

Lara Casagrande, Martin Straßburger

Das Trienter Bergrecht aus montanarchäologischer Sicht



Abb. 1: Blick auf den Monte Calisio vom Adige in Trient aus (Foto: M. Straßburger).

Nordöstlich oberhalb der Stadt Trient erstreckte sich im Mittelalter am Monte Calisio (Abb. 1) ein ausgedehntes Abbaugelände von Blei-Silbererzen. Eine zentrale Stellung in der historischen Überlieferung nehmen die den Bergbau betreffenden Urkunden der Bischöfe von Trient seit den 1180er Jahren und das *Liber Sancti Vigilii* (Codex Wangianus) ein.¹ Der Bergbau wird darin als *Laboreria montis Vaccae* besonders angeführt.

Die Geschichte des Bergbaus am Monte Calisio (auch: Calisberg, Calesberg) im Mittelalter wurde von J. v. Sperges (von Sperges, 1765) und von M. v. Wolfstrigl-Wolfskron (von Wolfstrigl-Wolfskron, 1903) behandelt, die auch beide die den Bergbau betreffenden Erlasse im Codex Wangianus veröffentlichten (Canaval, 1916a, S. 24). Eine ausführlichere Edition wurde von R. Kink vorgelegt (Kink, 1852). Die historischen Informationen der Autoren des 19.

und frühen 20. Jahrhunderts gehen nicht über die von J. v. Sperges hinaus, übernehmen teilweise sogar wörtlich Passagen von diesem, ohne die Quelle zu nennen (z.B. Kink, 1852; von Wolfstrigl-Wolfskron, 1903). Weitere Editionen wurden von D. Hägermann und K.-H. Ludwig 1986 sowie E. Curzel, G. M. Varanini und D. Frioli 2007 sowie E. Curzel und G. M. Varanini 2011 herausgegeben.²

Die Geländebefunde des Silbererzbergbaus wurden bereits 1765 von J. v. Sperges beschrieben (Sperges, 1765, S. 39). Nachfolgend befassten sich Geologen näher mit den Bergbaubefunden: Zuerst hoben J. Trinker (1845) und F. Pošepny (1880, S. 520), dann G. B. Trener (1896-1898, S. 27; 1901; 1908, S. 387) und die Gesellschaft „Mons Argentarius“ (1914) die „Großartigkeit“ dieser Bergbaureste hervor. Die Lage der Landschaft Richtung Süden sowie der Umstand, dass Trient selbst eine römische

Siedlung war, haben später auch F. Pošepný veranlasst, die Vermutung auszusprechen, dass der Bergbau von den Römern betrieben und im 12. und 13. Jahrhundert wieder aufgenommen worden sei. Graf Kaspar Sternberg glaubt, dass die Silbererzbergwerke des Bistums Trient bereits von den Römern betrieben wurden (Sternberg, 1838, S. 4). Auch R. Canaval geht von einem römischen Bergbau aus (Canaval, 1916a, S. 22). Der Geologe G. B. Trener führte Forschungen zum mittelalterlichen Bergbau durch, fertigte Vermessungen an, barg Funde aus den Bergwerken und publizierte Artikel (Trenner, 1899; 1901; 1902; 1917a; 1917b, S. 59-65, 99-104, 294-298). Seine Funde übergab er dem Museo Tridentino di Scienze Naturali (jetzt Museo delle Scienze di Trento, kurz: MUSE), dessen Direktor er war.

Ende der 1980er Jahre kartierte die Società degli Alpinisti Tridentini die zugänglichen Tagesöffnungen, um den Zustand der Gruben und mögliche Gefahren zu prüfen. Der Verein erkannte die historische Bedeutung der Befunde, setzte sich für deren Schutz ein und löste einen Inwertsetzungsprozess aus, der zur Bildung des „Ecomuseo Argentario“ führte.

2009 wurden im Rahmen des APSAT-Projektes (Ambienti Paesaggi e Siti d'Alta Trentini) archäologische Forschungen zur Bergbaulandschaft im Trentino angestellt, an denen Partner unterschiedlicher Universitäten und Forschungsinstitute beteiligt waren (Colecchia et al., 2011; Casagrande, 2012; 2013a; 2013b). Nachfolgend wurde die Kartierung der alten Bergwerke am MUSE mit dem Projekt „Memorie dal Sottosuolo“ fortgesetzt (Casagrande, 2013a; Casagrande und Ferretti, 2014). Während dieser Phase begann eine Kooperation mit der Ludwig-Maximilians-Universität München und dem Ecomuseo Argentario in Civezzano (Casagrande und Ferretti, 2014; Casagrande et al., 2014).

Geologisch-lagerstättenkundliche Voraussetzungen

Das Bergbauggebiet des Calisio-Plateaus liegt nordöstlich der Stadt Trient und nördlich des Gipfels des Monte Calisio. In diesem ungefähr 100 km² großen Areal haben sich Reste der permisch-mesozoischen Sedimentabdeckung der Bozener Porphyry-Platte erhalten (Pichler, 1962, S. 43). Die Stratigraphie setzt mit den ca. 20–30 m mächtigen Grödenener Schichten ein. Durch Dolomit- und Kalkzunahme entwickeln sich aus diesen die Unteren und Oberen Bellerophon-Schichten, die auf der Calisio-Hochfläche 60–70 m mächtig sind (Schneider, 1956, S. 29; Pichler, 1957; Lühr, 1958; Münch, 1958; Schultze-Westrum, 1958). Letztere leiten in die Werfener Schichten (ca. 250 Millionen Jahre alt) über, von denen auf der Calisio-Hochfläche die untere Abteilung erhalten ist, während der Hauptteil der Oberen Werfener Schichten fehlt. Teil dieser Formation sind die erzführenden Tesero- und Mazzin-Schichten (Erzdolomit). In ihnen findet sich ein reiches Bleiglanzvorkommen (Pošepný, 1880; Canaval,

1916a, 1916b, 1916c; Zanella und Brigo, 1997; Brusca und Perna, 1997, S. 19-30) mit Silbergehalten zwischen 1 und 7 kg/t (Dessau und Perna, 1966, S. 587-787; Ferretti, 2013; Nimis et al., 2012; Brusca und Perna, 1997, S. 19-30; Zanella und Brigo, 1997; vgl. auch Casagrande et al., 2018, S. 89-91). Daneben treten aber auch Fahlerze (z.B. Tetraedit) auf, die ebenfalls als Silberträger in Frage kommen (Casagrande et al., 2018, S. 39-41). Im Bereich des Erzdolomits fanden die mittelalterlichen Bergbauaktivitäten statt.

Rechtliche Grundlagen des mittelalterlichen Silbererzbergbaus

Die bisher älteste bekannte urkundliche Erwähnung von Bergbau im Bereich des Fürstbistums Trient datiert vom 31. Mai 1181, als Friedrich und Heinrich von Eppan ihre Ansprüche auf Goldgewinnung bei Tassul im Nontal an Bischof Salomon von Trient abtraten und sie nachfolgend von diesem immer wieder als Lehen empfangen (Sperges, 1765, S. 36; Kink, 1852, S. 431f.; von Wolfstrigl-Wolfskron, 1903, S. 2; Lange-Tetzlaff, 1999, S. 34). Darauf folgte eine am 9. Februar 1182 in Wimpfen ausgestellte Urkunde Kaiser Friedrichs I., in der er dem Bischof von Trient die Herrschaft über die Stadt Trient überträgt und dieser unter anderem auch das Recht *regulandi monetam* (Münzregal³) nimmt (Kink, 1852, S. 432 Abt. I, Urk, Nr. 15 u. Einleitung S. XI, Anm. 1; Friedrich I. - RI IV,2,4 n. 2645: *Vº idus febr., Wimphine*).

Im Jahre 1185 gab Graf Heinrich von Eppan dem Bischof Albrecht von Trient neben anderen Gütern auch *homines et argentariam* (Menschen und Silberbergwerke) und zwar alles jenseits des Berges Durone in den Judikarien, einer Teillandschaft der norditalienischen Alpen nordwestlich des Gardasees im Trentino (Kink, 1852, S. 431 u. 432 Abt. I, Urk. Nr. 24 (LXIII); von Wolfstrigl-Wolfskron, 1903, S. 1; s. dazu auch Hägermann und Ludwig, 1986, S. 7; Weisgerber, 1998, S. 210; Lange-Tetzlaff, 1999, S. 34). Am 24. März desselben Jahres schloss Bischof Albrecht III. von Trient mit einer Gruppe von Bergleuten einen Vertrag, der die Rechte und Pflichten der beiden Vertragsparteien regelte (von Schwind und Dopsch, 1895, S. 18-19, Nr. 12 v. 24. März 1185; Palme, 1984b, S. 111; Hägermann und Ludwig, 1986, S. 7; Weisgerber, 1998, S. 210; Lange-Tetzlaff, 1999, S. 34). Ein wesentlicher Punkt war, dass die Silbergruben den Bergbaubetreibenden gemeinschaftlich gehörten und jeder Angehörige dieser Zweckgemeinschaft die gleiche rechtliche Position innehatte. Im Gegenzug mussten die Bergleute an den Bischof an zwei Tagen im Jahr Abgaben leisten, die für alle gleich waren. Lediglich wer beim Graben auf neue Erzgänge stieß, musste mehr zahlen. Von sonstigen Abgaben waren die Bergbaubetreibenden befreit. Die Bergleute unterstanden außerdem direkt dem Schutz des Bischofs, der auch Streitigkeiten zwischen den Bergleuten schlichtete (von Schwind und Dopsch, 1895,

S. 19, Nr. 12; ferner Werunsky, 1894/1938, S. 1009 u. 1016; Stolz, 1928, S. 213f.; Weizsäcker, 1933, S. 372; vgl. auch Zycha, 1899, S. 49-50; Palme, 1984b, S. 111).

