

Infrastruktur und Technologien der Silberproduktion des 13. Jahrhunderts im böhmisch-mährischen Mittelgebirge (Tschechien)

Petr Hrubý

Ohne zu übertreiben lässt sich die erste Blütezeit des Silberbergbaus im přemyslidischen Regierungsraum von etwa 1238/1240 spätestens bis 1290/1300 als eine Periode des Silberfiebers bezeichnen. Zahlreiche neue Bergwerke, Hüttenbetriebe, Bergbausiedlungen und damit natürlich auch Bergstädte entstanden zunächst im Herz des přemyslidischen Regierungsraums, nämlich an der Grenze zwischen Böhmen und Mähren (Abb. 1). Die massenhafte Zuwanderung aus ausländischen, unter anderem auch sächsischen Bergbaurevieren brachte neue Technologien und neues Kapital mit. In der historischen Literatur sind die meisten Zentren der Silberproduktion mit der königlichen Bergstadt Jihlava (Iglau) verbunden, doch wissen wir heute, dass es zahlreichen Groß- sowie Kleinbetriebe auch in den Nachbarrevieren gab (Abb. 2).

Die Montan- oder besser Rohstoffarchäologie in Tschechien blickt heute auf eine 40-jährige Tradition zurück.¹ Im böhmisch-mährischen Bergland ist die montanarchäologische Forschung deutlich jünger.² Im Unterschied zu den aktuellen Forschungsmöglichkeiten in Sachsen gibt es hier noch keine umfassenden archäologischen Untersuchungen unter Tage.³ Herausragend sind jedoch die Ergebnisse der Flächengrabungen in Abbauarealen, Aufbereitungsstätten, Hüttenbetrieben und Bergbausiedlungen, die bedeutende Erkenntnisse zur Infrastruktur der Bergbauareale und zu den angewendeten Technologien liefern.⁴

Ein interessanter Hinweis kam von Forschern aus dem Bereich der Numismatik, die bemerkt haben, dass in den ersten zehn Jahren der Produktion böhmischer Brakteaten zwischen 1225–1235 das Volumen ihrer Produktion nachweislich geringer war als in der zweiten Hälfte der dreißiger Jahre. Das deutet darauf hin, dass der König von Böhmen etwa seit der Mitte der dreißiger Jahre wesentlich mehr Silber für die Münzprägung zur Verfügung gehabt haben muss als dies in der vorherigen Zeit der Fall war.⁵

Eine wichtige Nachricht über den Reichtum an Erzkonzentrationen in Böhmen im 13. Jahrhundert bringt der gebildete Ordenswürdenträger Bartholomäus Anglicus. Im Kapitel *De Bohemia* des 15. Buchs *De regionibus*, das ein Bestandteil seines umfassenden Werks *De proprietatibus rerum* ist,⁶ führt er aus, dass das Land reich an Gold, Silber, Zinn und weiteren Metallen sei (*auro, argento, stanno et ceteris metallis ditissima*). Ohne Zweifel war der Silberbergbau zur Zeit der Entstehung dieses Textes in Böhmen voll etabliert. Dabei kann die Erwähnung von Gold und Zinn auf das traditionelle Seifen dieser Metalle hinweisen. Es ist unsicher, wann genau diese Niederschrift entstanden ist. Das in Magdeburg entstandene Manuskript wird meistens in eine sehr frühe Zeit, etwa nach 1235, gegebenenfalls 1240, spätestens dann 1242–1247 datiert. Bartholomäus wurde wahrscheinlich am Ende des 12. Jahrhunderts geboren. Er studierte in Oxford, doch spätestens seit 1225 war er in der Lehre in Paris tätig. Seit 1231 lebte und arbeitete er in Magdeburg. Meistens wird er mit dem Bartholomäus gleichgesetzt, der ein Mitglied des Ordens des hl. Franziskus war und nach Abschluss seiner missionarischen Laufbahn in Magdeburg seit 1247 als Provinzminister zuerst in Österreich und in den Jahren 1255 bis 1258 auch in Böhmen und Polen tätig war.⁷ Nach Magdeburg kehrte er 1262 zurück. Hier wurde er zum sechsten Provinzminister in Sachsen gewählt und war bis zu seinem Tod etwa 1272 tätig.⁸ Sollte das Manuskript in Magdeburg entstanden sein, so könnte dies schon während der dreißiger oder

Anfänge des Silber- und Bleibergbaus in den dreißiger und vierziger Jahren des 13. Jahrhunderts

1 Kudrnáč 1973; ders. 1982; Kudrnáč/Michálek 1993; Nováček 1993; ders. 1994; ders. 2001.

2 Rous 1998; ders. 2001; ders. 2004; ders. 2007; Rous/Malý 2004; Rous/Havlíček/Malý 2004; Vokáč/Houzar/Škrdla 2007.

3 Smolník 2011; dies. 2013; dies. 2014a; dies. 2014b; dies. 2015.

4 Hrubý 2011; Hrubý u.a. 2012; dies. 2014.

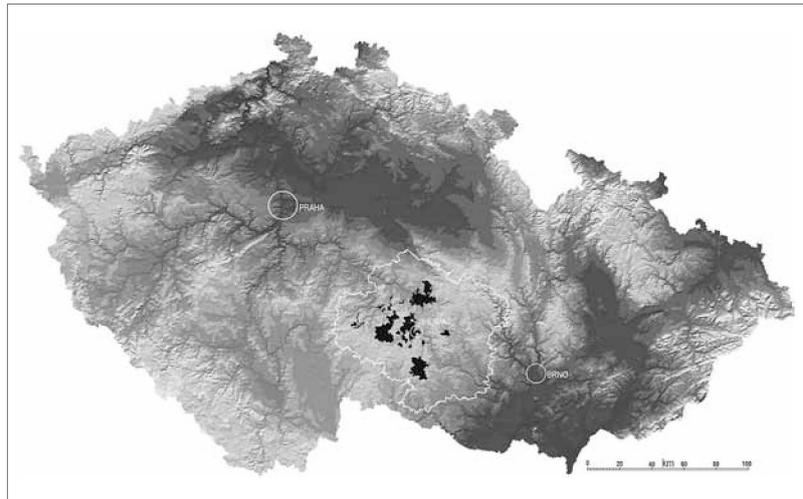
5 Zaoral 2000.

6 Bartholomaeus Anglicus 1485.

7 RBM II, 24, Nr. 61 und 63; ebenda, 25, Nr. 64; ebenda, 50, Nr. 131; ebenda, 63, Nr. 162.

8 Keen 2007, 1–4 und 11.

Abb. 1: Reliefkarte Tschechiens mit Zeichnung der Region Vysočina („Hochland“). Schwarz: Gebiete mit Überresten des mittelalterlichen Bergbaus.



vierziger Jahre erfolgt sein. Und in diesem Fall wäre es anscheinend die älteste Nachricht über das Silbervorkommen sowie die Silbergewinnung in Böhmen. Ebenso könnten seine Texte aber auch erst am Ende seines Lebens nach 1262 entstanden sein, als er auch seine Tätigkeit in Böhmen hinter sich hatte. Dann würden die Erwähnungen der Metalle nur eine allgemein bekannte Blütezeit des Silberbergbaus in der Zeit der Regierung König Ottokars II. (1253–1278) widerspiegeln.

Wurden in den dreißiger Jahren des 13. Jahrhunderts im přemyslidischen Regierungsraum silberhaltige Erze gewonnen, dann handelte es sich um eine kurze Episode. Den entsprechenden Voraussetzungen nach konnte ein Ziel der Gewinnung neben Sulfiden aus der primären polymetallischen Mineralisierung auch die sekundären angereicherten Oxidationszonen mit gediegenem Silber sein, die infolge einer spontanen elektrolytischen Reaktion während der Verwitterung in oberflächennahen Bereichen primärer Erzkörper entstanden sind.⁹ Diese Phase kann zugleich auch als ein Nachfolg der vorherigen Prospektionstätigkeit begriffen werden, die auf exogene Goldvorkommen ausgerichtet war. Aus einer breiteren Sicht ist die Entdeckung von silberhaltigen Erzlagerstätten eine unausweichliche Folge langfristiger Veränderungen, die mit mittelalterlicher Kolonisation verbunden sind.

Das bisher älteste konkrete Zeichen einer Montanaktivität am Westrand von Jihlava stellen Relikte einer Erzwäsche in Form von Pfählen und gespaltenen Brettern aus Tannenholz in einem alluvialen Profil direkt in der Vererzungszone dar. Der Einschlag der Hölzer wurde dendrochronologisch in das Jahr 1238/39 datiert. Durch eine Notgrabung im Jahr 2014 wurde im nördlichen Teil der Altenberger Dislokation (sogenannter Altenberger Zug) in Jihlava ein Grubenhaus untersucht, das einem Brand noch im 13. Jahrhundert zum Opfer gefallen ist. In diesem Grubenhaus wurden Rundhölzer aus Tannen freigelegt, deren Einschlag dendrochronologisch in den Winter 1247/48 datiert.¹⁰ Bergbau- sowie Siedlungsaktivitäten vor Ort können hier auch durch den Lese fund eines Pfennigs Wladislaus III. (1246–1247), Markgraf von Mähren, nachgewiesen werden. Diese Etappe könnte auch in anderen Regionen der böhmisch-mährischen Höhe vorausgesetzt werden.

Topographisch unbestimmte Silbergruben (*montem argenti*) der Augustinerinnen in Doubravnik bei Svatka werden in einer undatierten Urkunde Wenzels I. (1230–1253) erwähnt. Sollte die Urkunde echt sein, dann dürfte sie nach einigen Indizien bald nach 1240 entstanden sein. Das könnte auf die Existenz von Silbergruben auch kurz vor dieser Zeit hindeuten.¹¹ Abgesehen von diesem Schriftstück kann die Anwesenheit von Münzmeistern in Brno (Brünn) in den dreißiger und vierziger Jahren nicht übersehen werden. Der erste wird in der für die Johanniter

⁹ Holub 2007.

¹⁰ Hrubý u.a. 2014, 29, Tab. 1, 50–52 und 118.

¹¹ Doležel/Sadílek 2004, 77–79 und 114–115; Žemlička 2002, 303 und 712.

