aber anders wären die vorgelegten Ergebnisse nicht zustande gekommen. Man strebt heute danach, auch die Wissenschaft in säuberliche, sozusagen fabriktaugliche Häppchen zu zergliedern, die auch den Aspekt geregelter Wochenarbeitszeit beinhalten. Was von uns praktiziert wurde, schloss eine Trennung von Arbeit und Freizeit aus. Es verlangte eine Grundhaltung, die Wissenschaft als ein selbstbestimmtes Bedürfnis definiert, nicht als eine Verpflichtung gegenüber einem Arbeitgeber. Gewerkschaftstauglich ist das freilich kaum.

Schlussbemerkungen

Interdisziplinarität wird oft angeführt, wenn es um den aktuellen Trend der Wissenschaft geht, sich immer weiter zu spezialisieren – sozusagen als Gegengewicht. Sie tatsächlich zu entwickeln, verlangt nach einer Tendenz zum Allrounder im größeren Forschungsfeld. Es werden Personen mit Langzeitengagement im selben Feld und breitem, detailreichem und zugleich in die Tiefe vordringendem Kenntnisstand erforderlich, was aber gerade jüngeren Wissenschaftlern immer mehr verwehrt wird, weil dies niemand mehr finanzieren mag. Es sind Teams erforderlich, die eine Chance auf langfristige Zusammenarbeit haben. Aber das kollidiert mit Erscheinungen des Mainstreams in der Wissenschaft, und, auf das Beispiel Tirol zurückkommend, genau das ist es, was das Ge-

lände schwierig macht. Nicht wenige in der etablierten Wissenschaft sehen in einem Agieren, wie den hier propagierten interdisziplinären Herangehensweisen, ein Paradiesvogelgehabe der Vertreter von Orchideenfächern. Derzeit haben aufgrund ihrer breiten Kooperation mit Naturwissenschaftlern und Analytikern die Archäologen deutlich mehr Verständnis für die Erfordernisse von Interdisziplinarität als viele Historiker.

So ist die Gesamtbilanz widersprüchlich. Es lohnt sich in meinen Augen, dieses Konzept zu verfolgen und bestehende Widerstände auszuhalten. Ich sehe es als Erfolg, dass man mir die Herausgabe und weitgehende wissenschaftliche Betreuung und Mitverfasserschaft des ersten Bandes der Geschichte des Deutschen Bergbaus, erschienen 2012, anvertraut hat. Das Projekt insgesamt lag in den Händen allgemein anerkannter Repräsentanten der beteiligten Fächer (Bartels und Slotta, 2012). Der Band ist aus einer langfristigen Kooperation von historischer und archäologischer Forschung erwachsen, denn es ist gelungen, die Verantwortlichen und die Geldgeber vom Nutzen des Konzepts zu überzeugen. Bis das aber der Regelfall wird, ist sicher noch mancher Rückschlag zu verkraften.

Anmerkungen

- 1 Das gilt auch dann, wenn diese z.B. Anhänger animistischer Vorstellungen sind und/oder ihre Tätigkeit mit Beschwörungen verbinden.
- 2 Der Berufsbergmann war allerdings eine sehr frühe Erscheinung: Bartels und Slotta, 2012, S. 21.
- 3 Gerhard, Kaufhold und Westermann, 2001; Mex, 2002; Fessner, Friedrich und Bartels, 2002; Küpper-Eichas, 2002; Kraschewski, 2002; Kapke, 2005; Hein und Küpper-Eichas, 2006; Bartels, et al., 2007; Kraschewski, 2012; Asmus, 2012; Leuschner, 2014; Dettmer, 2014; Gerhard, 2016; Kaufhold, Gerhard und Bartels, 2018.
- 4 COST = Cooperation in Science and Technology, Action 27: LANDMARKS, vgl. Orejas, Mattingly und Clavel-Lévêque, 2009, S. 7-9.
- 5 Gesamtübersichten zur Aktion in: Orejas, Mattingly und Clavel-Lévêque, 2009, S. 267-287.
- 6 Als Überblick zur thematischen Vielfalt des Schwerpunktes vgl. Anreiter, et al., 2009.
- 7 Zur Breite der Bezüge Ernsting, 1994.
- 8 Bartels und Slotta, 2012, S. 133 (Keramikfunde, Bronzefunde, spätbronzezeitliche Begräbnishöhle [Lichtensteinhöhle] mit Nachweis von Rammelsbergkupfer in Grabbeigaben aus Bronze).