1189 erfolgte die Verleihung des Bergregals seitens des Kaisers an den Bischof von Trient (Kink, 1852, S. 431; Palme, 1984b, S. 111; Hägermann und Ludwig, 1986, S. 71-72; vgl. Weisgerber, 1998, S. 210; vgl. von Schwind und Dopsch, 1895, S. 22-23, Nr. 14 v. 15. Februar 1189; Zycha, 1899, S. 50; vgl. Stolz, 1928, S. 213). Der staufische Kaiser verlieh nicht nur das Bergregal im Sinne eines finanziell nutzbaren Hoheitsrechtes, sondern konkret die Silbergruben im Raum Trient (Hägermann und Ludwig 1986, S. 6; Lange-Tetzlaff, 1999, S. 35-36). Neben dem Abbau von Silber werden ausdrücklich auch Kupfer, Eisen und alle anderen Metalle, die in den Gruben gefördert werden, der Verfügungsgewalt des Bischofs von Trient unterstellt.

Der Kaiser war wegen seiner Italienpolitik auf Trient angewiesen (Palme, 1984b, S. 111; vgl. Stolz, 1955, S. 440). Bereits eineinhalb Jahrhunderte zuvor waren die Bischöfe von Brixen und Trient aus diesem Grund zu Reichsfürsten erhoben worden (Stolz, 1955, S. 430). Möglicherweise erklärt das auch die nachträgliche Anerkennung der Ausübung der Regalrechte des Bischofs durch Kaiser Friedrich I., denn tatsächlich verfolgte dieser gegen den Bischof von Trient seinen regalherrlichen Anspruch zuerst vor dem Fürstengericht, wo es jedoch zu keiner Entscheidung kam (von Schwind und Dopsch, 1895, S. 23, Nr. 14; vgl. Zycha, 1899, S. 32 u. 50).

Nachdem Bischof Conrads Nachfolger, der kaiserliche Kanzler und Verweser in Italien Friedrich von Wangen, 1207 in Nürnberg von König Philipp mit den Regalien und weltlichen Hoheiten belehnt worden war, erließ er in den Jahren 1208, 1213 und 1214 umfangreiche Urkunden, das Verhältnis des Bischofs zu den Bergleuten betreffend, die heute als Trienter Bergrecht bekannt sind (Kink, 1852, S. 433; Zycha, 1899, S. 51; vgl. von Wolfstrigl-Wolfskron, 1903, S. 4; Palme, 1984b, S. 111; Weisgerber, 1998, S. 210-211). Darin wurde auch das vorausgegangene Übereinkommen Bischof Alberts mit den Gewerken vom 24. März 1185 aufgenommen, das damit noch als bindend anerkannt wurde (Kink, 1852, S. 432). Die Gesetze führen den Titel *Ordinamenta et Postae argentariae montis de Tridento* (Ordnungen und Satzungen der Silbergruben des Berges von Trient) (Hägermann, 1984, S. 52). Sie wurden auch *Laudamenta* (Absprachen, Gelöbnisse) genannt, weil sie von den Gewerken sowie anderen verständigen Männern nach Beratung entworfen, danach vom Bischof bestätigt und in seinem Namen als Gesetzgeber verkündigt wurden. Unter den in den Gesetzen genannten *argentariae* sind im hohen Mittelalter Bergwerke und alles was zu diesen gehört zu verstehen (vgl. auch Sperges, 1765, S. 43).

Die Bergleute werden in den Urkunden „*silbrarii*“ oder auch „*werci*“ genannt (z.B: Hägermann und Ludwig, 1986, S. 34, 41; s. auch Kink, 1852, S. 443, Nr. 237; vgl. Palme, 1984b, S. 111). Sie hatten Anteil am Gewinn der Silbererzeugung: *Quibus solutis omnibus mons ipsius om-*

nibus, tam pauperi quam diviti, communis esse debeat; [...] (Dies alles gezahlt, soll der Berg ihnen allen, sowohl den Armen als auch den Reichen, gemeinsam sein; [...]) (Hägermann und Ludwig, 1986, S. 41 u. Zit. nach von Schwind und Dopsch, 1895, S. 19, Nr. 12). Die Formulierung *communis esse debeat* deutet eine Gemeinschaft aller am Berg Arbeitenden an (Hämmerle, 1951, S. 25-26; Isele, 1971, Sp. 1667-1668. s. Wegener, 1971, Sp. 373 zum Vertrag von 1185). Sie unterstanden direkt dem Bischof oder dessen *gastaldo* (Verwalter) (Beleg nach Kink, 1852, S. 444, Nr. 237). Eine weitere Bestimmung ist hier von besonderer Bedeutung: *Item omnes wercos, qui habent rotas, et qui ad rotas arzentarie laborant, debeant habitare in civitate et amodo cives Trid(e)ntin(i), [...]* (Auch sollen alle Gewerken, die Räder besitzen und die Räder bei den Bergwerken betreiben, in der Stadt wohnen und somit Bürger von Trient sein [...]) (Hägermann und Ludwig, 1986, S. 35 u. 54; Kink, 1852, S. 444, Nr. 237; Palme, 1984a, S. 330; Lange-Tetzlaff, 1999, S. 36).

Auf die Übertretung der Satzungen und der Vertragsbedingungen, betrügerische oder gewaltsame Beschädigungen, Eingriffe in den Grubenbau eines Dritten waren Geldstrafen, teilweise auch Leibesstrafen gesetzt, die darin bestanden, dass dem Schuldigen eine Hand abgehauen oder dass er unter Hieben durch die Stadt Trient geführt wurde (*verberetur per civitatem*) (Hägermann und Ludwig, 1986, S. 37 u. 56; Kink, 1852, S. 432, Urk. Nr. 238; vgl. von Wolfstrigl-Wolfskron, 1903, S. 6).

Bergbauarchäologische Befunde auf dem Plateau des Monte Calisio

Vor dem Vergleich der Bestimmung des *Liber de postis montis arzentarie* (Buch über die Satzungen des Berges der Silbergruben) mit den bisher bekannten Befunden soll die Archäologie des Bergbaugesbietes kurz allgemein charakterisiert werden. J. v. Sperges schreibt 1765: „*Man sieht noch auf dem Mittelgebirge des Calesberg da und dort die Mühlöcher der zu Sumpfe gegangenen Stollen, und, wo von diesen sich nichts mehr dem Auge darstellt, habe ich gleichwohl selbst noch einige Bingen, und von der Dammerde bedeckte Halden wahrgenommen.*“ (Sperges, 1765, S. 40). F. Pošepný verweist zunächst auf die Bemerkungen von J. v. Sperges, aus denen nur auf bescheidene Überbleibsel geschlossen werden könne. Daher sei er überrascht gewesen, äußerst umfangreiche Bergbaureste nördlich vom Monte Calisio vorzufinden, und versichert, dass die Anzahl der Pingen, welche er vom Doso della Moncina aus überblickte, in die Tausende gehe (Pošepný, 1880, S. 519-528; vgl. auch von Wolfstrigl-Wolfskron, 1903, S. 3-4). Er schreibt weiter, dass trotz der „riesigen Ausdehnung“ nicht das Geringste über die Betriebsverhältnisse und Produktion bekannt ist.

Die Befunde des Altbergbaus liegen auf der weiten, dem Monte Calisio nach Norden vorgelagerten Hochebene, dem so genannten Calisio-Plateau, ferner bei Giovo und

Faedo, Roncogno und Villazano (von Isser, 1888, S. 316; vgl. Canaval, 1916a, S. 19). Auf dem Calisio-Plateau, das im Süden des Monte Calisio, im Westen vom Etschtal, im Norden vom Avisio (Cembratal) und im Osten von der Silla umgrenzt wird, nehmen diese Reste eine Fläche von ungefähr 8 km², bei Giovo und Faedo am Osthang des Monte Corona nördlich vom Cembratal sowie bei Roncogno im Valsugana und bei Villazano südlich von Trient eine solche von ca. 4 km² ein.

Dank des von der Autonomen Provinz Trento erstellten LIDAR DTM (Light Detection and Ranging, digital terrain model) lassen sich die abgebauten Lagerstättenteile mittlerweile relativ einfach lokalisieren: Die Daten der luftgestützten Vermessung zeigen auf einer Fläche von 3,5 km² ungefähr 7.000 verbrochene Schächte (lokale Bezeichnung *cadini*) und 60 Stollen (lokale Bezeichnung *canope*).

Bei einem Durchmesser von 3-30 m erreichen die Schachtpingen Tiefen von 10–15 m (Canaval, 1916a, S. 20). Einige der Schächte erreichen Teufen von bis zu 50 m, wo sie sich an der Sohle öffnen. Andere sind dagegen nur wenige Meter tief.

Die Stollen finden sich meist entlang der Ränder des Plateaus, wo die Werfen-Formation ausbeißt. Die Grubengebäude sind bis über 200 m lang und sehr unregelmäßig, da sie der Lagerstättenform angepasst sind.

Aus den *canope* sind bisher nur wenige Funde bekannt geworden. Das von G. B. Trener geborgene Gezähe befindet sich nun im MUSE. Es handelt sich um Bergeisen und Fimmel, die eventuell bis in das 16. Jahrhundert zurückdatieren sowie einen moderneren Hammer. Weitere typische Funde sind Steinlampen für Fettbrand, die als Geleucht unter Tage verwendet wurden. Eine dieser Lampen erbrachte ein ¹⁴C-Datum von 1030–1260 (Genauigkeit 95,4%).

Durch die Überlagerung der Befundkartierung auf Doss del Cuz mit dem LIDAR DTM konnte die interne Struktur des Bergbauareals visualisiert werden. Einige der Befunde sind als Gebäude, andere vielleicht als Aufbereitungsplätze anzusprechen. Funktion und Datierung können nur durch archäologische Ausgrabung geklärt werden. Während der Surveys über Tage wurden ferner Schmiedeschlacken und mittelalterliche Keramik gefunden.

Die Grubenbaue sind meist sehr gut erhalten. Lediglich kleinere Bereiche wurden im Rahmen moderner Bergbauversuche überprägt. Die Gezähespuren zeigen, dass hauptsächlich mit Keilhauen gearbeitet wurde. Daneben finden sich Spuren vom Feuersetzen: gerundete, verrußte sowie von der Hitze gerötete Stöße und Firste sowie Holzkohle (Barnatt und Worthington, 2006).

Die Abbauspuren unter Tage sind vergleichbar mit denen in anderen Bergbaugebieten, wie z.B. in den Bleiglanzgruben von Massiccio della Grigna (Lombardei), in Melle (Téreygeol, 2002; vgl. Straßburger, 2013), im Peak District (Barnatt und Worthington, 2006) oder auch in Ramsbeck im Sauerland (z.B. Straßburger, 2012).