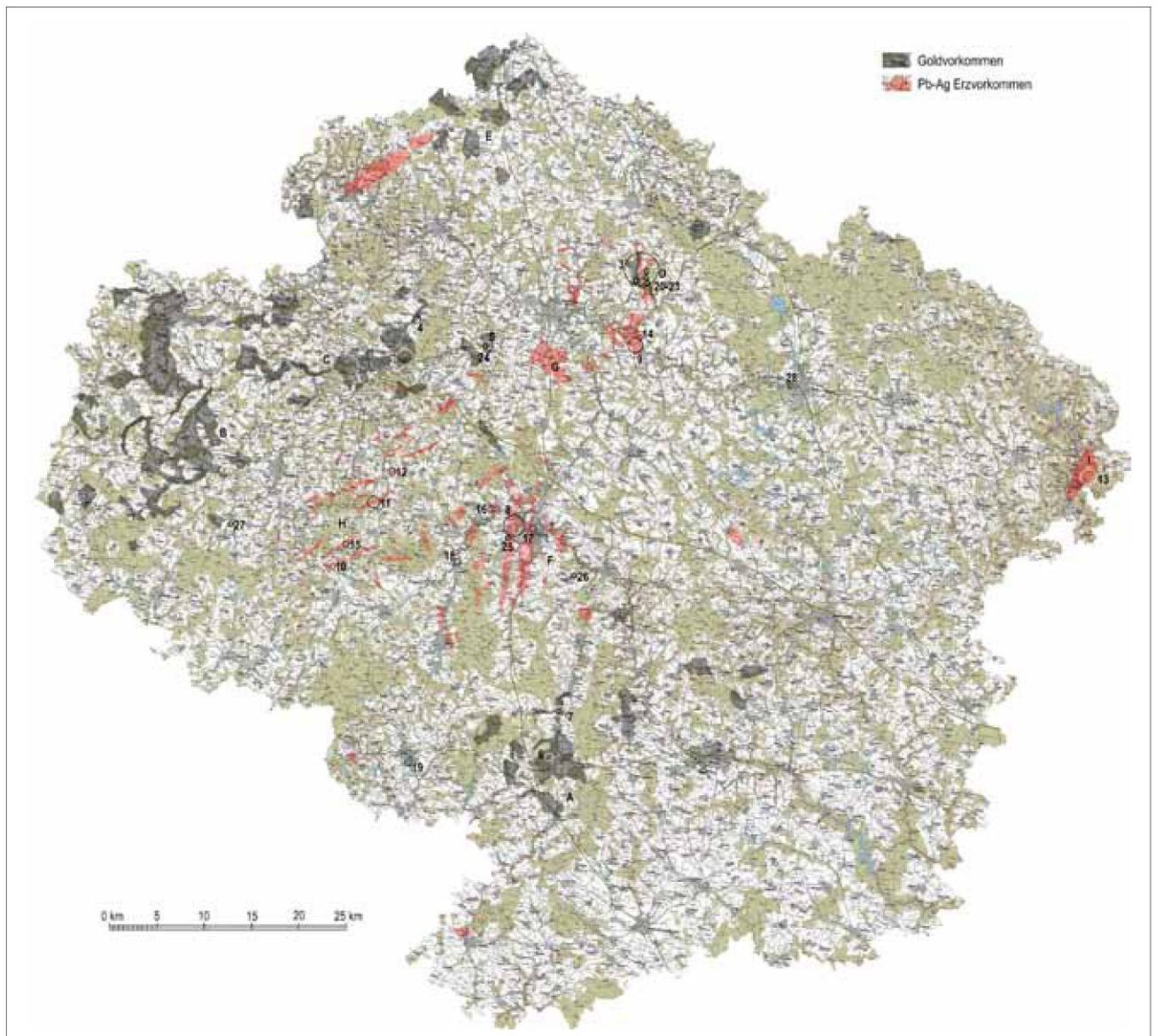


Abb. 2: Karte der Region Vysočina. A: Goldvorkommen bei Hory – Předín – Opatov – Želetava; B: Goldvorkommen bei Pacov; C: Goldvorkommen bei Humpolecko; D: Goldvorkommen und Polymetallerze bei Česká Bělá; E: Goldvorkommen bei Golčův Jeníkov; F: Erzrevier Jihlava; G: Erzrevier Havlíčkův Brod; H: Erzrevier Pelhřimov; I: Erzrevier Štěpánov nad Svatkou. Referierte Fundorte: 3: Fundkomplex Česká Bělá; 8: Jihlava, Staré Hory, ehemals Altenberg am Altenberger Zug; 9: Utín – Fundort Poperek/Buchberg; 10: Černov a Chrástov – Fundort Cvilínek; 11: Vyskytná; 12: Opatov (JI); 16: Vyskytná nad Jihlavou a Plandry – Hüttenplatz und Motte am Bělokamenský Bach.

bestimmte Urkunde des Přemysl (1228–1239), Markgraf von Mähren, vom 10. November 1234 erwähnt. Er wird hier als *Brumo monetarius regis* genannt.¹² Ein weiterer ist ein *Stephanus magister monetae*, der unter den Zeugen einer Urkunde Wenzels I. vom 7. Dezember 1240 angeführt wird.¹³ Der *Monetarius* erscheint auch im Zusammenhang mit einem Tausch der Münze im Wenzels I. *Privilegium Minus* für Brno von 1243.¹⁴ Noch vor der Mitte des 13. Jahrhunderts kommt in einer nicht näher datierten Brüner Urkunde des Markgrafen von 1247 die Wortverbindung „*Arlanus civis eiusdem civitatis et Crucisburgensis magister monetae*“ vor.¹⁵ In dieser Zeit waren die Münzmeister in Brünn ständig anwesend. Ein Zusammenhang zwischen ihnen und einem möglichen Abbau von silberhaltigen Erzen im östlichen Teil der böhmisch-mährischen Höhe kann nicht ausgeschlossen werden. Genauso verhält es sich später im Fall der Münzmeister in Humpolec, Jihlava und Havlíčkův Brod (Deutschbrod).

12 CDB III/1 107f., Nr. 91.

13 CDB III/2, 353–356, Nr. 260.

14 CDB IV/1, 84, Nr. 17.

15 CDB IV/1, 223, Nr. 127.

Ein Meilenstein für die Herrschaft der Přemysliden, insbesondere für die böhmisch-mährische Höhe stellt das Jahr 1249 dar. Ein Ereignis, das sich möglicherweise auf das Tempo der Bergbauaktivität ausgewirkt hat, war das Ende des etwa ein Jahr dauernden Kriegs zwischen dem sogenannten älteren König Wenzel I. (1230–1253) und dem sogenannten jüngeren König Přemysl (als Ottokar II. 1253–1278). Eine aus Sicht des mittelalterlichen Bergbaus einmalige Angabe ist in der Chronik der Stadt Colmar überliefert. In der Chronik werden entfernte Kriegshandlungen beschrieben, als es nach der Niederlage des aufständischen Sohns zur „Mehrung“ der deutschen Bergbauleute in Böhmen kam. Diese sollten einen unermesslichen Reichtum aus Gold- und Silbergruben aufbringen (*Post hac multiplicati sunt in Bohemia Theutonici; per hos rex ingentes divicias collexit ex auri et argenti fodinis*). Trotz notwendiger kritischer Einwände hinsichtlich der Glaubwürdigkeit, Authentizität und Akribie der Information des Chronisten kann nicht ignoriert werden, dass das „Mehren der deutschen Bergbauleute“ in Böhmen in einen direkten kausalen Zusammenhang mit Wenzels Sieg gebracht wird, und zwar insbesondere durch die Unterstützung des Markgrafen von Meißen (*auxilio marchionum Branderburg et Misnensis*).¹⁶ Somit kann festgestellt werden, dass für die Regionen um Jihlava und Havlíčkův Brod der Sieg Wenzels I. eine erhöhte Prospektion nach Erzvorkommen und einen Zustrom von Bergbauunternehmern und Kapital zur Folge hatte. Ihre Herkunft kann besonders in der wettinischen Markgrafschaft Meißen gesucht werden, das heißt in erster Reihe in Freiberg, das dank seiner damals bereits achtzigjährigen Bergbautradition als ein bedeutendes Zentrum von Bergbau- und Verhüttungstechnologien und als Zentrum einer weiteren bergbaulichen Kolonisierung galt. Auf die Ereignisse von 1249 bezieht sich auch ein Vermerk eines der Fortsetzer der Chronik des Cosmas von Prag. Dieser berichtet, dass während der Versöhnung zwischen Wenzel und Přemysl dem „jüngeren“ König seine Titel belassen wurden. Wenzel aber behielt die Hälfte der Iglauer Münze (*media duntaxat moneta Gíglavie sibi retenta*),¹⁷ was als eine Einnahme aus dem Münzregal oder eher als Ertrag aus dem Abbau verstanden wird. So war das Jahr 1249 der Anfang des Höhepunkts der sogenannten ersten Zeit des Silberbergbaus.