Literatur

- Agricola, G., 1956. *De Re Metallica. Translated from the First Latin Edition of 1556 by Herbert Clark Hoover and Lou Henry Hoover.* New York: Dover Publications.
- Agricola, G., 1977. *Zwölf Bücher vom Berg- und Hüttenwesen. Vollständige Ausgabe nach dem lateinischen Original von 1556.* München: DTV.
- Anreiter, et al., 2010: Anreiter, P., Goldenberg, G., Hanke K., Krause, R., Leitner, W., Mathis, F., Nicolussi, K., Oeggel, K.,

- Pernicka, E., Prast, M., Schibler, J., Schneider, I., Stadler, H., Stöllner, T., Tomedi, G. und Tropper, P. Hrsg., 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.12.-15. November 2009*. Innsbruck: Innsbruck University Press.
- Asmus, B., 2012. *Medieval Copper Smelting in the Harz Mountains, Germany*. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum (= Montanregion Harz, Bd. 10).
- Bartels, C., 1992. *Vom frühneuzeitlichen Montangewerbe zur Bergbauindustrie. Erzbergbau im Oberharz 1635-1866*. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum (= Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum, Nr. 54).
- Bartels, C., 1997. Strukturwandel in Montanbetrieben des Mittelalters und der frühen Neuzeit in Abhängigkeit von Lagerstättenstrukturen und Technologie. In: H.-J. Gerhard Hrsg., 1997: *Struktur und Dimension. Festschrift für Karl Heinrich Kaufhold zum 65. Geburtstag*. Bd. 1. Stuttgart: Steiner (= VSWG-Beihefte, Nr. 132). S. 25-70.
- Bartels, C., 2002. Albertus Magnus und das Montanwesen des Mittelalters. In: W. Ingenhaeff, R. Staudinger und K. Ebert Hrsg., 2002: *Festschrift Rudolf Palme zum 60. Geburtstag*. Innsbruck: Berenkamp. S. 23-50.
- Bartels, C., 2008. Art. Montanwesen. In: *Enzyklopädie der Neuzeit*, 8. Sp. 746-764.
- Bartels, C., 2014. Bleiglanz als hauptsächliches Silbererz des Mittelalters und der frühen Neuzeit? Zur Entstehung und Geschichte eines grundlegenden Irrtums. In: *Der Anschnitt*, 66 (6), S. 190-213.
- Bartels, C., Bingener, A. und Slotta, R. Hrsg., 2006. „1556 Perkwersch etc.“ – *Das Schwazer Bergbuch*. 3 Bde. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum (= Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum, Nr. 142).
- Bartels, et al., 2007: Bartels, C., Fessner, M., Klappauf, L. und Linke, F. Hrsg., 2007. *Kupfer, Blei und Silber aus dem Goslarer Rammelsberg von den Anfängen bis 1620. Die Entwicklung des Hüttenwesens von den frühmittelalterlichen Schmelzplätzen im Wald bis zur Metallerzeugung in großem Maßstab am Beginn des 17. Jahrhunderts nach den archäologischen und schriftlichen Quellen*. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum (= Montanregion Harz, Bd. 8).
- Bartels, et al., 2008: Bartels, C., Ruiz del Arbol, M., van Londen, H. und Orejas, A. Hrsg., 2008. *Landmarks. Profiling Europe's Historic Landscapes*. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum (= Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum, Nr. 158).
- Bartels, C. und Küpper-Eichas, C. Hrsg., 2008. *Cultural Heritage and Landscapes in Europe – Landschaften: Kulturelles Erbe in Europa. Proceedings of the International Conference, Bochum June 8 – 10, 2007*. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum (= Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum, Nr. 161).
- Bartels, C. und Klappauf, L., 2012. *Das Mittelalter*. In: Bartels, C. und Slotta, R., 2012. S. 111-248.
- Bartels, C. und Slotta, R. Hrsg., 2012. *Geschichte des deutschen Bergbaus, Bd. 1: Der alteuropäische Bergbau von den Anfängen bis zur Mitte des 18. Jahrhunderts*. Münster: Aschendorff.
- Brandt, M. Hrsg., 2008. *Bild und Bestie. Hildesheimer Bronzen der Stauferzeit*. Hildesheim: Schnell & Steiner.
- Calvör, H., 1765. *Historische Nachrichten von der...Unter und gesamten Ober-Harzischen...Bergwerke...Aufkunft usw*. Braunschweig.
- Cloughton, P., Bailly-Maître, M.-C. und Bartels, C., 2009. Culture, Technology and Change in Pre-Industrial Silver Mining. In: Orejas, A., Mattingly, D. und Clavel-Lévêque, M. Hrsg., 2009. *From Present to Past Through Landscape*. Madrid: CSIC. S. 149-168.
- Deutsches Bergbau-Museum Bochum, Hrsg., 2014. *Du monde franc aux califats omeyyade et abbasside: extraction et produits des mines d'argent de Melle et Jabali. Begleitband Zur Ausstellung „Silberpfade zwischen Orient und Okzident“ im Deutschen Bergbau-Museum Bochum 28.2.2014 – 28.9.2014*. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum.
- Dettmer, H.-G., 2014. *Der französische Bergingenieur Héron de Villefosse und sein Wirken in der europäischen Montanregion Harz. Montanistisches Erkenntnisstreben im Spannungsfeld napoleonischer Expansionspolitik*. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum (= Montanregion Harz, Bd. 12).
- Ernsting, B. Hrsg., 1994. *Georgius Agricola, Bergwelten 1494–1994*. Essen: Glückauf.
- Fessner, M., Friedrich, A. und Bartels, C., 2002. „gründliche Abbildung des uralten Bergwerks“ Eine virtuelle Reise durch den historischen Harzbergbau. CD und Textband. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum.
- Gerhard, H.-J., 2016. *Der gefesselte Riese. Die Hannoversche Berghandlung im 18. Jahrhundert*. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum (= Montanregion Harz, Bd. 13).
- Gerhard, H.-J., Kaufhold, K. und Westermann, E. Hrsg., 2001. *Europäische Montanregion Harz*. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum (= Montanregion Harz, Bd. 1).
- Hauptmann, et al., 2016: Hauptmann, A., Schneider, G. und Bartels, C., 2016. The shipwreck of Bom Jesus 1533. Fugger Copper in Namibia. *Journal of African Archaeology*, 14(2). S. 181-207.
- Hein, G. und Küpper-Eichas, C., 2006. *Rüstung als Weg aus der Krise? Arbeit und Wirtschaft im Oberharz in der Zeit des Nationalsozialismus*. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum (= Montanregion Harz, Bd. 7).
- Hillebrand, W., 1967. Von den Anfängen des Erzbergbaus am Rammelsberg bei Goslar. In: *Niedersächsisches Jahrbuch für Landesgeschichte*, 39. S. 103-114.
- Homann, W., 1993. Die Goldvorkommen im Variszischen Gebirge. Teil II. In: *Dortmunder Beiträge zur Landeskunde naturwissenschaftliche Mitteilungen*, 27. S. 149-265.
- Jockenhövel, A. Hrsg., 1996. *Bergbau, Verhüttung und Waldnutzung im Mittelalter. Auswirkungen auf Mensch und Umwelt*. Stuttgart: Steiner (= VSWG-Beihefte, Nr. 121).
- Kapke, S., 2005. *Vom Zimmergesellen zum Kunstmeister – die berufliche Karriere von Christian Schwarzkopf (1685-1760) im Oberharzer Bergbau: eine Berufslaufbahn im Spiegel der Clausthaler Bergamtsprotokolle*. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum (= Montanregion Harz, Bd. 6).
- Kaufhold, K.-H., Gerhard, H.-J. und Bartels, C., 2018. *Neuere Forschungen zur Montangeschichte des Westharzes. Zusammenfassender Bericht der Jahre 1997 bis 2001*. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum (= Montanregion Harz Bd. 14).
- Klein, U. und Spary, E. Hrsg., 2009. *Materials and Expertise in Early Modern Europe. Between Market and Laboratory*. Chicago und London: University of Chicago Press.
- Kraschewski, H.-J., 1990. *Quellen zum Goslarer Bleihandel in der frühen Neuzeit (1525-1625)*. Hildesheim: Lax (= Quellen und Untersuchungen zur Wirtschafts- und Sozialgeschichte Niedersachsens in der Neuzeit, Bd. 13).
- Kraschewski, H.-J., 2002. *Betriebsablauf und Arbeitsverfassung des Bergbaus am Goslarer Rammelsberg vom 16. bis zum 18. Jahrhundert*. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum.
- Kraschewski, H.-J., 2012. *Schmelzhütten und Schmelzarbeit im Harz des 17./18. Jahrhunderts. Der Hüttenbetrieb als technologischer und sozialökonomischer Handlungsraum*. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum (= Montanregion Harz, Bd. 9).