Zur Klärung der Stratigrafie wurden im Stollen *Canopa delle Acque* Profile angelegt. Dabei zeigte sich, dass auch

in Bereichen mit jüngeren Bergbauspuren mittelalterliche Schichten erhalten sind. Im *Canopa Doss del Cuz* wurden in verschiedenen Bereichen Holzkohleproben entnommen. Drei von diesen wurden ¹⁴C-datiert und ergaben folgende Werte (Genauigkeit 95,4%): 1030–1220, 1180–1210, 1020–1210 (CEDAD Lab, Universität von Salento 2014). Damit ist belegt, dass dieses Bergwerk in Betrieb war, als das Trienter Bergrecht niedergeschrieben wurde oder sogar noch davor.

Vergleich montanarchäologischer und historischer Aussagen zur Bergbautechnik

Für den Vergleich erfolgt eine Orientierung am „Bergbau-Kanon“, ähnlich wie es G. Weisgerber für die den Silberbergbau betreffenden Regelungen im Trienter Bergrecht bereits im Rahmen der Auswertung zur Bergbausiedlung auf dem Altenberg bei Hilchenbach-Müsen im Siegerland getan hat (Weisgerber, 1998, S. 210-219).

Lagerstättenprospektion und -exploration

Im Trienter Bergrecht finden sich keine Angaben zu Lagerstättenprospektion und -exploration, so dass hier die geologischen Aufschlüsse sowie Bergbaubefunde über und unter Tage wichtig sind. Die Erzmineralisation ist flach einfallend (Pošepny, 1880; Weisgerber, 1998, S. 211). An Steilhängen im Schutt finden sich Schwerspattfragmente und an den Ausbissen in Felswänden Schwerspattbänder, die den Bergleuten als Orientierung dienten, wie z.B. auf *Doss le Grave*. Sie folgten diesen in den Berg und bei einer entsprechenden Vererzung wurde mit dem Abbau begonnen. Ein weiterer Aufschluss findet sich auf *Doss del Cuz* im Steilhang eines Bachtals, in dem Sedimente auf Mineralisationen hin untersucht werden konnten.

Interessant ist eine Regelung im Vertrag vom 24. März 1185: Die Abgaben an den Bischof waren für alle gleich, es sei denn beim Graben wurden neue Erzgänge gefunden (Kink, 1852, S. 431 u. 432 Abt. I, Urk. Nr. 24 (LXIII)); von Wolfstrigl-Wolfskron, 1903, S. 1; s. dazu auch Hägermann und Ludwig, 1986, S. 7; Weisgerber, 1998, S. 210; Lange-Tetzlaff, 1999, S. 34). In diesem Fall musste eine höhere entrichtet werden. Dies könnte eventuell auf Reicherze im oberflächennahen Bereich neu erschlossener Lagerstättenbereiche hindeuten.

Aus- und Vorrichtung der Lagerstätten

Da lagerartige, von tauben Schichten überdeckte Vorkommen verfolgt wurden, mussten diese durch tonnlägig einfallende Grubenbaue und Saigerschächte aufgeschlossen werden (Abb. 2 a und b) (Canaval, 1916a, S. 20). Die

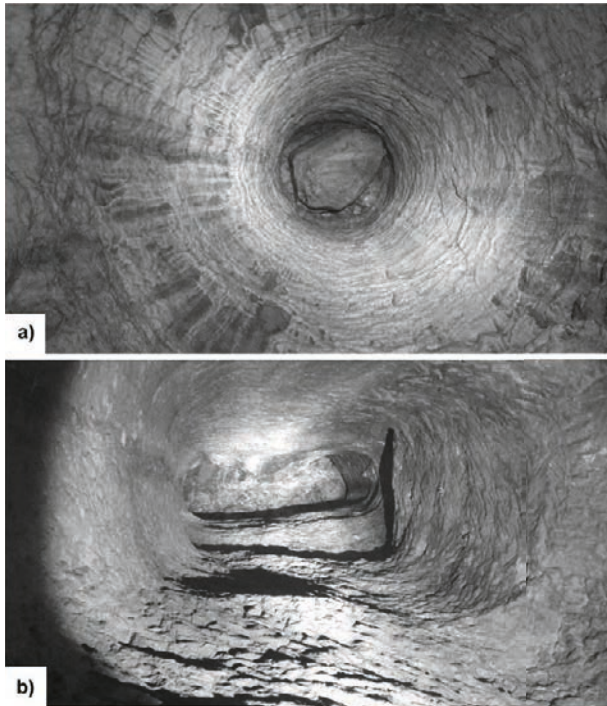


Abb. 2: Schächte: a) Pozzo di Damocle in Canopa delle Acque, b) Doss del Cuz (Fotos: M. Straßburger).

Tiefe der im Durchmesser 1 bis 2 m messenden Schächte wird mit 50 bis 120 m angegeben. Bei einem Versuch, den Nordnordwest streichenden, nach Nordnordosten verflachenden so genannten Calisio-Sprung auszurichten, wurde dieser überbrochen und dann im Dolomit mit einem runden Gesenk von 0,8 m Durchmesser niedergegangen, bevor nach 16 m Tiefe die Arbeiten eingestellt wurden (Canaval, 1916a, S. 22).

Der Aufschluss der Lagerstätte durch Schächte erlaubte eine Vielzahl von Betrieben zur gleichen Zeit (Weisgerber, 1998, S. 211). Von den Schächten aus wurde der Lagerstätte mit Strecken nachgegangen, die anscheinend als reine Abbaustrecken dienten (Canaval, 1916a, S. 20). Die Grube S. Colomba und die Grotta delle Greve zeigen diese Ausbildungsweise deutlich.

Keilhauen- und Fimmelarbeit

Bei der Vortriebs- und Gewinnungsarbeit mit Keilhauen und Fimmeln ist zum einen das Gebirge, zum anderen das eingesetzte Gezähe zu betrachten.

Nur ausnahmsweise durfte im faulen Berg (*in falum berg*) gearbeitet werden, z.B. wenn die Schachtteufer (*xencatores*) eines Senkloches oder einer Arbeitsstätte (*xenkilochi vel laboreri*) in den leeren Berg geraten (*pervenissent ad montem vacuum*) (Hägermann und Ludwig, 1986, S. 39 u. 58; Canaval, 1916a, S. 20; vgl. Weisgerber, 1998, S. 211-212). Diese Regelung galt auch für solche, die wegen der Wassermengen nicht arbeiten oder teufen konnten, oder wenn das Gebirge zu hart war.

Als faules Gebirge wird in späterer Literatur mürbes, weiches oder zerklüftetes Gestein (Adelung, 1796, S. 452; Rinmann, 1808, S. 663; Heinsius, 1819, S. 38; Richter, 1823, S. 73-74; Pierer, 1858, S. 134; Veith, 1871, S. 175) ohne „nützliche Fossilien“ (Pierer, 1858, S. 134) sowie ockrige Gang- und Lagerarten (Richter, 1823, S. 73-74) bezeichnet.

Im Ganzen betrachtet ist die Werfen-Formation ein stark differenziertes Gebilde. Eine wichtige Rolle spielen Grenzflächen im Gestein. Horizontale Trennflächen bzw. texturell begünstigte Wegsamkeiten unterstützen Wege von Sickerwässern, wodurch sich eine Zerstörung des

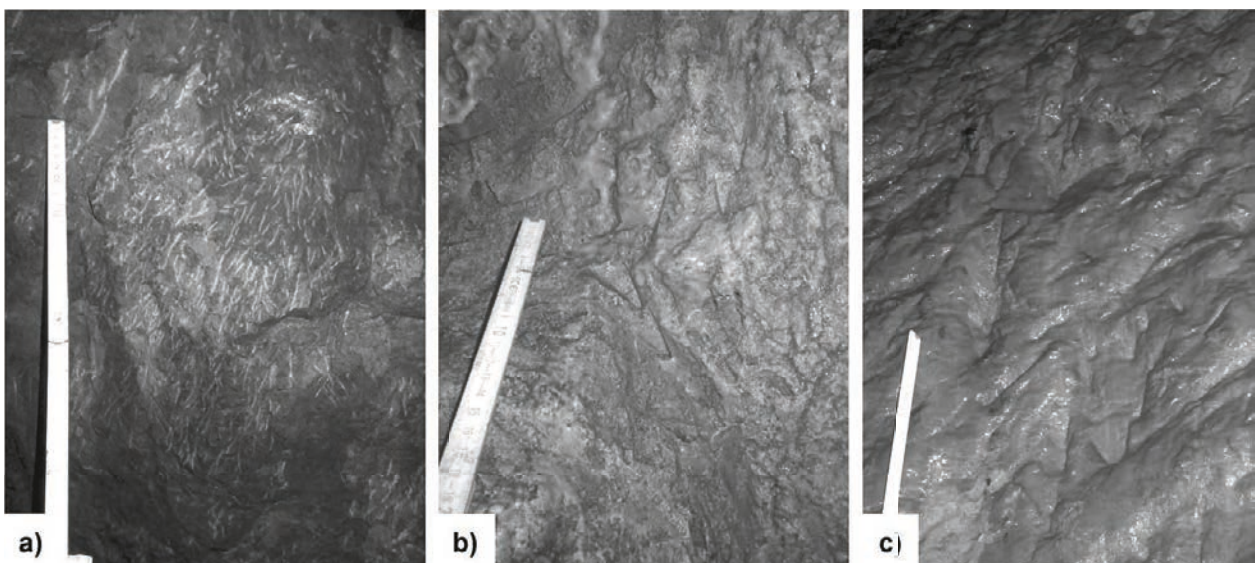


Abb. 3: Verschiedene Spuren von Keilhauenarbeiten: a) „woodpecker work“ in Doss del Cuz, b) Abdrücke von Keilhauen im Bereich eines kleinen Vortriebs in Busa del Pomar, c) Abdrücke schwerer Keilhauen im Schacht in Doss del Cuz (Fotos: M. Straßburger).

Dolomitgefüges zu freien Abflusswegen ergeben kann (Hofbauer, 2013, S. 85). Mitunter bilden sich größere stark vergrusste, das heißt verwitterte, Bereiche innerhalb des Fels (Hofbauer, Kaulich und Gropp 2005, S. 7-8). Sobald in diesen durchlässigen Zonen genügend Querschnitt zur Ausspülung der aus dem Kornverband gelockerten Dolomitmörner existierte, wurde die Höhlenbildung enorm beschleunigt. Die so geschaffenen Wegsamkeiten können nachfolgend zur Anlage von mit Dolomitgrus ausgefüllten Höhlenräumen geführt haben.