Im Jahr 1252 wird über einen Münzmeister in Humpolec berichtet. Seine Anwesenheit wird hier als eine Aufsicht über der Bergbauaktivität mit Zuständigkeiten für die gesamte böhmisch-mährischen Höhe verstanden (*domino Heinricho, magistro monete in Gumpolze*).¹⁸ In diese Zeit gehören die meisten Befunde der flächendeckenden Grabungen am sogenannten Altenberger Zug in Jihlava.¹⁹ Im Zusammenhang mit hohen Ämtern im Bergbau und Münzwesen ist eine Urkunde vom 2. November 1258 nennenswert. In diesem Dokument wird das Iglauer Spital durch die Iglauer Geschworenen und die vier Münzmeister in die Hände des Abts von Želiv und des Pfarrers übergeben.²⁰ Die Entstehung der ältesten Urkunde des Iglauer Stadt- und Bergrechts wird traditionell in die sechziger oder spätestens in die siebziger Jahre des 13. Jahrhunderts gesetzt.²¹

Die fünfziger und sechziger Jahre sind auch eine Blütezeit der Erzbergbaus bei Havlíčkův Brod, wobei die dortigen Bergwerke anscheinend nicht kleiner als die Iglauer waren, zumal sie ein markanteres Bild in den schriftlichen Quellen hinterlassen haben. In der Urkunde des Smil von Lichtenburg, die am 5. November 1257 im Kloster Sedlec erlassen wurde, ist die Rede über Silbergruben bei Havlíčkův Brod, Česká Bělá, Příbyslav und Šlapanov (*de argentifodinis in Brode, Bela, Zlappans et Priemezlaves*).²² Und am 25. Oktober 1258 wurde die älteste bekannte Verleihung mit Namen der Gruben und der Bergunternehmer beurkundet. Der Name des Gewerkes Theodoricus dictus Vriberch (beziehungsweise Thiero Vriberc) deutet den angesprochenen Zusammenhang mit dem Bergbau im meißnischen Land an.²³ In der zweiten Hälfte der sechziger Jahre des 13. Jahrhunderts wurde den bisherigen archäologischen Funden nach mit

16 MGH SS XVII, 245.

17 FRB II, 307.

18 RBM I, 606f., Nr. 1316; Jan 2006, 121 f.

19 Hrubý 2011.

20 CDB V/1, 269, Nr. 168.

21 Hoffmann 2009.

22 CDB V/1, 223, Nr. 138.

23 CDB V/1, 267f., Nr. 168.



Abb. 3: Geländereief bei Utín im Revier Havlíčkův Brno (LiDAR 5G). 1–3: Bergbauareal Poperek/Buchberg; 4–9: Schlackenplätze.

dem Erzbergbau auch in der Umgebung von Pelhřimov begonnen. Dazu fehlt es aber an schriftlichen Quellen.²⁴

Ähnlich dem modernen Bergbau dürfte auch für das Mittelalter die Unterscheidung von Groß- und Kleinbetrieben gelten. Unter dem Begriff Großbetrieb wird ein Erzbergwerk verstanden, bei dem vom Abbau bis zur Metallverhüttung und zur Siedlung jede Komponente zu belegen ist, wobei die Förderareale eine größere Anzahl von Grubenfeldern ausweisen. Die Großbetriebe liefen langfristig auf einer oder mehreren reichen Erzlagerstätten, wobei die Silber- oder Bleiproduktion stabil und ökonomisch zukunftssträftig war. Dementsprechend sollte auch die Bergbausiedlung ausgedehnt und ausgestattet werden, und das Spektrum der Funde sollte auf ein Alltagsleben von Menschen aus unterschiedlichen sozialen Schichten hindeuten. Ein Beispiel eines Großbetriebs stellen die Areale am westlichen Rand der heutigen Stadt Jihlava dar (Farbtafel 6,2 und Farbtafel 7),²⁵ oder die Abbaue, Siedlung und Hüttenplätze in der Gemarkung Utín etwa 8 km von Havlíčkův Brod (Abb. 3).

Demgegenüber ist ein Kleinbetrieb mit kurzfristiger Förderung in der Nähe von erzarmen oder kleineren Erzlagerstätten charakteristisch. Im Spektrum der Komponenten fehlen oft entweder Schmelzhütte, Siedlung oder Kleinburg. Als Beispiel eines kurzfristig betriebenen und kleinen Bergwerks ist das Areal auf einer kleineren Erzstruktur bei Česká Bělá auf einer Länge von ca. 70 m zu erwähnen. Hier befanden sich zwei Gebäudereste, von einer echten Siedlung kann aber keine Rede sein (Farbtafel 6,1). Auch das 2009 untersuchte Bergbauzentrum Cvilíněk oder die neuentdeckten Bergbauareale bei Vyskytná im Erzrevier Pelhřimov (Farbtafel 6,3 und Abb. 4) müssen trotz der repräsentativen Komponentenzusammensetzung und extensiver Siedlungsbauten als Kleinbetriebe bezeichnet werden.²⁶ Dabei sind in der technischen Ausstattung der Aufbereitungsbetriebe sowie in den Konstruktionsvarianten der Wohnhäuser und technischen Bauten keine wesentlichen Unterschiede zwischen Groß- und Kleinbetrieb zu beobachten (Abb. 21–25). Das Schema muss als Vereinfachung verstanden werden, da die Realität viel abwechslungsreicher war. Während bei den Großbetrieben oder Bergbauzentren jede Komponente automatisch vorhanden ist, können bei den Kleinbetrieben einige technologische Komponenten fehlen (meist die Hüttenbetriebe), natürlich bis auf die des Abbaus selbst.

Infrastruktur der Bergbauareale im hohen und späten Mittelalter: Kleinbetrieb versus Großbetrieb

²⁴ Hrubý u.a. 2012.

²⁵ Hrubý 2011.

²⁶ Hrubý u.a. 2012.

Abb. 4: Neuentdeckter Bergbauareal bei Vyskytná (2012–2013), Erzrevier Pelhřimov. Im Magnetogramm (2014–2015) zeigen sich die Grundrisse der Gebäudereste und anderen unterirdischen Siedlungs- sowie Betriebsstrukturen.

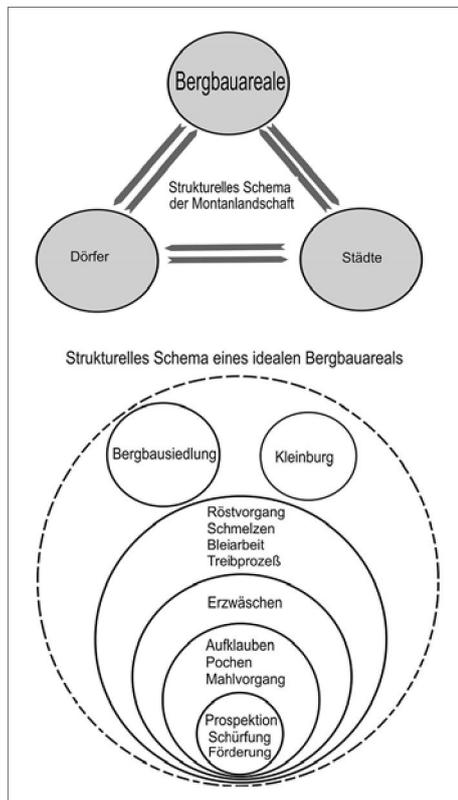


Technologische Infrastruktur der Gewinnung und Erzaufbereitung

27 Hemker/Hoffmann/Scholz 2012; Scholz 2013; Schröder 2015.

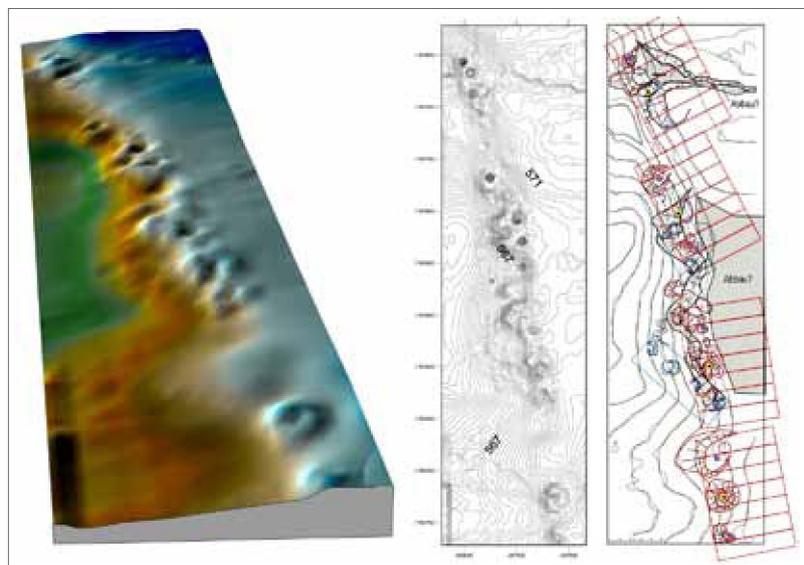
▽ Abb. 5: Oben ein strukturelles Schema der mittelalterlichen Montanlandschaften, unten ein Schema der Infrastruktur eines idealen mittelalterlichen Bergbausentrums.

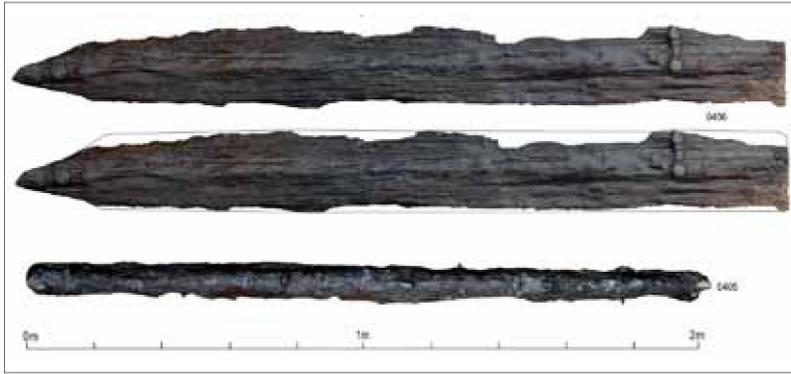
▷ Abb. 6: Geländeüberreste des mittelalterlichen Erzbergbaus bei Česká Bělá, Erzrevier Havlíčkův Brod.



Abbaureale Die Technologiefortschritte in der Silberproduktion spiegeln sich in den dokumentierten Fundsituationen wider, die als Arbeitsorte und wesentliche strukturelle Komponenten der Bergbauareale zu deuten sind (Abb. 5). Zum Unterschied zu den sächsischen (erzbergischen) Bergbauzentren Dippoldiswalde und Pöbeltal bei Niederpöbel²⁷ wurden in der Region Vysočina bisher keine bedeutenden Untersuchungen der Bergwerke unter Tage realisiert. Deshalb sind unsere Kenntnisse der Fördertechnologien des 13./14. Jahrhunderts gering. Neueste Untersuchungen eines Grubenfelds bei Opatov im Erzrevier Pelhřimov erbrachten 2015 aber doch die überraschend subtile, hölzerne Ausrüstung eines Schachts vom Schachtprofil ca. 2×2,1 m (Abb. 7 und 8). Die Hölzer sind dendrochronologisch auf 1266/67 bis 1267/68 datiert. Vorherrschende Elemente der Bergbaulandschaft dieses Gebiets stellen Gruben oder besser Grubenfelder und Haldenreihen in einer oder mehreren meist parallelen Linien auf einer Länge bis zu 1400 m dar (Abb. 3, 1 und 2, Abb. 4 und 6). Die Abstände zwischen den Pingen sowie die Kubatur des herumliegenden Haldenmaterials erlauben uns, die Bergfelder im Sinn die Verleihungen hypothetisch zu modellieren, was am Beispiel Česká Bělá zu demonstrieren ist (Abb. 6).