- Küpper-Eichas, C., 2002. *Vom Montanrevier zum Krisengebiet. Niedergang, Perspektiven und soziale Wirklichkeit im Oberharz 1910-1933*. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum (= Montanregion Harz, Bd. 4).
- Leuschner, J., 2014. *Das Montanwesen des Fürstentums Grubenhagen. Eine historische Untersuchung*. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum (= Montanregion Harz, Bd. 11).
- Lévêque, et al., 2006. Lévêque, L., Ruiz del Arbol, M., Pop, L. und Bartels, C. Hrsg., 2006. *Journeys Through European Landscapes – Voyages dans les paysages européens*. Ponferrada: Azuré S.L.
- Mex, J., 2002. *Der kurhannoversche Eisenhüttenverbund und sein Markt (1765-1806). Eine volkswirtschaftliche Untersuchung*. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum (= Montanregion Harz, Bd. 2).
- Orejas, A., Mattingly, D. und Clavel-Lévêque, M. Hrsg., 2009. *From Present to Past Through Landscape*. Madrid: CSIC.
- Segers-Glocke, C. Hrsg., 2000. *Auf den Spuren einer frühen Industrielandschaft. Naturraum – Mensch – Umwelt im Harz*. Hameln: Niemeyer (= Arbeitshefte zur Denkmalpflege in Niedersachsen, 21).
- Stöllner, T. und Oeggli, K. Hrsg., 2015. *Bergauf Bergab. 10.000 Jahre Bergbau in den Ostalpen. Wissenschaftlicher Begleitband zur Ausstellung im Deutschen Bergbau-Museum Bochum vom 31.10 2015 – 24.4. 2016 und im Vorarlberg Museum Bregenz vom 11.6. – 26.10.2016*. Bochum: VML (= Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum, Nr. 207).