Der Begriff *mons vacuum* wurde bisher mit „Alter Mann“ oder „tauber Berg“ übersetzt (Hägermann und Ludwig, 1986, S. 58; s. auch Weisgerber, 1998, S. 211; Kirnbauer, 1958, S. 17). Es handelt sich in diesem Fall jedoch wahrscheinlicher um Höhlen bzw. Zerrklüfte, wie z.B. das sogenannte „Inferno“ im *Canopa Doss del Cuz*.

Als Gezähe werden lediglich „Eisen“ genannt, was sich allgemein auf das eiserne Gezähe beziehen, aber auch Bergeisen dieser Zeit bezeichnen kann (Hägermann und Ludwig, 1986, S. 37, 49; Weisgerber, 1998, S. 211). R. Canaval berichtet, dass das Material in einer durchschnittenen Halde die Gewinnung mit Meißel und Spitzhaue wahrscheinlich macht (Canaval, 1916a, S. 20). Von der Grube *S. Colomba* und der *Grotta delle Greve* berichtet er, dass die Keilhau eingesetzt worden war, die bogenförmig gekrümmte, zum Teil recht tiefe Rillen hinterließ (Canaval, 1916a, S. 22).

Im archäologischen Befund können für den mittelalterlichen Bergbau fast ausschließlich Fimmel- und Keilhauenspuren (Abb. 3) festgestellt werden. Dies umfasst auch sehr feine gepickte Keilhauenspuren (Abb. 3 a), wie z.B. an der Firste eines Abbaus im oberflächennahen Bereich in *Canopa delle Acque*. Solche Gezähespuren finden sich unter anderem auch im Derbyshire Peak District in England sehr häufig und werden dort als „woodpecker work“ bezeichnet. Daneben finden sich in den Schächten Spuren von größeren, eventuell beidhändig geführten Keilhauen. Hier befindet sich ein Altfund aus *Doss del Cuz* in der Sebesta-Sammlung im Museo degli Usi e Costumi della Gente Trentina in San Michele all'Adige, der sehr gut zu den Befunden passen würde.

Auf Fertigung und in Instandhaltung des bergmännischen Gezähes deuten Schmiedeschlacken neben Halden sowie umfangreiche Schlacken aus Sondageschnitten auf *Doss del Cuz* hin. Unter den Zeugen im Trienter Bergrecht wird zudem ein Gewerke namens *Walterio ferrarii* (Schmied) genannt, was als ein Hinweis auf die Bedeutung dieses Handwerks für den Silbererzbergbau am Monte Calisio verstanden werden kann (Hägermann und Ludwig, 1986, S. 36 u. 55; Kink, 1852, S. 443-444, fol. 61).

Feuersetzen

Die Technik des Feuersetzens wurde in den Abbauen im großen Umfang angewandt. Es war bei schwerer Geldstrafe verboten, *contra statutuum montis* (gegen die Bergsatzung) in irgendeiner Grube bzw. einem Schacht

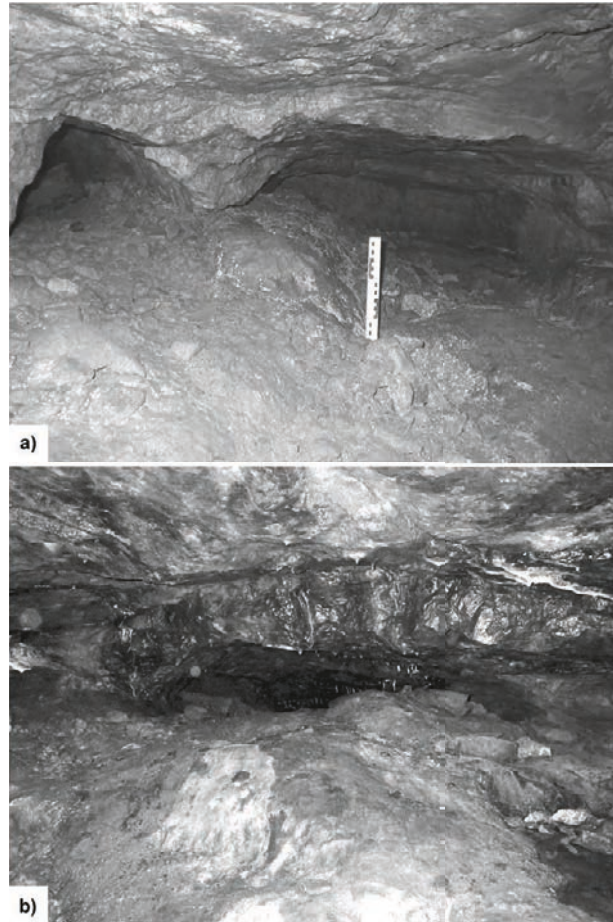


Abb. 4: Feuersetzte Abbaue: a) Busa del Pomar bei Meano, b) Doss del Cuz (Fotos: M. Straßburger).

oder einer Arbeitsstätte Feuer zu setzen ([...] *ignem in aliqua putea posuerit vel laborerio* [...]) (Hägermann und Ludwig, 1986, S. 39 u. 58; Weisgerber, 1998, S. 211). Hier ist bei der Interpretation zu beachten, dass Brände unter Tage einige Merkmale aufweisen, die sich von denen über Tage unterscheiden.⁴

R. Canaval beschreibt die kuppelförmig gekrümmten Firsten der Verhaue in *Doss delle Grave* (Canaval, 1916a, S. 21). Auch in anderen Gruben haben sich umfangreiche Befunde des Feuersetzens erhalten (Abb. 4). Das Gestein zeigt teilweise ziegelrote Farbe. Reste von Setzholz sind jedoch nicht gefunden worden. Ruß wurde als schwacher, von Kalksinter überdeckter Beschlag beobachtet.

Bewetterung

Die Zufuhr und Lenkung von Wetterern hängt eng mit Feuersetzen zusammen. Werden gute Bergwetter erbaut, darf der Luftzug nicht zum Nachteil anderer verhindert oder gesperrt werden (Hägermann und Ludwig, 1986, S. 39-40 u. 59; Weisgerber, 1998, S. 212).⁵

Eine gute Bewetterung war für den Betrieb der Bergwerke auf dem Plateau des Monte Calisio daher

entscheidend. Zur Aufrechterhaltung des ursprünglichen Wetterstromes und seiner Richtung im brennenden Wetterweg durften Wetterwege daher nicht gesperrt werden (Hauptstelle für das Grubenrettungswesen, 1974, S. 15). Die Regulierung des Feuersetzens stellt eine weitere zentrale Bestimmung dar. Die Befunde deuten an, dass ein durchdachtes, der jeweiligen Betriebssituation angepasstes Bewetterungssystem bestanden haben muss. Nicht mehr betriebene Grubenbaue wurden abgemauert, was eine Verringerung des Wetterstromes verhinderte und die Leitung der Wetter erleichterte. Auch Durchschläge wurden teilweise vermutlich aus wettertechnischen Gründen angelegt.

Grubenausbau

Das Pfändungsverbot der Sägen könnte auf hölzernen Ausbau hindeuten (Hägermann und Ludwig, 1986, S. 37 u. 56; s. auch Weisgerber, 1998, S. 211). Das Gebirge der Region ist aber in der Regel sehr standfest, so dass im Befund bisher nur sehr wenige und chronologisch nicht zuzuweisende Befunde identifiziert werden konnten, die Hinweis auf Holzausbau geben. Sicher ist jedoch, dass Holz für das Feuersetzen zu zerkleinern war.

Als hauptsächlicher Ausbau finden sich in den Abbauern Trockenmauern, mit denen abgeworfene Grubenbaue zusätzlich verschlossen wurden. Diese Maßnahme diente aber auch der Leitung des Wetterstromes. Ferner wurden Gebirgspfeiler unterschiedlicher Dicke belassen.

Fahrung

Auf eine Schachtfahrung könnte das Pfändungsverbot von Seilen hinweisen (Hägermann und Ludwig, 1986, S. 37 u. 56). Auch an eine Kletterhilfe in steiler geneigten Grubenbauen ist zu denken (Weisgerber, 1998, S. 211).

In dem 16 m tiefen Gesenk am Calisio-Sprung fanden sich Tritte von 0,8 m Durchmesser (Canaval, 1916a, S. 23). Ähnliche Befunde erwähnt M. F. Gaetzschmann von den engen runden Schächten am Monte Catini in der Toscana (Gaetzschmann, 1856, S. 376). Einen weiteren Hinweis für Fahrung in Schächten ist im *Canopa Doss del Cuz* zu beobachten: Der Blindschacht ist abgesetzt, so dass eventuell Fahrten eingebaut wurden.

In geneigten Abbaustößen finden sich wiederholt eingeschlagene Tritte, die eine Fahrung ermöglichten. Flachere Steigungen konnten mit Treppen bewältigt werden. Dagegen erfolgte die Fortbewegung in den Strecken wechselnd kriechend bis aufrecht gehend.

Förderung

Die erwähnten Seile könnten auch Förderseile für die Schachtförderung gewesen sein (Hägermann und Ludwig, 1986, S. 37 u. 56; Weisgerber, 1998, S. 211). Fer-

ner werden *rotae* genannt, mit denen ausgehend vom Textkontext teilweise Haspeln gemeint sein könnten.⁶ Bisher sind jedoch keine archäologischen Nachweise bekannt, die auf den Einsatz von Haspeln hindeuten könnten. Ausgehend von den Befunden sowie Funden in Dippoldiswalde und auch in Bayern ist ihre Verwendung jedoch auch am Monte Calisio als durchaus möglich zu betrachten (für Dippoldiswalde z.B. Lentzsch, 2014, S. 234-235; für Bayern: Straßburger, 2018, S. 266-267). Offenbar waren Haspeln wenigsten seit dem 12. Jahrhundert ein Grundbestandteil der Bergwerkstechnologie.