Scheide- und Aufklaubeorte Nachdem das abgebaute erzhaltige Gestein die Gruben verlassen hatte, begannen die Scheide- und Aufarbeitungsarbeiten. Charakteristisch ist die große Ausdehnung der Aufbereitungsbetriebe. Sie befinden sich zumeist unmittelbar am Abbau beziehungs-





weise an der Erzwäsche (Farbtafel 6,2 und 3). Die Arbeiter, nicht selten Kinder oder Frauen, trennten dabei die silber- und bleiarmen Erze von den wertvolleren Silberträgern oder vom Bleiglanz (PbS). Angesichts eines Silbergehalts von lediglich bis zu 1% war dies sicher eine mühevollere Prozedur, bei der große Massen aufbereitet werden mussten, um Gewinn zu erzielen. Silberreiche Erze mit einem Silbergehalt von 20–60% sind nämlich sehr selten nachweisbar.

Nach der manuellen Vorauslese kamen Erzmühlen zum Einsatz. Mahlsteine wurden häufig in Bachtälern, unweit von ehemaligen Erzwäschen, gefunden (Abb. 9). Es gibt leider kein Exemplar, das in der originalen technischen Bau- beziehungsweise Befundsituation entdeckt wurde, demnach ist die Konstruktion einer Erzmühle des 13. Jahrhunderts unbekannt. Ebenso unbekannt bleibt der Antrieb der Erzmühle, ob also die Mühle



Abb. 7: Opatov, Erzrevier Pelhřimov. Hölzer aus einem Tageschacht. Dendrochronologisch 1267/68 datiert.

Abb. 8: Bergbauareal bei Opatov, Erzrevier Pelhřimov. Untersuchung eines Schachts mit Überresten einer subtilen hölzernen Ausrüstung aus Tannenbrettern und Rundhölzern. Untersuchung P. Hrubý und J. Těsnohlídek (ARCHAIA Brno), J. Havlíček und K. Malý (Museum Jihlava).

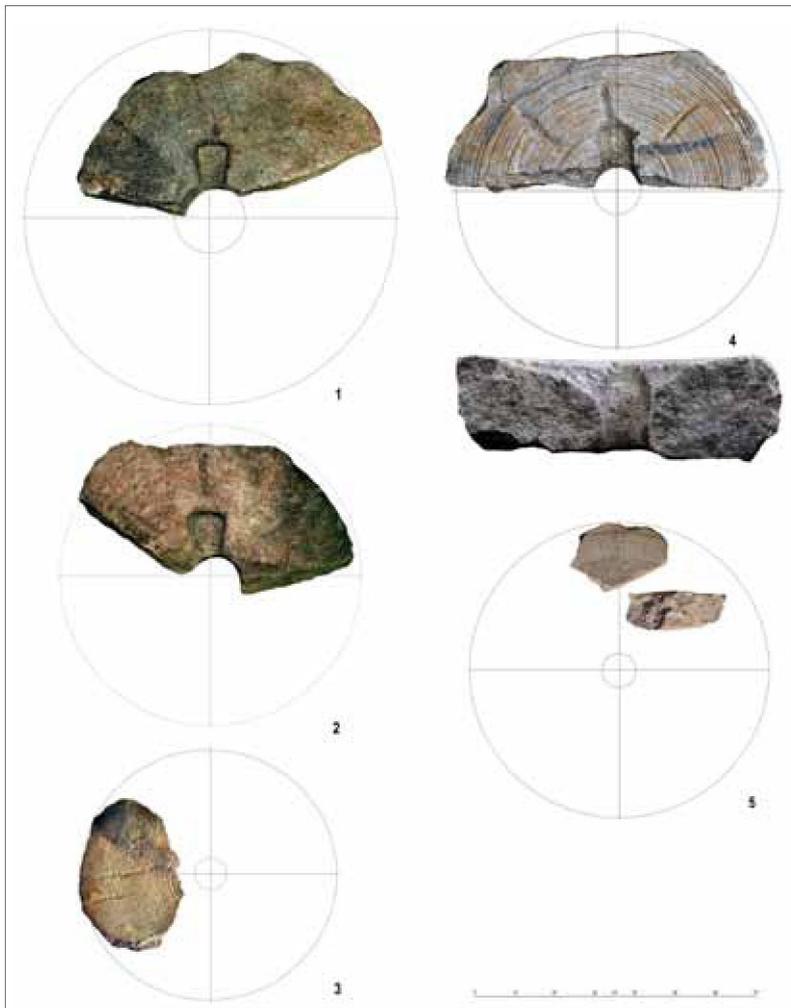
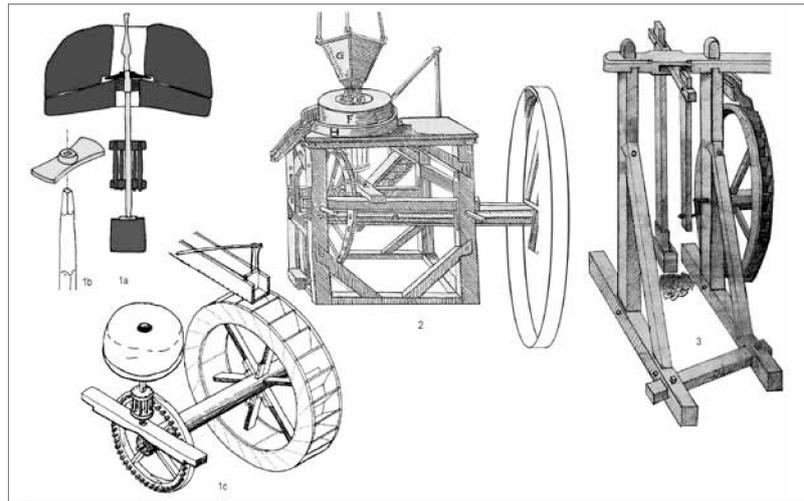


Abb. 9: Neugefundene Mahlsteine als Überreste der Erzmühlen und Indizien des Mahlvorgangs. 1: Stříbrné Hory, Borovský Bach; 2: Plandry a Vyskytná nad Jihlavou, Bělokamenský Bach (2014); 3: Jihlava, Altenberger Zug (2014); 4: Jihlava, Mostecká Straße (Jihlava Aue, 2015); 5: Vyskytná, Gelände-prospektion im Areal der Bergbausiedlung (2015).

Abb. 10: Erzmühle im Mittelalter und in der frühen Neuzeit. 1: Teufelsgrund im Südschwarzwald, Rekonstruktionsversuch nach M. Straßburger; 2: Erzmühle nach G. Agricola im 16. Jahrhundert; 3: Pochanlage.



mittels Wasserrad oder Göpel oder manuell angetrieben wurde (Abb. 10). Je nach Qualität, Menge, Textur und Struktur des gewonnenen Erzes, ob also das reine Silber- und Bleierzkonzentrat zum Schmelzen schon in dieser Phase hergestellt wurde, sind im Rahmen der Scheideplätze auch die Stadel oder Feuerstellen zum Röstvorgang vorauszusetzen (Farbtafel 6,3).

Erzwäsche Nach dem Poch- und Mahlvorgang kamen die silber- und bleihaltigen Erze in die Erzwäsche. Die Wäsche, also Fundkomplexe aus Rinnen, Kanälen und rechteckigen Behältern, wurden in Jihlava-Staré Hory untersucht. In einem Fall war kein Bach in der Nähe vorhanden, hier

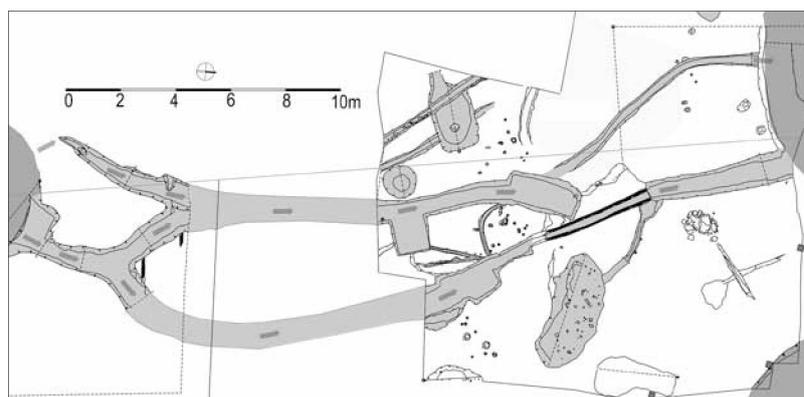
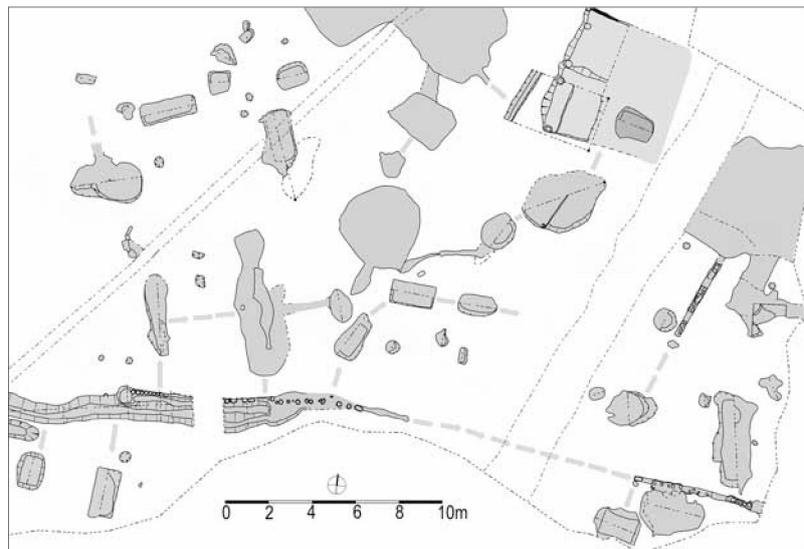


Abb. 11 und 12: Jihlava, Altenberger Zug. Grundrisse der Erzwäsche im Planum.