Während im überwiegenden Teil der Strecken wohl eher schleppende Förderung erfolgte, wird im Zusammenhang mit einem Wasserlösungsstollen mehrfach ein *carrowegus* genannt (Hägermann und Ludwig, 1986, S. 48-50 u. 66-68). Ausgehend von den vorhandenen mittelalterlichen Quellen handelt es sich bei einem *carrus* bzw. „karren“ oder „karro“ (ahd.) um einen vierrädrigen Transportwagen (Köbler, 1993, S. 147).⁷ Die Bedeutung von „weg“ ist bis heute weitgehend gleich geblieben (Köbler, 1993, S. 173) und „wegi“ bezeichnet Bewegung (Köbler, 1993, S. 176). Der Einsatz eines Wagens hätte einen anderen Stollen- bzw. Streckenquerschnitt erfordert, der sowohl höher als auch breiter hätte sein müssen. Diese Interpretation ist weiter unsicher (vgl. dazu auch Hägermann und Ludwig, 1986, S. 15f.). A. Zycha vermutet dagegen, dass der Begriff eine Stollensohle bzw. Wasserseige bezeichnet (Zycha, 1900, S. 23). Dies wäre jedoch nur bei einem etymologischen Zusammenhang mit dem Wort „kar“ (ahd. Gefäß, Wanne, Trog) denkbar (Köbler, 1993, S. 144; vgl. auch Grimm, 1831, S. 456). F. Kirnbauer schlägt als Übersetzung von *carrowegus* „Förderweg“ vor, was allgemeiner gefasst wäre.

Wasserhaltung

Zusitzende Wässer werden gezogen bzw. geschleppt ([...] *traitur aqua* [...] *aque trahende* [...]) (Hägermann und Ludwig, 1986, S. 36, auf S. 55 mit „schöpfen“ übersetzt). Konnte eine Grube oder ein Gesenk (*xenkilochi*) wegen Wassernot nicht verlassen werden, ist es erlaubt, Erz am Berg zu verkaufen und bezahlen zu lassen (Hägermann und Ludwig, 1986, S. 36 u. 55; Weisgerber, 1998, S. 212). Im „faulen Berg“ darf dann gearbeitet werden, wenn es wegen der zusitzenden Wassermenge nicht anders möglich ist (Hägermann und Ludwig, 1986, S. 39 u. 58). Für die im Karst betriebenen Bergwerke auf dem Plateau des Monte Calisio ist mit teilweise relativ starken Wasserzuflüssen zu rechnen. Dabei hatte der Dolomit im Vergleich zu Kalkgesteinen eine erhöhte Durchlässigkeit. Mit fortschreitendem Abbau erhöhte sich auch die Zahl an Zuflüssen. Da die Mineralisation in den Berg einfällt, waren Lösungsstollen ab einer bestimmten Abbauteufe unumgänglich. Alternativ kann das Einleiten von Wasser in eine andere Grube eine effektive Gegenmaßnahme gewesen sein. Aus diesem Grund wurde vielleicht die Bestimmung erlassen, dass das böartige Einleiten von

Wasser in eine Grube *contra statutum montis* schwer bestraft wird (*Item si [...], vel aquam fraudulenter intus vergerit contra statutum montis, L libras fisco nostro emendare teneatur*) (Kirnbauer, 1958, S. 16; vgl. Weisgerber, 1998, S. 213).

Wer ein „*wachum*“ mutwillig zerstört, dem sollte die Hand abgehackt werden (Hägermann und Ludwig, 1986, S. 37 u. 56, 75, Glossar 80; Hinweis auf die Schwierigkeiten mit diesem Begriff S. 15). Im Mittelhochdeutschen haben „*wâc*“ oder „*wâge*“ unter anderem die Bedeutung „See“, „Teich“ und „Wasser“ (Hennig, 1993, S. 311). Daher könnte der Begriff „*wachum*“ Becken ansprechen, wie sie im *Canopa Doss del Cuz* erhalten sind.

Ein am Monte Vaccino (Kühberg) aufgefahrener Erbstollen (*actufus*) unterlag besonderem Schutz (Hägermann und Ludwig, 1986, S. 48-50 u. 66-68). Seine genaue Lokalität konnte bisher nicht ermittelt werden. Allerdings besaßen die Gruben teilweise eigene Lösungstollen, wie das Beispiel *Canopa delle Acque* zeigt. Dort wurde vom tiefsten Punkt eines Abbaus ein Stollen Richtung Tal aufgefahren, der die Grubenwässer abführt (Abb. 5).

Geleucht

Für Geleucht finden sich keine besonderen Bestimmungen im Trienter Bergrecht, so dass Ausführungen zu diesem Thema vollständig auf die Archäologie angewiesen sind. Im Fundgut sind „Steinlampen“ und Kienspäne vertreten.

Während letztere bei Fahrung und Arbeit vor Ort im Mund getragen werden konnten und so Mobilität ermöglichten, standen die Steinlampen an Schächten und in Abbauen. Ferner wurden auch Vertiefungen in den anstehenden Fels geschlagen. Die Grubenlampen sind schüsselförmige Gefäße von 2–3 kg Gewicht aus dem unmittelbaren Nebengestein der Erzlagerstätte. Sie werden von R. Canaval als mutmaßliche Besonderheit der hiesigen Gruben bezeichnet (Canaval, 1916a, S. 23). Wahrscheinlich wurden sie in der Grube selbst angefertigt und dienten als stationäres Geleucht. Möglicherweise wurde in ihnen kein Rindertalg abgebrannt, sondern sie dienten als Kienspanhalter.

Markscheidewesen

In den Bestimmungen des Trienter Bergrecht finden sich nur wenige Hinweise auf Vermessung im Montanwesen (vgl. dazu auch Wilski, 1930, S. 43 u. 47). So war es nicht erlaubt, einen Schurf oder eine Arbeitsstätte innerhalb von fünf Schritten zur einen wie zur anderen Seite oder vorn über den Karrenweg abzuteufen oder zu bearbeiten (Hägermann und Ludwig, 1986, S. 50 u. 67; Weisgerber, 1998, S. 212). Verfehlungen im Zusammenhang mit dem Karrenweg wurden mit einer hohen Geldstrafe geahndet. Bei Durchschlägen und daraus entstandenen Streitigkeiten hatte die Arbeit zu ruhen, bis durch das Gericht entschieden war (Hägermann und Ludwig, 1986, S. 37



Abb. 5: Wasserlösungstollen in *Canopa delle Acque* (Foto: M. Straßburger).

u. 56; Weisgerber, 1998, S. 211). In beiden Fällen kann eine Vermessung angenommen werden.

Zum Abstand von zwei Gruben wird in folgender Bestimmung festgestellt: *Item statuimus, quod de cetero aliquis non sit ausus capere aliquam presam putearum, nisi fuerit X passus una separata ab alia; [...]* (Ebenso bestimmen wir, dass im übrigen niemand wagen soll, irgendeinen Neuschurf an Gruben aufzunehmen, wenn er nicht zehn Schritte von einer anderen entfernt ist; [...]) (Hägermann und Ludwig, 1986, S. 39 u. 58; vgl. auch Ziegenbalg, 1984, S. 44; Weisgerber, 1998, S. 212). Dies entspricht sehr stark einer Verordnung des ebenfalls von deutschen Berggebräuchen geprägten Bergbaus bei Massa Marittima in der Toskana. Zu Form und Formalität der Grubeneröffnung heißt es dort, dass eine Grube im Abstand von 15 Schritten und mehr geschürft und verlochsteint werden soll, sofern die Gruben in einem

Abstand von mehr als 12 Schritten zu Felde ziehen (s. dazu Ziegenbalg, 1984, S. 44). Ähnliche Bestimmungen finden sich auch in nachfolgenden Bergordnungen, hier jedoch auf steil stehende Gangerzlagerstätten bezogen (vgl. beispielsweise Gaetzschmann, 1856, S. 343 zum sächsischen Regalbergbau).⁸

Die Abstände der Schächte auf dem Calisio-Plateau scheinen im Widerspruch zu der Regelung im Trienter Bergrecht abgeteuft worden zu sein. Im Geländebefund liegen sie dicht an dicht und nur ausnahmsweise sind Abstände von mindestens zehn Schritt und mehr feststellbar (Canaval, 1916a, S. 24 mit Bezug auf W. Dewar). Es könnte sich um sogenannte „Schachtfelder“ handeln, wie sie unter anderem für die mittelalterlichen Bleierzbergwerke in Polen charakteristisch sind (Molenda, 1980, S. 242). Deren Größe wurde durch die Begrenzung des Abstandes zwischen den Hauptschächten im Mittelpunkt eines Grubenfeldes definiert. Im Bedarfsfall, vor allem aufgrund der Wasserhaltungsprobleme, wurden mehrere dieser Einheiten miteinander verbunden, um größere Produktionsstätten zu erhalten.

Generell ist jedoch zu hinterfragen, ob tatsächlich die Saigerschächte in der Bestimmung gemeint sind, oder die Aufschlüsse auf der Ausbisslinie (d.h. *canope*). Dort sind die ersten Schürfe zu suchen und hier begannen auch Aus- sowie Vorrichtung der Lagerstätte. Die Messung der Abstände der potentiellen Mundlöcher der *canope* auf *Doss del Cuz* und bei *Canopa delle Acque* ergab jeweils einen Abstand von ca. 10 m. Die Schächte stellen erst eine zweite Stufe zur weiteren Erschließung der Lagerstätte dar.

Unter Tage ist das Markscheidewesen im Befund aufgrund der Strecken- und Abbauführung bisher nur in Ausnahmefällen zu erfassen. Neben Durchschlägen sind es eingemeißelte Zeichen, deren Alter und Bedeutung bisher ungeklärt sind. Sie könnten der Markierung von Grubenfeldgrenzen gedient haben.

Erzaufbereitung

Zu den Aufbereitungsplätzen für das Silbererz existieren kaum Daten. Die historischen Quellen geben hier nur spärliche Auskünfte, und auch in älteren Publikationen finden sich lediglich wenige Informationen. Im Trienter Bergrecht werden Gewerke genannt, die Silbererzmühlen betreiben (*wercos*, [...] *qui ad rotas arzentarie laborant* [...]) (Hägermann und Ludwig, 1986, S. 35 u. 54; Weisgerber, 1998, S. 213).