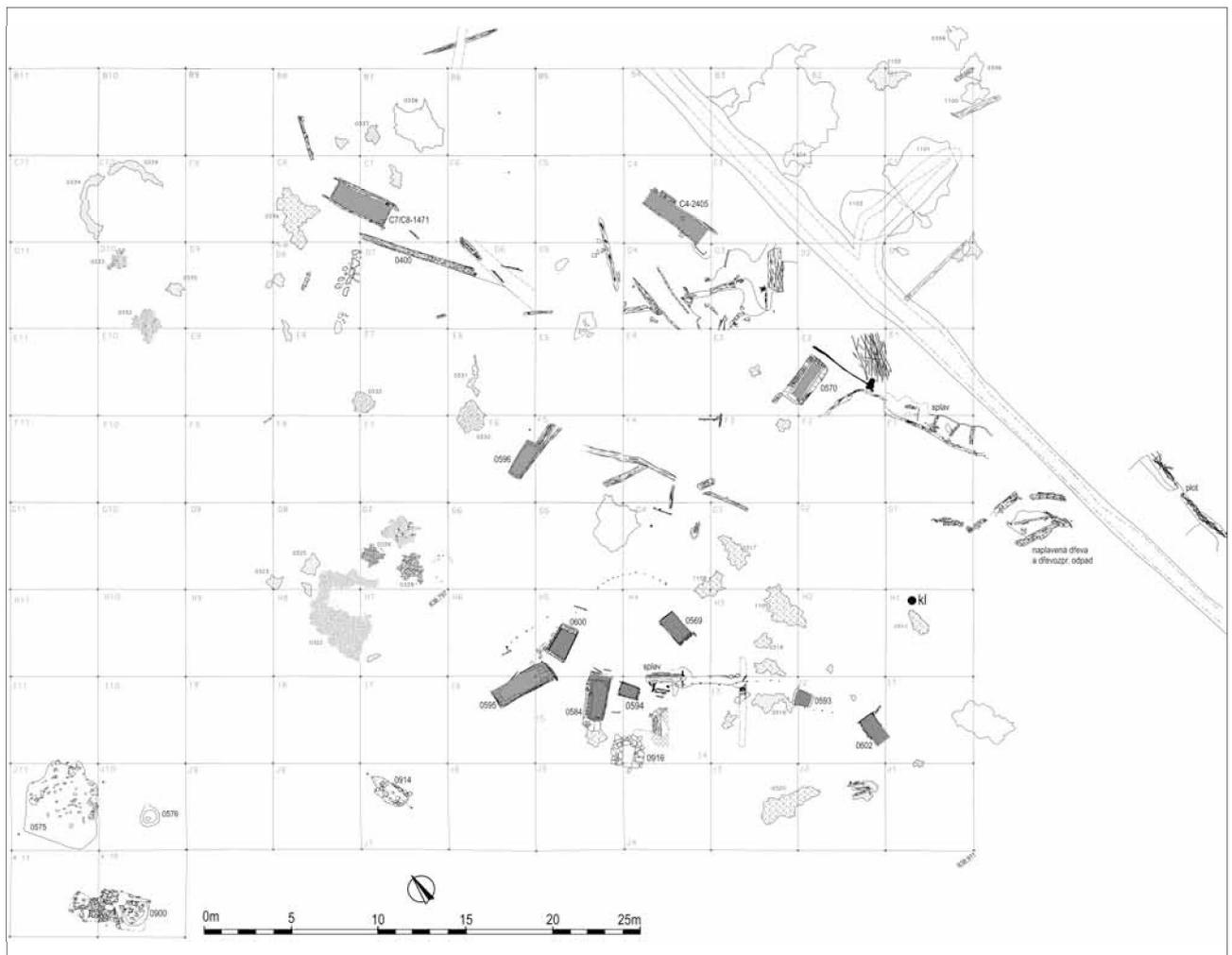


Abb. 13: Grundrisse der Erzwäsche im Fundort Cvilínek, Gde. Černov und Chrástov.

wurde das Wasser wahrscheinlich mithilfe eines oberirdischen Wasserwerks zugeleitet beziehungsweise das aus dem naheliegenden Schacht geförderte Grubenwasser verwendet (Abb. 11 und 12). In der Erzwäsche Cvilínek wurden Holzbehälter, Sohlen von Wasserwegen, Rinnen und Schleusen entdeckt. Das Wasser wurde durch Rinnen auf Wasserüberläufe und Behälter verteilt (Abb. 11–15).

Die Hauptfunktion der Erzwäsche war die Produktion des Erzkonzentrats unterschiedlicher Granulage, was durch mehrstufiges Waschen erreicht wurde. Das ist vor allem bei vermischten feinkörnigen Erzen mit einer heterogenen Zusammensetzung vorauszusetzen, bei denen die manuelle Scheidung technisch nicht möglich war, das heißt dieses musste zuerst durch einen Poch- und Mahlvorgang aufbereitet werden, erst dann wurde es in die Erzwäsche geliefert.

Metallurgieareale und Hüttenschlacken Der Röstvorgang wurde im sogenannten Stadel oder in Feuerstellen praktiziert. Anschließend wurde das Röstgut zum Schmelzen geliefert. Nachweise für Hüttenwerke sind Schlackenplätze, die als Talhütten zu charakterisieren sind (Farbtafel 6,2, Farbtafel 7,4, Abb. 3,4–9 und Abb. 13). Am Flusslauf Bělokamenský befindet sich neben dem Wassergraben eine Kleinburg und im Bachbett eine Schlackenkumulation von bis zu 60–70 cm Stärke (Abb. 16). Bei mehreren Abbauen müssen vielleicht auch kleinere Schmelzbetriebe vorausgesetzt werden, wie bei den Gruben im Bergbauareal Vyskytná (Abb. 4,A). Die Hüttenbetriebe wurden idealerweise direkt bei den Erzwäschen, Pochwerken und Erzmöhlen errichtet, um den Transportweg des Erzkonzentrats zum Verhüttungsplatz gering zu halten (Farbtafel 6,3). Umgekehrt wurde

Technologische Infrastruktur der Metallurgie



Abb. 14 und 15: Erzwäsche im Fundort Cvilínek, Gde. Černov und Chrástov. Foto und Rekonstruktion.

28 Malý/Rous 2001; Malý u.a. 2007; Janíčková/Dolníček/Malý 2012; Kapusta/Dolníček/Malý 2012; dies. 2013; Kapusta u.a. 2014; Kapusta/Dolníček/Malý 2015.

auch von den Hüttenbetrieben Zeit benötigt, die Schlacken aus den vorhergehenden Schmelzvorgängen zu pochen und zu mahlen, um die neuen Einsätze (Gargen) zum Schmelzen vorzubereiten. In zahlreichen mittelalterlichen Hüttenplätzen, die im Gelände seit 20 Jahren durch die Prospektionen identifiziert worden sind, wurden große Mengen von Hütten Schlacken geborgen und nachfolgend geochemisch analysiert.²⁸

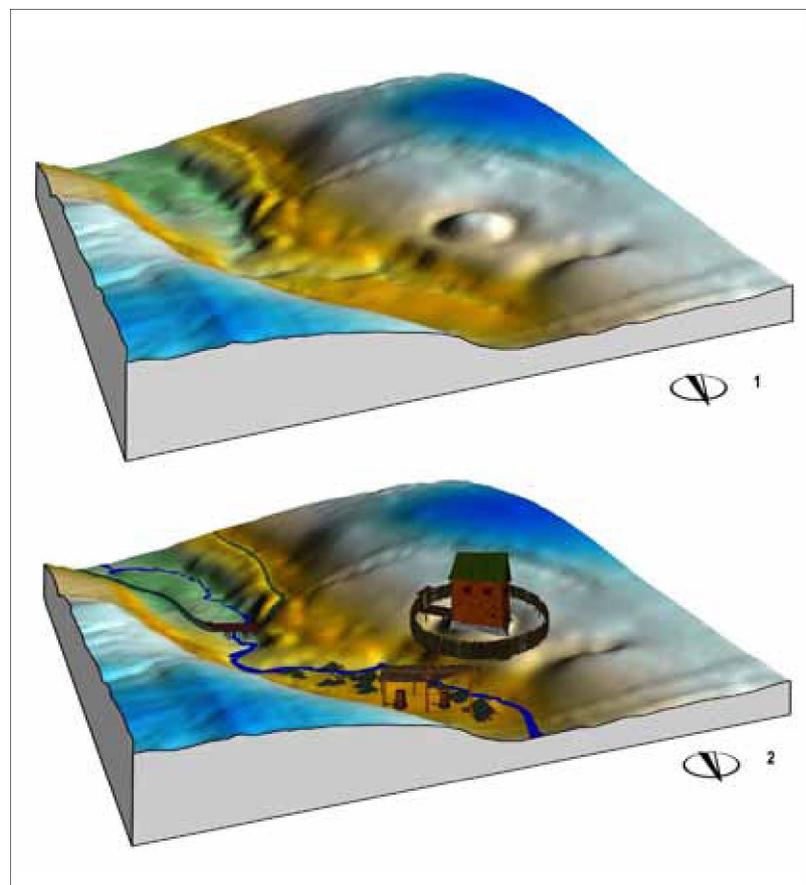


Abb. 16: Vyskytná nad Jihlavou und Plandry bei Jihlava, Hüttenplatz und eine Wehranlage (Motte) am Běloukamenský Bach. 1: 3D-Geländere relief; 2: hypothetische Darstellung.



Abb. 17: Bleikuchen beziehungsweise Bleitropfchen. Für die Bergbau- und Metallurgiebetriebe stellen sie typische Fundgruppe dar, wobei es sich meist um das sogenannte silberarme Blei handelt. Bergbausiedlung bei Vyskytná, Erzrevier Pelhřimov.

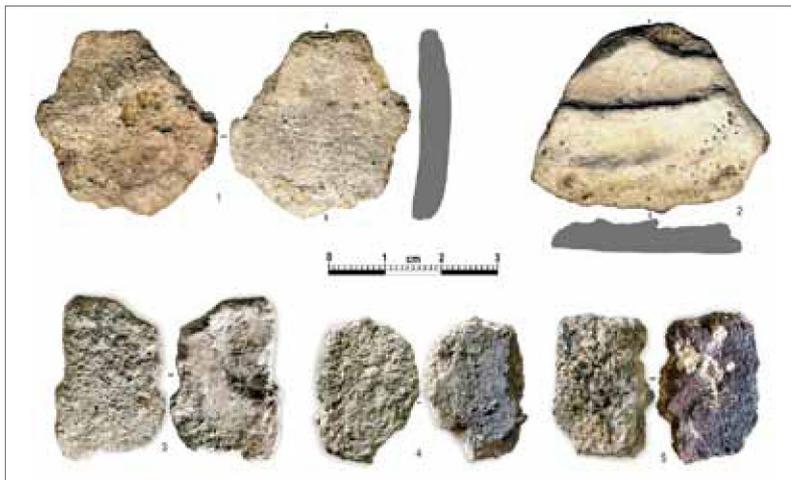


Abb. 18: Bleiglätte (PbO), ein typisches Beispiel der mit Silber- und Bleiproduktion zusammenhängenden archäometallurgischen Funde. 1: Jihlava, mittelalterliche Bergbauagglomeration am Staré Hory (Altenberg); 2: Fundort Cvilínek im Erzrevier Pelhřimov; 3–5: analoge Exemplare wurden im Areal einer Bergbausiedlung im heutigen Stadtbereich Dippoldiswalde gefunden.

Blei (Pb) und Bleiglätte (PbO) Bleikuchen beziehungsweise Bleitropfchen stellen in der mit Silber- und Bleiproduktion zusammenhängende Metallurgie eine typische Fundgruppe dar, wobei es sich meist um den sogenannten silberarmen Blei handelt. Blei diesen Formen wurde in den Bergbauszentren Jihlava²⁹ und Utín (Buchberg) sowie im Bergbauareal Cvilínek³⁰ oder aktuell auch bei Vyskytná gefunden (Abb. 17).

Bisher ist aus Bergbauarealen des 12./13. Jahrhunderts nur wenig Bleiglätte bekannt. Hier lassen sich Exemplare aus einer Grabung bei Clausthal-Zellerfeld im Harz anführen.³¹ Aktuell werden auch Bleiglättefragmente in einer Bergbausiedlung des frühen 13. Jahrhunderts in Dippoldiswalde ergraben.³² Im Bereich einer nach 1266 existierenden Bergbausiedlung in Cvilínek (Gemeinde Černov) wurde 2009 ein Fragment von Bleiglätte gefunden. Das Stück scheint auf eine flache Unterlage (Topf-/Schalenboden?) gegossen worden zu sein. Und erst jüngst wurde bei den Untersuchungen eines Grubenhauses innerhalb der hochmittelalterlichen Bergbauagglomeration in Jihlava, am westlichen Stadtrand, ein Fragment einer plattenförmigen Bleiglätte entdeckt (Abb. 18).

Die Bleiglätte stellt einen wichtigen, jedoch problematischen Fund dar. Sie ist technologisch in erster Linie als Rückstand des Treibprozesses,

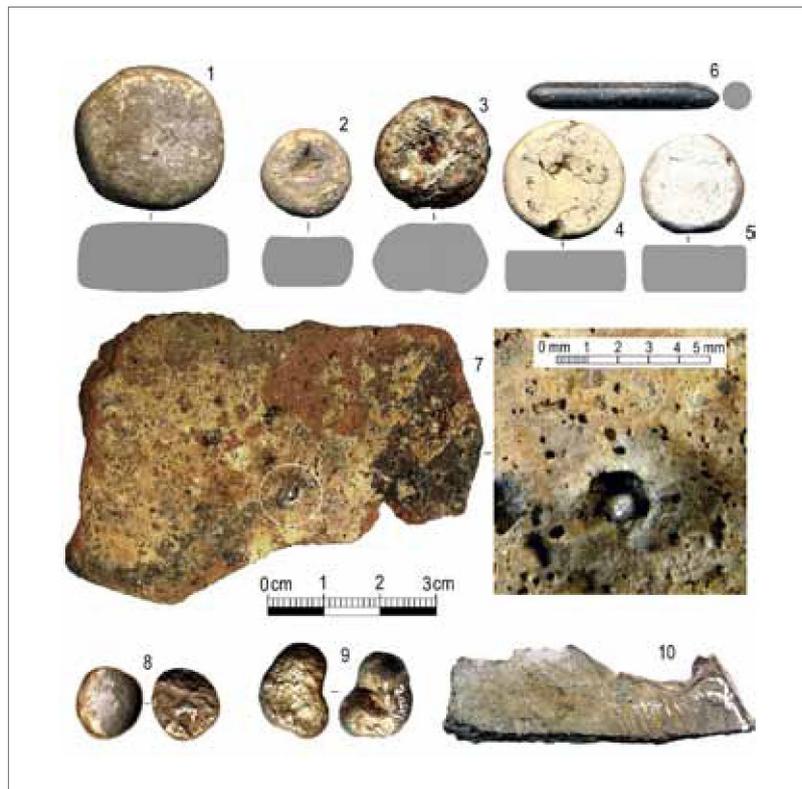
29 Hrubý 2011, 140f.

30 Hrubý u.a. 2012, 373–378.

31 Alper 2003, 313–317.

32 Schubert/Wegner 2015; Hrubý/Malý/Schubert 2015.

Abb. 19: Archeometallurgische oder mit Testen/Probieren zusammenhängende Funde. 1–5: Bleigewichte aus der Bergbauareale Jihlava und Cvilínek; 6: Proberstein aus dem Fundort Cvilínek; 7: Jihlava, verschlackte Keramik mit einer makroskopischen Globulle des verhütteten Silbers, die Verwendung dieser Scherben ist meist beim Testen, Kupellation beziehungsweise Silber- oder Kupferfeinbrennen vorauszusetzen; 8–10: Herdsilber aus den Bergbauszentren Utín, Štěpánov nad Svatkou und Jihlava.



der Trennung des Silbers vom Blei (Herdblei), zu bezeichnen. Ebenso kann sie aber mit dem sogenannten Probieren zusammenhängen, da die Probermeister die Bleiglätte bei verschiedenen Verfahren verwendeten, wie Lazarus Ercker im 16. Jahrhundert berichtet.³³ Da ein Herstellungsort von Bleiglätte bisher nicht bestimmt werden kann, lässt sich ein Import aus anderen metallurgischen Zentren nicht ausschließen. Im Bleiglättefragment aus Jihlava wurde mittels XRPD-Analyse nahezu ausschließlich Blei festgestellt, andere Buntmetalle, die bei der metallurgischen Verarbeitung der polymetallischen Erze in Betracht kommen (wie Zink, Arsen, Silber, Kupfer), gab es nur unterhalb der Detektionsgrenze (Analyse K. Malý 2014).

Das zweithäufigste in Dippoldiswalde angetroffene Element in der Bleiglätte war Schwefel, was sich im Zusammenhang mit einem anderen metallurgischen Prozess – der Bleiarbeit – erklären lässt. Silberarmes Blei wird in einem Tiegel oder einer Schale geschmolzen. In diesem Metallbad werden dann Stücke ungerösteten silberreichen Erzes (Silbersulfid) aufgelöst. Diese Prozedur begünstigt die Abtrennung unerwünschter Elemente wie Schwefel, Arsen oder Antimon vom Erz, das sich dadurch automatisch reduziert.³⁴

Verschlackte metallurgische Keramik Einfache metallurgische Keramik wurde erst im 12. Jahrhundert von Theophilus Presbyter erwähnt, und zwar als Instrument beim Silber- oder Kupferfeinbrennen.³⁵ Aus archäologischer Sicht sind bei der technischen (metallurgischen) Keramik zwei Typen zu unterscheiden. Einerseits gibt es spezialisierte metallurgische Keramik, wie Tiegel, Kupelle, Feinbrennschalen und Probierschalen, andererseits muss mit sekundär verwendeten, nicht selten fragmentierten gewöhnlichen Töpfen, Schüsseln und ähnlichem als Probierschalen bei Probieroperationen gerechnet werden. Verschlackte Keramik des 10./11. Jahrhunderts mit metallhaltiger geschmolzener Kruste wurde beispielsweise in zwei frühmittelalterlichen Burgwällen in Ostmittelböhmen (Libice und Oldříč) gefunden.³⁶ Andere Exemplare sind aus der hoch- und spätmittelalterlichen Bergbausiedlung Bleiberg am Treppenhauer bekannt.³⁷ Ein spektakuläres Ensemble (Abb. 9,4, Abb. 11 und 12) wurde im Grubenhaus

33 Lazar Erker, ed. Vitouš 1974, 69.

34 Vaněk/Velebil 2007, 194.

35 Asmus 2012, 123f. und 261.

36 Mařík/Zavřel 2012, 100.

37 Schwabenicky 2009, 138.



Nr. 3581 der Bergbausiedlung in Jihlava entdeckt.³⁸ Bei einem Fragment wurde ein Tröpfchen des verhütteten Silbers makroskopisch beobachtet (Abb. 19,7). Sehr ähnliche, verschlackte metallurgische Keramik stammt aktuell aus einem 2016 ergrabenen Befund im nördlichen Bereich dieser Agglomeration (Abb. 20). Eine representative Kollektion verschlackter Keramik wurde bei der Grabung in Dippoldiswalde gefunden. Ähnlich wie bei der dortigen Bleiglätte konnte auch bei der Verschlackung auf der Oberfläche keramischer Scherben Schwefel nachgewiesen werden.

Ein weiteres, in der Bleiglätte sowie in der verschlackten Kruste auf der Oberfläche der technischen Keramik deutlich nachweisbares Element – Phosphor – könnte mit dem Gebrauch von phosphorhaltiger Knochenasche bei metallurgischen Vorgängen (wie Feinbrennen oder Probieren) zusammenhängen, wo sie als abdeckendes Absorptionsmaterial für unerwünschte Restmetalle verwendet wird.³⁹ Daraus lässt sich folgern, dass die verschlackte Kruste auf der Oberfläche der Scherben entweder während des sogenannten Treibprozesses entstanden ist oder dass sie mit der sogenannten Bleiarbeit und folglich mit dem Treibprozess zusammenhängt. Die dritte hypothetische Möglichkeit ist, dass es sich um einen Überrest des Probierens handelt, weil auch dabei Bleiglätte als chemisches Hilfsmittel verwendet werden kann.

Hinweise zur eigentlichen Silberproduktion und seiner Verwendung gibt ein großes Fundspektrum von Silberbarren, Gusskuchen und Hacksilber. In ganz Mitteleuropa gehören sie zu den Gegenständen, die häufig zusammen mit Münzen in Hortfunden auftreten. Die Analyse einiger Silberbarren zeigte deren heterogene Zusammensetzung auf; der Silberanteil kann erheblich schwanken, der Bleianteil ist oft sehr hoch.⁴⁰ Das mit ca. 36 kg recht hohe Gewicht einer in Jihlava-Staré Hory entdeckten Ofensau ist auf ihren außergewöhnlich hohen Silberanteil von 97,84% zurückzuführen.