Eine Aufbereitung von Hand erfolgte offenbar direkt an den Schächten. Hierauf deuten zahlreiche Barytbrocken von weitgehend gleicher Größe.

Im Gebiet des Monte Calisio sind Altfunde von Erz-mühlsteinen bekannt, die aufgrund des Wassermangels wohl von Hand betrieben wurden (Canaval, 1916a, S. 23-24). Aufgrund der feinen Verteilung der Bleiglanzvererzung im Baryt war ein feiner Aufschluss erforderlich. Die Mühlsteine werden mit denen der Hohen Tauern

verglichen und sind nicht genau zu datieren, weil derartige Mühlen über längere Zeiträume eingesetzt wurden. Aus dem Umstand, dass die Mühlsteine besonders häufig auf dem Monte Vaccino vorkommen, lässt sich allerdings schließen, dass sie wahrscheinlich im Mittelalter noch benutzt worden sind.

Ein aus Granitporphyr bestehender Läufer, der neben der Grube S. Colomba gefunden wurde, und bei 40 cm Durchmesser eine Dicke von 7 cm aufweist, könnte ebenfalls von einer Erzmühle stammen, wie sie J. Niederist beschrieben hat (Niederist, 1863, S. 224). Derartige Mühlen waren nach C. J. B. Karsten in Bleiberg-Kreuth noch in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts in Gebrauch (Karsten, 1821, S. 221). Hier hatten Steine einen Durchmesser von 71 cm und wurden von einem Wasserrad angetrieben. Bei der Grube S. Colomba wurde dagegen aufgrund des fehlenden Wassers mit Menschenkraft gearbeitet.

Blei-Silber-Verhüttung

Die vier zu einem Schacht gehörenden Gewerke durften nach Entrichtung der entsprechenden Abgaben höchstens zwei Schmelzherde betreiben (Hägermann und Ludwig, 1986, S. 44-45 u. 62-63; Weisgerber, 1998, S. 213). Im Bergabschied Bischof Friedrich von Wangens vom 19. April 1214 finden sich Bestimmungen über den Betrieb von Schmelzwerken, welche *cum duobus furnis et unam rotam* (mit zwei Öfen und einem Wasserrad) versehen sind: Das Wasserrad einer Schmelzhütte darf nur gegen doppelte Gebühr die Blasebälge zweier Öfen betreiben (Hägermann und Ludwig, 1986, S. 45 u. 63; s. auch Canaval, 1916a, S. 24; vgl. Weisgerber, 1998, S. 213).

Nach G. B. Trener wurden einige Öfen im Dorf Montevaccino und eine große Menge Schlacken nahe der Burg von Fornace zu Beginn des 20. Jahrhunderts entdeckt. Bereits M. v. Isser sah in Fornas (Fornace, lat. *fornax = dt. Ofen*) einen Verhüttungsstandort (von Isser, 1888, S. 315). Der Name Fornace scheint jedoch auf Kalköfen zurückzugehen.

Der wahrscheinlichste Platz für eine Silbererzverhüttung ist ein Platz namens „Slacche“, nahe des Flusses Fersina: Es ist der einzige Ortsname, der mit der Bergbauaktivität in Verbindung zu stehen scheint und leitet sich von dem deutschen Wort „Schlacke“ ab. Ein weiterer Schmelzplatz befand sich im 16. Jahrhundert in San Lazzaro di Lavis. Hier wurden im 20. Jahrhundert und bei neueren Arbeiten Schlacken entlang der Etsch gefunden.

Gebäudebefunde und Burgen in den Abbauarealen

Werci, die Wasserräder haben und Silbermühlen betreiben, sollen in Trient wohnen und sind dadurch Bürger der Stadt (Hägermann und Ludwig, 1986, S. 35 u. 54;

Weisgerber, 1998, S. 212). In einer weiteren Bestimmung wird festgehalten, dass kein Erz mit in die Dörfer verbracht werden durfte (Hägermann und Ludwig, 1986, S. 36 u. 55; Weisgerber, 1998, S. 213). Weitere Spezifizierungen und Aussagen zu den Bergleuten fehlen. Lediglich eine Sage zur Entstehung des Lago S. Colomba lässt eine Siedlung im direkten Umfeld der Schächte vermuten. Im Geländebefund haben sich teilweise Gebäudereste neben den Schächten erhalten, die ausgehend vom archäologischen Gesamtkontext zeitgleich mit dem Bergbau sind. Zahlreiche davon sind als Grubenhäuser anzusprechen. Zumindest einer dieser Befunde konnte auf *Doss del Cuz* näher untersucht werden. Für einige Haus- bzw. Kellerbefunde neben den Pingen am Lago S. Colomba stehen archäologische Grabungen weiterhin aus (vgl. dazu auch Weisgerber, 1998, S. 214 u. 217 mit Anm. 390). Unterhalb des Lago S. Colomba wird für eine im 16. Jahrhundert belegte kleine Kirche angenommen, dass es sich um die „Kirche der Canopi“ handelte. Diese war bereits im 17. Jahrhundert wüst gefallen und ist nun ein Wohnhaus.

In Bezug auf die Siedlungen könnten einige Burgen auf dem Plateau theoretisch mit der Administration der Bergwerke in Verbindung stehen, wie z.B. Castel Bosco, Castel Telvana in Civezzano und Castello di Roccabruna in Fornace. Allgemein spiegeln Burgen rechtlich-administrative sowie auch ökonomische Aspekte (Kontrolle bzw. Schutz der Ressourcen) wider. Auf dem Monte Corno finden sich zudem drei kleine Befestigungen auf engstem Raum mitten im Abbaugelände. Denkbar ist, dass die Befestigungen Sitz der Gastalden waren, d.h. der Beamten des Bischofs. Durch die Nähe zur Stadt unterstanden diese am Berg ihrerseits einer dauernden Kontrolle (Hägermann und Ludwig, 1986, S. 34 u. 54, 42 u. 60; Weisgerber, 1998, S. 213). Historische Quellen, die eine Verbindung von Burgen und Bergbau sicher belegen, fehlen jedoch.⁹

Schlussbetrachtung

Archäologische und historische Quellen zum mittelalterlichen Bergbau am Monte Calisio bei Trient können als interaktiv betrachtet werden. Für das Verständnis der Bestimmungen im Trienter Bergrecht sind neben den Befunden vor allem auch Geologie und Lagerstätte wichtig. Die bisherigen Interpretationen der Rechtsquelle wurden in der Regel ohne Kenntnis der Archäologie vorgenommen. Durch die Forschungen der letzten Jahre ergeben sich neue Ansatzpunkte und einige Erklärungsversuche müssen revidiert werden. Die untertägigen Befunde des hochmittelalterlichen Bergbaus bei Trient ähneln sehr denen in Melle (Frankreich) und im Derbyshire Peak District (England), so dass die wissenschaftliche Bearbeitung auch internationale Bedeutung hat. Die Forschungen sind noch längst nicht abgeschlossen und werden stetig ausgeweitet.

Anmerkungen

- 1 Handschriften: Innsbruck, Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Cod. 2091 saec. XIV, sog. Codex Wangianus maior; Trento, Archivio di Stato, Archivio del Principato Vescovile di Trento, Codex Wangianus minor saec. XIII; Trento, Archivio di Stato, Archivio del Principato Vescovile di Trento, Sezione Latina, Capsa 66, Nr. 12 Original.
- 2 Hägermann und Ludwig, 1986 aus der kopialem Überlieferung; Curzel, Varanini und Frioli, 2007, S. 812-825 aus der kopialem Überlieferung; Curzel und Varanini, 2011, S. 350-354 aus dem Original.
- 3 Übersetzungen durch die Autoren, sofern nicht anders angegeben.
- 4 In Ermangelung entsprechender experimentalarchäologischer Versuche unter Tage muss dabei auf moderne Versuche zum Feuersetzen sowie Brandversuche der Grubenwehren zurückgegriffen werden, was insofern zulässig ist, als dass sich die physikalischen Charakteristika der Brandentwicklung, von Temperaturen und Gasen nicht wesentlich unterscheiden: Stočes, 1927; The Mining and Materials Processing Institute, 1994, S. 4; Schultze-Ronhof und Klinger, 1948; Mitchell, 1990 sowie Banerjee, 2000.
- 5 Hinsichtlich der Bedeutung der Bewetterung beim Feuersetzen kann bzw. muss wiederum auf Brandversuche für das Grubenrettungswesen zurückgegriffen werden: Hauptstelle für das Grubenrettungswesen, 1974, S. 14; Mining and Materials Processing Institute, 1994, S. 16.
- 6 Kirnbauer, 1958, S. 14 u. 15; Hägermann und Ludwig, 1986, S. 18 übersetzen „(Wasser)Rad, Mühle“; vgl. dazu auch Hägermann und Ludwig, 1986, S. 80. - In einigen Fällen lässt sich nicht genauer spezifizieren, wo die genannten „rota“ standen und wofür sie eingesetzt wurden.
- 7 Im Gegensatz zum *currus*, einem zweirädrigen Karren. – Vgl. auch Binding, 1990, S. 172: Bericht über die Abtei Croyland, wohl 13. Jahrhundert.
- 8 Vgl. beispielsweise Gaetzschmann, 1856, S. 343 zum sächsischen Regalbergbau.
- 9 Zur Thematik Burg und Bergbau s. Fröhlich, 2013.

Literatur

- Adelung, J. C., 1796. *Grammatisch-kritisches Wörterbuch der Hochdeutschen Mundart*. Bd. 2. Leipzig: Breitkopf und Compagnie.
- Banerjee, S. C., 2000. *Prevention and Combating Mine Fires*. Rotterdam, Brookfield: A.A. Balkema.
- Barnatt, J. und Worthington, T., 2006. Using coal to mine lead: Firesetting at Peak District mines. *Mining History*, 16(2). S. 1-96.
- Binding, G., 1990. Der Baubetrieb der nordeuropäischen Stadt 1150–1250. In: D. Dolgner Hrsg., 1990: *Stadtbaukunst im Mittelalter*. Berlin: Verlag für Bauwesen. S. 158-176.
- Brusca, C. und Perna, G., 1997. Inquadramento e genesi dei giacimenti a galena argentifera del Monte Calisio. In: L. Brigo und M. Tizzoni Hrsg., 1997: *Il Monte Calisio e l'argento nelle Alpi dall'antichità al XVIII secolo. Giacimenti, storia e rapporti con la tradizione mineraria mitteleuropea, Atti del convegno europeo, Civezzano – Fornace, 12-14 ottobre 1995*. Trento: TEMI. S. 19-30.
- Canaval, R., 1916a. Das Vorkommen silberhaltiger Bleierze am Calesberg (Monte Calisio) bei Trient. *Zeitschrift für Praktische Geologie*, 24(1). S. 18-25.
- Canaval, R., 1916b. Das Vorkommen silberhaltiger Bleierze am Calesberg (Monte Calisio) bei Trient. *Zeitschrift für Praktische Geologie*, 24(2). S. 29-38.