Auch die anderen direkten oder indirekten archäometallurgischen Funde geben nicht nur Auskunft über technische Produktionsvorgänge, sondern auch über die soziale Infrastruktur der Bergbausiedlungen. In Cvilínek und Staré Hory bei Jihlava konnten zahlreiche Gewichte geborgen

Abb. 20: Jihlava, Staré Hory. Verschlackte metallurgische Keramik aus einem Befund im Areal der Bergbauagglomeration.

*Herdsilber, Gewichte und Prüfstein:
Emptores metalli und/oder Examinatores*

³⁸ Hrubý 2011, 137–140.

³⁹ Hrubý/Malý/Schubert 2015, 222–224.

⁴⁰ Prokisch/Kühtreiber 2004; Melcher/Schreiner 2004.

Abb. 21: Gebäudereste der Bergbausiedlungen im Areal der Bergbauagglomeration in Jihlava, Nr. 3581 mit einem ovalen Offen.



Abb. 22: Gebäudereste der Bergbausiedlungen Cvilínek, Gde. Chrástov.



werden. Abschließend soll auch eine Stange aus Quarzit genannt werden, die im Bereich der Siedlung in Cvilínek gefunden wurde, und die entsprechend der Analyse der Abschleißspuren als Prüfstein zu interpretieren ist (Abb. 19). Zusammenfassend könnte man von der Anwesenheit des Probierers (*Examinatores*) und/oder (*Emptores metalli*) Erzkäufers sprechen. Ihre Werkstätten wurden nicht nur in den Schmelzhütten errichtet, sondern könnten auch in den Siedlungen oder zugehörigen Kleinburgen betrieben worden sein.

Siedlungsinfrastruktur

Siedlungs- und Wirtschaftsareale Siedlungen tauchen bereits bei „Kleinbetrieben“ auf, die nicht nur kurzfristig, sondern über mehrere Jahre betrieben wurden. Bei „Großbetrieben“ ist die Bergbausiedlung automatisch zu erwarten (Abb. 4). Das archäologische Bild der Bergbausiedlungen besteht aus einem sehr breiten Spektrum von Gebäude- und Häuserresten, deren Interpretation vor Ort problematisch ist (Abb. 21–25). Eine hochentwickelte Bergbauagglomeration zur Zeit der gipfelnden Prosperität integrierte neben sozialen und Bauelementen der ländlichen Welt auch aus dem städtischen Raum übernommenes Brauchtum. In Cvilínek befand sich die Siedlung in Superposition mit dem jüngeren Spitzgraben, der ein eingefriedetes Areal von etwa 410 m² abgrenzte. Zwei älter zu datierende Gebäudereste wurden in dieser Position mit dem Graben situiert (Farbtafel 6,3).

Kleinburg Idealerweise gehörten zu einem Bergbauareal des 13. Jahrhunderts eine Siedlung und eine Kleinburg, die sich häufig in unmittelbarer Nähe zu kostbaren Verhüttungsprodukten oder größeren Siedlungen befand. Sie gehört zur typischen Organisationsstruktur des mittelalterlichen Erzbergbaus.⁴¹ Unterschiedlich sind Form, Größe, Architektur und militärische Ausstattung sowie der Wunsch nach Residenzfunktion. Klein-

41 Schwabenicky 2009, 216–223.



Abb. 23 und 24: Grubenhaus im Areal der Bergbauagglomeration Jihlava, Staré Hory in verschiedenen Freilegungsstadien.



Abb. 25: In Stein gebauter Keller eines Hauses im Areal der Bergbauagglomeration Jihlava, Staré Hory.

burgen sind bei den Betrieben zu erwarten, bei denen mit kostbaren Hüttenprodukten sowie mit bedeutendem Menschenpotenzial zu rechnen ist. Die Lage der Burg resultiert überwiegend aus der Nähe zur Siedlung beziehungsweise zum Hüttenbetrieb und ignoriert dabei des Öfteren den Vorteil einer strategisch besseren Lage im Gelände (Abb. 16).

Bergbauareale, wie groß auch immer sie waren, bilden ein einzigartiges Zeugnis der nicht agrarischen Komponente der historischen Kulturlandschaft. Ihre Häufigkeit hing mit den Erzstrukturen zusammen, die bis Ende des 13. Jahrhunderts mit größerem oder kleinerem Erfolg abgebaut wurden. Nach dem Abklingen dieser Blütezeit wurden einige dieser Orte aufgegeben, die meisten machten jedoch verschiedene Formen einer Transformation durch. Leider kennen wir selten die Besitzverhältnisse der Betriebe. So wissen wir auch nicht, wie viele zeitgenössische Bergwerke in der Umgebung der Aufbereitungsbetriebe lagen, aus denen das abgebaute Roherz geliefert wurde. Mit Ausnahme vielleicht von Staré Hory bei Jihlava wissen wir auch nicht, ob es sich um ganzjährige oder saisonale Betriebe handelte. Das tatsächliche Tempo der Silber- beziehungsweise Bleiproduktion oder die Frage, wie viel Personal hier gearbeitet und gelebt haben kann, wird nicht mehr zu klären sein.

Fazit

Petr Hrubý, Ph. D.

ARCHAIA Brno, o.p.s.

Bezručova 78/15, CZ-60200 Brno

Department of Archaeology and Museology

Faculty of Art, Masaryk University

Arna Nováka 1, CZ-60200 Brno

petrsilberbergbau@seznam.cz

Quellen

- Bartholomaeus Anglicus: De proprietatibus rerum. Straßburg 1485 (Digitalised Google Books 2009).
- CDB III/1: Codex diplomaticus et epistolaris regni Bohemiae III/1 (1230–1238), hrsg. v. Gustav Friedrich. Prag 1942.
- CDB III/2: Codex diplomaticus et epistolaris regni Bohemiae III/2 (1238–1240), hrsg. v. Gustav Friedrich und Zdeněk Kristen. Prag 1962.
- CDB IV/1: Codex diplomaticus et epistolaris regni Bohemiae IV/1 (1241–1253), hrsg. v. Jindřich Šebánek und Sáša Dušková. Prag 1962.
- CDB V/1: Codex diplomaticus et epistolaris regni Bohemiae V/1 (1253–1266), hrsg. v. Jindřich Šebánek und Sáša Dušková. Prag 1974.
- FRB II: Fontes rerum bohemicarum 2, hrsg. v. Josef Emler. Prag 1872.
- MGH SS XVII: Monumenta Germaniae historica. Scriptorum 17. Hannover 1861 [183–270: Annales Colmarienses minores et maiores, Annales Basileenses, Chronicon Colmariense, bearb. v. Philipp Jaffé].
- RBM I: Regesta diplomatica nec non epistolaria Bohemiae et Moraviae, I: Annorum 600–1253, hrsg. v. Karel Jaromír Erben. Prag 1855.
- RBM II: Regesta diplomatica nec non epistolaria Bohemiae et Moraviae, II: Annorum 1253–1310, hrsg. v. Josef Emler. Prag 1882.
- Lazar Ercker, Kniha o prubířství, hrsg. v. Pavel Vitouš. Prag 1974.

Literatur

- Alper, Götz: „Johannese Kurhaus“. Ein mittelalterlicher Blei-/Silberverhüttungsplatz bei Clausthal-Zellerfeld im Oberharz (Materialhefte zur Ur- und Frühgeschichte Niedersachsens 32). Rahden 2003.
- Asmus, Bastian: Medieval Copper Smelting in the Harz Mountains, Germany (Montanregion Harz 10; Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum 191). Bochum 2012.
- Doležel, Jiří/Sadílek, Jaroslav: Středověký důlní komplex v trati Havírna u Štěpánova nad Svratkou. Příspěvek k dějinám těžby stříbra v oblasti severozápadní Moravy ve 13. a 14. století. Výsledky průzkumu v letech 1990–2001, edice písemných pramenů (Mittelalterlicher Bergbaukomplex im Flurstück Havírna bei Štěpánov nad Svratkou. Ein Beitrag zur Geschichte des Silberbergbaus in Nordwestmähren im 13.–14. Jahrhundert); in: Nováček, Karel (Hrsg.): Těžba a zpracování drahých kovů. Sídlní a technologické aspekty (Mediaevalia archaeologia 6). Prag/Brünn/Pilsen 2004, 43–119.
- Hemker, Christiane/Hoffmann, Yves/Scholz, Volkmar: Silver mining at Dippoldiswalde during the medieval mining period in Saxony (První doba stříbrorudného hornictví v Dippoldiswalde, Sasko); in: Acta rerum naturalium 12, 2012, 79–98.
- Hoffmann, František: Horní a městské právo; in: Pisková, Renata u.a.: Dějiny Jihlavy, Prag 2009, 88–108.
- Holub, Milan: Poznámky k existenci větráním obohacených zón stříbronosných rud v Brodské ma Jihlavském rudním revíru (Zur Verwitterung reicher silberhaltiger Erzazonen im Revier Havlíčkův Brod [Deutschbrod] und Jihlava [Iglau]); in: Stříbrná Jihlava 2007 (Silberne Stadt Jihlava 2007). Iglau 2007, 206–215.
- Hrubý, Petr: Jihlava-Staré Hory. Archeologický výzkum středověkého důlního, úpravnického a obytného areálu v letech 2002–2006. Příspěvek ke studiu středověkého rudného hornictví (Jihlava-Staré Hory [Iglau-Altenberg]. Archäologische Ausgrabungen des mittelalterlichen Bergbau-, Aufbereitungs- und Siedlungsplatzes in den Jahren 2002–2006. Zum Studium des mittelalterlichen Erzbergbaus) (Dissertationes archaeologicae brunenses pragensesque 9). Prag/Brünn 2011.
- Hrubý, Petr/Hejhal, Petr/Hoch, A./Kočár, Petr/Malý, Karel/Macháňová, Lenka/Petr, Libor/Štelcl, Jindřich: Středověký úpravnický a hornický areál Cvilínek u Černova na Pelhřimovsku (Das mittelalterliche Aufbereitungs- und Bergbauareal Cvilínek bei Černov in der Region Pelhřimov); in: Památky archeologické 103, 2012, 339–418.
- Hrubý, Petr/Hejhal, Petr/Kočár, Petr/Petr, Libor/Malý, Karel: Centrální Českomoravská vrchovina na prahu vrcholného středověku (Archeologie, geochemie a rozborů sedimentárních výplní niv (Central Bohemian-Moravian Highlands on the threshold of the High Middle Ages Archaeology, geochemistry and the analyses of alluvial sediments). (Spisy Filozofické fakulty Masarykovy univerzity/Opera Universitatis Masarykianae Brunensis, Facultas philosophica 422). Brünn 2014.
- Hrubý, Petr/Malý, Karel/Schubert, Matthias: Metallurgische Funde aus der Bergbausiedlung in Dippoldiswalde – Roter Hirsch (Metallurgické nálezy z hornického sídliště v Dippoldiswalde – „Roter Hirsch“ / Metallurgic finds from the mining settlement in Dippoldiswalde – „Roter Hirsch“); in: Smolník 2015, 245–257.
- Jan, Libor: Václav II. a struktury panovnické moci. Brünn 2006.
- Janičková, Kateřina/Dolníček, Zdeněk/Malý, Karel: Fázové složení strusek po tvavě stříbrných rud na Havlíčkovodsku (Phase composition of slags produced by silver metallurgy in the Havlíčkův Brod Ore District); in: Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku 19, 186–189.
- Kapusta, Jaroslav/Dolníček, Zdeněk/Malý, Karel: Fázové složení středověkých strusek po tvavě Pb-Ag rud z hutnického areálu Plandry u Jihlavy (Phase composition of Medieval slags after smelting of Pb-Ag ores from the metallurgical complex Plandry near Jihlava); in: Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku 19, 2012, 57–61.
- Kapusta, Jaroslav/Dolníček, Zdeněk/Malý, Karel: Středověké baryem bohaté strusky po tvavě polymetalických rud na vybraných lokalitách v Jihlavě (Medieval barium-rich slags after melting of polymetallic ores from selected sites in Jihlava); in: Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku 20, 2013, 188–192.