- Canaval, R., 1916c. Das Vorkommen silberhaltiger Bleierzee am Calesberg (Monte Calisio) bei Trient. *Zeitschrift für Praktische Geologie*, 24(3). S. 85-100.
- Casagrande et al., 2018: Casagrande, M., Casagrande, L., Dell'Amore, F., Ferretti, P., Geiger, C., Scoz, J. und M. Straßburger: Updates from the Mons Argentarius. In: J. Silvertant, Hrsg., 2018: *Echoes of a mining past. 13th International Symposium on archaeological Mining History 2018 Kelmis, Belgium*. Kelmis, Gulpen: Silvertant Erfgoedprojecten. S. 87-105.
- Casagrande, L., 2012. Mining landscapes from remote sensing (LIDAR DTM): Studycases in the province of Trento (I). In: J. Silvertant Hrsg., 2012: *Mining and the Development of the Landscape. 7th Symposium on archaeological mining history, Jihlava*. Jihlava, Valkenburg aan de Geul, Jihlava: Institute Europa Subterranea. S. 66-71.
- Casagrande, L., 2013a. La valorizzazione del paesaggio minerario. Un esempio virtuoso in Trentino: l'Ecomuseo Argentario. In: F. Marzatico, und M. Nuccio, Hrsg., 2013: *APSAT VII. Conoscenza e valorizzazione dei paesaggi trentini, collana progetto apsats*. Mantova: Società Archeologica. S. 157-168.
- Casagrande, L., 2013b. Mining landscapes in the province of Trento (north-east of Italy): new technologies for research and preservation. In: R. Smolnik Hrsg., 2013: *Archaeomontan 2012, Internationale Fachtagung Oktober 2012*. Dippoldiswalde: Landesamt f. Archäol. Sachsen. S. 18-20.
- Casagrande, L., Ferretti, P., 2014. 'CASIMIRO'. A proposal for a georeferenced database of mining and mineralogical sites in Trentino. In: J. Silvertant, Hrsg., 2014: *Research and preservation of ancient mining areas. 9th International Symposium on archaeological Mining History*. Trento/Valkenburg aan de Geul: Silvertant Erfgoedprojecten. S. 256-259.
- Casagrande, L., Paffgen, B. und Straßburger, M., 2014. Mining archaeological research of medieval silver ore mining at Trento. In: J. Silvertant, Hrsg., 2014: *Research and preservation of ancient mining areas. 9th International Symposium on archaeological Mining History*. Trento/Valkenburg aan de Geul: Silvertant Erfgoedprojecten. S. 186-195.
- Casagrande, L. et al., 2018: Casagrande, L., Paffgen, B., Straßburger, M., Ferretti, P., Ghirardello, M. und Bianchini, G.: Hochmittelalterliche Aufbereitungs- und Verhüttungstechnologie im Test – Start einer Versuchsreihe am Monte Calisio bei Trient, in: Bayerische Archäologie 4. S. 39-41.
- Colecchia et al., 2011: Colecchia, A., Casagrande, L., Cavulli, F., Mura, L. und Nebbia, M.: Paesaggi medievali del trentino (progetto apsats). *Postclassical Archaeology*, 1. S. 245-274.
- Curzel, E. und Varanini, G. M. Hrsg., 2011. La documentazione dei vescovi di Trento (XI secolo-1218). Bologna: Il Mulino (= Annali dell'Istituto storico italo-germanico in Trento, 11).
- Curzel, E., Varanini, G. M. und Frioli, D., 2007. Codex Wangianus. I cartulari della Chiesa trentina (secoli XIII-XIV). Bologna: Il Mulino (= Annali dell'Istituto storico italo-germanico in Trento, 5).
- Dessau, G. und Perna, G., 1966. Le mineralizzazioni a galena e blenda del Trentino-Alto Adige e loro contenu in elementi accessori. *Atti Symp. Int. Giac. Min. Alpi*, vol. 3, S. 587-787.
- Ferretti, P., 2013. L'area mineraria dell'Altipiano del Monte Calisio: inquadramento geologico e giacimentologico. In: D. Angelucci, L. Casagrande, A. Colecchia und M. Rottoli, Hrsg., 2013: *APSAT II. Paesaggi d'altura del Trentino. Evoluzione naturale e aspetti culturali, collana Progetto APSAT*. Mantova: Società Archeologica. S. 259-262.
- Fröhlich, M., 2013. *Burg und Bergbau im südlichen Schwarzwald. Die Ausgrabungen in der Burg am Birkenberg*. Ostfildern: Jan Thorbecke Verlag (= Archäologie und Geschichte, Bd. 20).
- Gaetzmans, M. F., 1856. *Die Auf- und Untersuchung von Lagerstätten nutzbarer Mineralien*. Freiberg: Verlag von J. G. Engelhardt.
- Grimm, J., 1831. *Deutsche Grammatik*. Bd. 3. Göttingen: Dieterich.
- Hägermann, D., 1984. Deutsches Königtum und Bergregal im Spiegel der Urkunden. Eine Dokumentation bis zum Jahre 1272. In: W. Kroker und E. Westermann, Bearb., 1984: *Montanwirtschaft Mitteleuropas vom 12. bis 17. Jahrhundert*. Bochum: Eigenverlag (= Der Anschnitt, Beiheft 2). S. 13-23.
- Hägermann, D. und Ludwig, K.-H., 1986. *Europäisches Montanwesen im Hochmittelalter. Das Trienter Bergrecht 1185-1214*. Köln u. Wien: Böhlau (= Böhlau-Studien-Bücher: Quellen, Dokumente, Materialien).
- Hauptstelle für das Grubenrettungswesen, Essen Hrsg., 1974. *Ausbildung der Grubenwehr. Teil 2*. Essen: Eigenverlag.
- Heinsius, T., 1819. *Volksthümliches Wörterbuch der Deutschen Sprache, Zweyter Band*. Hannover: Hahnsche Hofbuchhandlung.
- Hennig, B., 1993. *Kleines Mittelhochdeutsches Wörterbuch*. Tübingen: Max Niemeyer Verlag.
- Hofbauer, G., 2013. Verwitterungsformen an Dolomit-Felsen der Frankenalb. In: Naturhistorische Gesellschaft Nürnberg e.V., Hrsg., 2013: *Natur und Mensch. Jahresmitteilungen 2012*. Nürnberg: Eigenverlag. S. 75-103.
- Hofbauer, G., Kaulich, B. und Gropp, C., 2005. Sind die Dolomithöhlen der Nördlichen und Mittleren Frankenalb tatsächlich das Ergebnis der Karbonatlösung? [online, 15. November 2005] Verfügbar unter: <https://www.gdgh.de/berichte/b07/dolomitkarst.pdf> [zuletzt aufgerufen am 24.01.2020].
- Isele, H. G., 1971. Art. Gewerkschaft, bergrechtliche. In: A. Erler und E. Kaufmann, Hrsg., 1971: *Handwörterbuch zur deutschen Rechtsgeschichte*. Bd. 1. Berlin: Schmidt. Sp. 1667-1668.
- Karsten, C. J. B., 1821. *Metallurgische Reise durch einen Theil von Baiern und durch die süddeutschen Provinzen Oesterreichs*. Halle: Verlag der Curtschen Buchhandlung.
- Kink, R., 1852. *Codex Wangianus. Urkundenbuch des Hochstiftes Trient*. Wien: K.K. Hof- und Staatsdruckerei.
- Kirnbauer, F., 1958. Die Bergordnung von Trient aus dem Jahre 1208 und ihre Beziehung zur Bergbautechnik. *Blätter für Technikgeschichte*, 20. S. 1-24.
- Köbler, G., 1993. *Wörterbuch des althochdeutschen Sprachschatzes*. Paderborn u.a.: Verlag Ferdinand Schöningh.
- Lange-Tetzlaff, M., 1999. Ein kurzer Abriss über den Bergbau in Pergine/Valsugana bis zur frühen Neuzeit. *Der Schlern. Monatszeitschrift für Südtiroler Landesgeschichte*, 73(1). S. 33-51.
- Lentzsch, S., 2014. Haspel. In: R. Smolnik, Hrsg., 2014: *Silberausch und Berggeschrey. Archäologie des mittelalterlichen Bergbaus in Sachsen und Böhmen*. Dresden: Beier & Beran. S. 234-235.
- Lühr, H., 1958. *Geologische Untersuchungen im östlichen Teil der „Calisio-Hochfläche“ bei Trento (Oberitalien)*. Diplom-Arbeit, Geologisches Institut Universität München (unpubliziert).
- Mitchell, D. W., 1990. *Mine Fires : Prevention, Detection, Fighting*. Chicago: Intertech Publishing.
- Molenda, D., 1980. Der Erzbergbau Polens im Mittelalter. Forschungsmethoden und -ergebnisse in den letzten drei Jahrzehnten. *Der Anschnitt*, 34(5-6). S. 235-244.
- Mons Argentarius: Le Miniere Argentifere di Trento. Rovereto: Tipografia Ugo Grandi 1914.
- Münch, W., 1985. *Die Lagerstätte der Grube Roncogno bei Trient und ihr geologischer Rahmen*. Inaug.-Diss., Geol. Inst. Univ. München (unpubliziert).
- Niederist, J., 1863. *Grundzüge der Bergbaukunde*. Prag: F.A. Czedner.

- Nimis, P. et al., 2012. Nimis, P.; Omenetto, P.; Giunti, I.; Artioli, G. und Angelini, I.: Lead isotope systematics in hydrothermal sulphide deposits from the central-eastern Southalpine (northern Italy). *European Journal of Mineralogy*, 24. S. 23-37.
- Palme, R., 1984a. Die Entstehung des Tiroler Bergrechts 1185-1214. *Mitteilungen des Instituts für Österreichische Geschichtsforschung*, 92(3-4). S. 317-340.
- Palme, R., 1984b. Rechtliche und soziale Probleme im Tiroler Erzbergbau vom 12. bis zum 16. Jahrhundert. In: W. Kroker und E. Westermann, Bearb., 1984: *Montanwirtschaft Mitteleuropas vom 12. bis 17. Jahrhundert*. Bochum: Eigenverlag (= Der Anschnitt, Beiheft 2). S. 111-177
- Pichler, H., 1957. *Geologische Untersuchungen am Südrand der Bozener Porphy-Platte nordöstlich von Trento (Ober-Italien)*. Inaugural-Dissertation, Geologisches Institut Universität München (unpubliziert).
- Pichler, H., 1962. Beiträge zur Tektonik des Südtiles der Bozener Porphyplatte im Raum um Trient (Ober-Italien). *Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft in Wien*, 55. S. 41-54.
- Pierer, H. A., 1858. *Pierer's Universal-Lexikon der Vergangenheit und Gegenwart oder encyclopädisches Wörterbuch der Wissenschaften, Künste und Gewerbe, Band 6: Europa bis Cascogne*. Altenburg: Verlagsbuchhandlung von H. A. Pierer.
- Pošepný, F.: Ueber den alten Bergbau von Trient. In: Ders., Hrsg., 1880: *Archiv für praktische Geologie*. Bd. 1. Wien: Alfred Hölder K. K. Hof- und Universitäts-Buchhändler. S. 519-528.
- Richter, F. J., 1823. *Die Bergbaukunst nach Abraham Gottlob Werners Vorlesungen in der königlich Sächsischen Bergakademie in Freiberg und nach eigenen Erfahrungen*. Dresden: Arnoldische Buchhandlung.
- Riedmann, J., 1982. Geschichte des Landes Tirol (=Geschichte der österreichischen Bundesländer), Wien: Verlag für Geschichte und Politik.
- Rinmann, S., 1808. Allgemeines Bergwerkslexikon, Zweyter Theil: Bericht bis F. Leipzig: Chr. W. Vogel.
- Schneider, H. J., 1956. Die Vererzung der südalpinen Bellopheron-Schichten. *Fortschritte der Mineralogie*, 34, S. 28-31.
- Schubert, E. und Both, W., 1974. Die Maßnahmen zur Stabilisierung der Bewetterung bei Auftreten offener Grubenbrände. *GLÜCKAUF, Zeitschrift für Technik und Wirtschaft des Bergbaus*, 110(1). S. 22-25.
- Schultze-Rhonhof, H. und Klinger, K., 1948. *Grubenbrand-Versuche. Untersuchungen über die Entstehung, die Verhütung, den Verlauf und die Bekämpfung von Grubenbränden*. Essen: Verlag Glückauf (= Berichte der Versuchsgrubengesellschaft 9).
- Schultze-Westrum, H. H., 1958. *Geologisch-lagerstättenkundliche Untersuchungen im Bereich der „Calisio-Hochfläche“ nordöstlich von Trento/Norditalien, unter besonderer Berücksichtigung der Lagerstätte „Doss le Grave“*. Diplom-Arbeit, Geologisches Institut Universität München (unpubliziert).
- Sternberg, K., 1838. *Umriss der Geschichte des Bergbaues und der Berggesetzgebung des Königreichs Böhmen*. Bd. 2. Prag: Gottlieb Haase Söhne.
- Stočas, B. 1927.: Anwendung der Feuermethode im modernen Bergbau. Zürich: Speidel & Wurzel.
- Stolz, O., 1928. Die Anfänge des Bergbaues und Bergrechtes in Tirol. *Zeitschrift der Savigny-Stiftung für Rechtsgeschichte*, 48. S. 207-263.
- Stolz, O., 1955. *Geschichte des Landes Tirol*. Innsbruck u.a.: Tyrolia.
- Straßburger, M., 2012. Middle-aged silver, copper and lead mining near Ramsbeck. *Acta Rerum Naturalium*, 12. S. 31-44.
- Straßburger, M., 2013. Early medieval ore mining in central Europe and neighbouring regions. In: J. Silvertant Hrsg., 2013: *Mining and Cultural Landscape. 8th International Symposium on archaeological Mining History, Reichelsheim-Oldenwald*. Valkenburg aan de Geul: Silvertant Erfgoedprojecten. S. 6-35.
- Straßburger, M., 2018. Montanarchäologie in einer Trasse im Tangrintel und in der Oberpfalz. *Bericht der Bayerischen Bodendenkmalpflege*, 59. S. 265-269.
- Téreygeol, F., 2002. Frühmittelalterlicher Bergbau und Silberproduktion von Melle in Frankreich. *Der Anschnitt*, 54, H. 6. S. 253-266.
- The Mining and Materials Processing Institute of Japan/The Coal Mine Research Centre, Japan, Hrsg., 1994. *Coal Mine Safety in Japan, Part 2: Mine Fires*. O.o.: s.n.
- Trener, G. B., 1896-1898. Le antiche miniere di Trento. *Annuario della Società degli alpinisti tridentini*, V. XX.
- Trener, G. B., 1899. Le antiche miniere di Trento. *Annuario degli alpinisti tridentini*, V. XX. S. 27-89.
- Trener, G. B., 1901. Notizie sulle antiche miniere di Trento. *Tridentum Revista di studi scientifici*, X. S. 385-393.
- Trener, G. B., 1902. Di un'antica miniera a Villazzano. *Tridentum*, 5(1). S. 39-40.
- Trener, G. B., 1908. Die Barit Vorkommnisse von Mte. Calisio bei Trient und Darzo in Judikarien und die Genesis des Schwerspats. *Jahrbuch der kaiserlich-königlichen Geologischen Reichsanstalt*, 58. S. 387-468.
- Trener, G. B., 1917a. *Le miniere argentifere di Trento*. Trento: Società Mons Argentarius.
- Trener, G. B., 1917b. *Le miniere argentifere di Trento. La miniera italiana*, 1.
- Trinker, J., 1845. Bericht über die im Sommer 1844 vorgenommene, geognostisch-montanistische Begehung. In: *Bericht über die am 16. Mai 1845 abgehaltene siebente Generalversammlung des Vereins zur geognostisch-montanistischen Durchforschung des Landes Tirol und Vorarlberg*. Innsbruck: Wagnersche Buchhandlung. S. 3-69.
- Veith, H., 1871. *Deutsches Bergwörterbuch*. Breslau: Verlag von Wilh. Gottl. Korn.
- von Isser, M., 1888. Die Montanwerke und Schurfbaue Tirols der Vergangenheit und Gegenwart. *Berg-und Hüttenmännisches Jahrbuch*, 36. S. 276-281.
- von Schwind, E. und Dopsch, A. Hrsg., 1895. *Ausgewählte Urkunden zur Verfassungs-Geschichte der Deutsch-Österreichischen Erblande im Mittelalter*. Neudr. 1968. Aalen: Scientia.
- von Sperges, J., 1765. *Tyrolische Bergwerksgeschichte*. Wien: Joh. Thomas Edlen v. Trattnern, Kaiserl. Königl. Hofbuchdrucker und Buchhändler.
- von Wolfstrigl-Wolfskron, M., 1903. *Die Tiroler Erzbergbaue 1301-1665*. Innsbruck: Verlag der Wagner'schen Universitäts-Buchhandlung.
- Wegener, W., 1971. Art. Bergrecht. In: A. Erler und E. Kaufmann Hrsg., 1971: *Handwörterbuch zur deutschen Rechtsgeschichte*. Bd. 1. Berlin: Schmidt. Sp. 373.
- Weisgerber, G., 1998. Montanarchäologische Untersuchungen auf dem Altenberg. Zum mittelalterlichen Berg- und Hüttenwesen im Siegerland. In: C. Dahm, U. Lobbedey und G. Weisgerber, Hrsg., 1998: *Der Altenberg. Bergwerk und Siedlung aus dem 13. Jahrhundert im Siegerland, Bd. 1: Die Befunde. Denkmalpflege und Forschung in Westfalen*, Bd. 34. Bonn: Habelt. S. 133-219.
- Weizsäcker, W., 1933. Bergbau – 1. Die Ausbreitung des deutschen Bergbaus und Bergrechtes im Mittelalter. In: C. Scheel et al., Hrsg., 1933: *Handwörterbuch des Grenz- und Auslandsdeutschtums*. Bd. 1. Breslau: Ferdinand Hirt.

- Werunsky, E., 1894-1938. Österreichische Reichs- und Rechtsgeschichte. Ein Lehr- und Handbuch. Bd. 1-6. Wien: Manz.
- Wilski, P., 1930. Trienter Bergmännische Urkunde aus dem Jahre 1213. Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen, 28(3). S. 43-49.
- Zanella, M. und Brigo, L., 1997. Le mineralizzazioni argentifere nello Scitico a nord di M. Calisio (Trento, Italia): relazioni fra assetto paleogeografico e chimismo. In: L. Brigo und M. Tizzoni, Hrsg., 1997. *Il Monte Calisio e l'argento nelle Alpi dall'antichità al XVIII secolo. Giacimenti, storia e rapporti con la tradizione mineraria mitteleuropea, Atti del convegno europeo, Civezzano – Fornace, 12-14 ottobre 1995*. Trento: TEMI. S. 31-41.
- Ziegenbalg, M., 1984. Aspekte des Markscheidewesens mit besonderer Berücksichtigung der Zeit von 1200 bis 1500. In: W. Kroker und E. Westermann, Bearb., 1984: *Montanwirtschaft Mitteleuropas vom 12. bis 17. Jahrhundert*. Bochum: Eigenverlag (= Der Anschnitt, Beiheft 2). S. 40-49.
- Zycha, A., 1899. *Das Recht des ältesten deutschen Bergbaues bis ins 13. Jahrhundert. Eine Studie aus der deutschen Rechts- und Wirtschaftsgeschichte*. Berlin: Vahlen.
- Zycha, A., 1900. *Das böhmische Bergrecht des Mittelalters auf Grundlage des Bergrechts von Iglau, Bd. 1: Die Geschichte des Iglauer Bergrechts und der böhmischen Bergwerksverfassung*. Berlin: Vahlen.