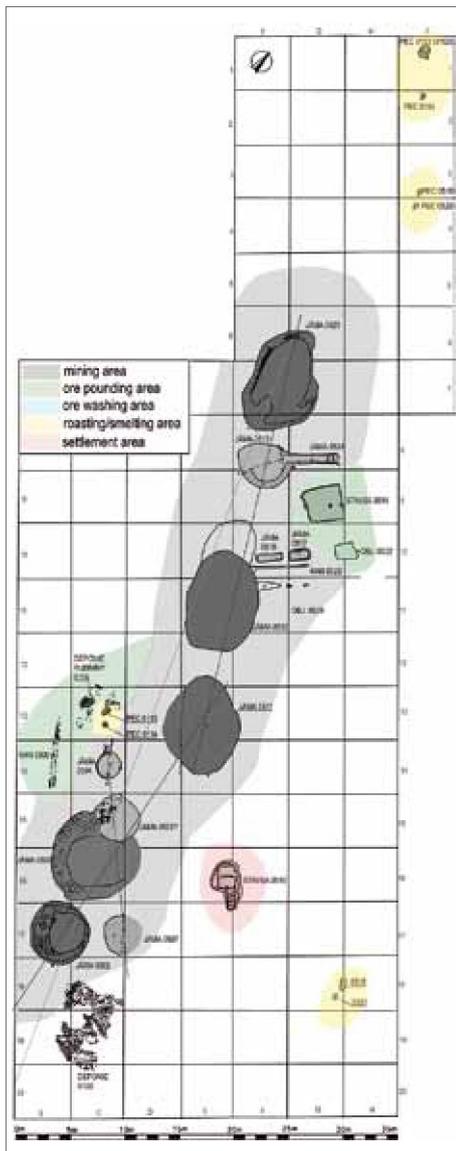
- Kapusta, Jaroslav/Janičková, Kateřina/Dolníček, Zdeněk/Malý, Karel: Sulfidické fáze ve středověkých struskách po tavbě Ag rud v jihlavském a havlíčkobrodském rudním revíru (Sulphidic phases in medieval slags after smelting of Ag ores in the Jihlava and the Havlíčkův Brod Ore Districts); in: Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku 21, 2014, 94–98.
- Kapusta, Jaroslav/Dolníček, Zdeněk/Malý, Karel: Strusky po tavbě polymetalických rud z lokality Čejkov-Trsov (pelhřimovský rudní revír) (Slags after smelting of polymetalic ores from the locality Čejkov-Trsov [Pelhřimov ore district]); in: Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku 22, 2015, 56–60.
- Keen, Elizabeth: Journey of a book. Bartholomew the Englishman and the Properties of things. Canberra 2007.
- Kudrnáč, Jaroslav: Dávná rýžoviště zlata u Horské Kvildy na Šumavě; in: Archeologické rozhledy 25, 1973, 218–221 und 249.
- Kudrnáč, Jaroslav: Rýžování zlata v Čechách; in: Památky archeologické 73, 1982, 455–485.
- Kudrnáč, Jaroslav/Michálek, Jan: Urgeschichtliche und mittelalterliche Goldgewinnung in Südböhmen; in: Steuer, Heiko/Zimmermann, Ulrich (Hrsg.): Montanarchäologie in Europa (Archäologie und Geschichte 4). Sigmaringen 1993, 401–408.
- Malý, Karel/Rous, Pavel: Ověření výpovědních možností strusek z Jihlavska a Havlíčkobrodska (Beglaubigung der Aussagemöglichkeiten der Schlacken aus Iglau und aus der Gegend bei Havlíčkův Brod [dt.: Deutsch-Brod]); in: Archaeologia historica 26, 2001, 67–87.
- Malý, Karel/Vilímeček, L./Vokáč, Milan/Zimola, David: Doklady hornického osídlení v údolní nivě Bělokamenského potoka (Mining Settlement Evidence in the Alluvial Plain of the Bělokamenský Creek); in: Archeologické výzkumy va Vysočině 2007, Heft 1, 125–144.
- Mařík, Jan/Zavřel, Jan: Nové doklady zpracování drahých kovů v raném středověku (předběžné sdělení) (New Evidence of Precious Metall Processing in the Early Middle Ages [preliminary advise]); in: Acta rerum naturalium 12, 2012 (= Stříbrná Jihlava 2010), 99–105.
- Melcher, Michael/Schreiner, Manfred: Materialanalytische Untersuchungen von Silberproben des Schatzes von Fuchsenhof mittels energiedispersiver Elektronenstrahlmikroanalyse im Rasterelektronenmikroskop; in: Prokisch/Kühtreiber 2004, 325–347.
- Nováček, Karel: Klasifikace povrchových stop po zaniklé těžbě surovin; in: Studie z dějin hornictví 23, 1993, 7–11.
- Nováček, Karel: Hornická sídliště. Příspěvek ke studiu středověkého neagrárního osídlení (Mining settlements. The study of non-agrarian medieval settlement activities); in: Mediaevalia archaeologica bohemia 1993 (Památky archeologické, Supplémentum 2). Prag 1994, 158–170.
- Nováček, Karel: Nerostné suroviny středověkých Čech jako archeologický problém. Bilance a perspektivy výzkumu se zaměřením na výrobu a zpracování kovů; in: Archeologické rozhledy 53, 2001, 279–309.
- Prokisch, Bernhard/Kühtreiber, Thomas (Hrsg.): Der Schatzfund von Fuchsenhof (The Fuchsenhof Hoard / Poklad Fuchsenhof). (Studien zur Kulturgeschichte von Oberösterreich 15). Linz 2004, 325–347.
- Rous, Pavel: Středověké hornické sídliště neznámého jména u Havlíčkova Brodu na k. ú. Termešiv; in: Stříbrná Jihlava 1998, 102–115.
- Rous, Pavel: K závěrečné fázi vrcholně středověkého hornictví na Havlíčkobrodsku; in: Stříbrná Jihlava 2001, 66–81.
- Rous, Pavel: Stříbrorudné hornictví na Havlíčkobrodsku od 13. do 17. století; in: Archaeologia technica 15, 2004, 49–58.
- Rous, Pavel: Povrchové stopy zpracování stříbrné rudy v poloze V Groubu na katastru obce Utín (Geländespuren der Silbererzaufbereitung V Groubu Gemarkung Utín); in: Stříbrná Jihlava (Silberne Stadt Jihlava) 2007, 216–221.
- Rous, Pavel/Malý, Karel: Průzkum terénních stop po zpracování polymetalických rud na Havlíčkobrodsku (Untersuchung der Geländespuren von der Verarbeitung polymetalischer Erze in der Umgebung von Havlíčkův [Deutsch-Brod]); in: Nováček, Karel (Hrsg.): Těžba a zpracování drahých kovů. Sídlení a technologické aspekty (Mediaevalia archaeologica 6). Prag/Brünn/Pilsen 2004, 21–144.
- Rous, Pavel/Havlíček, J./Malý, Karel: Nález mlecích kamenů z rudního mlýna na katastru Stříbrné Hory na Havlíčkobrodsku; in: Stříbrná Jihlava 2004, 128–134.
- Scholz, Volkmar: Versuch einer beschreibenden Rekonstruktion der Bergbautechniken und Abbautechnologien im hochmittelalterlichen Bergbau von Dippoldiswalde (Pokus o popisnou rekonstrukci hornických technologií a technologií těžby ve vrcholně středověkém dolu v Dippoldiswalde); in: Smolnik 2013, 237–248.
- Schröder, Frank: Die montanarchäologischen Ausgrabungen in Niederpöbel (2011–2013). Befunde und Ergebnisse (Montánné archeologický výzkum v Niederpöbel [2011–2013]. Archeologické nálezy a výsledky / Archaeological investigations in a mediaeval mining site in Niederpöbel [2011–2013]. Excavations and results); in: Smolnik 2015, 23–165.
- Schubert, Matthias/Wegner, Martina: Die Grabung Roter Hirsch. Hochmittelalterliche Wohn- und Werkstätten der Dippoldiswalder Bergleute (Archeologický výzkum Roter Hirsch. Vrcholně středověké sídliště a pracovní areál horníků z Dippoldiswalde / The excavation Roter Hirsch. High mediaeval dwellings and workshops of the Dippoldiswalde miners); in: Smolnik 2015, 207–244.
- Smolnik, Regina (Hrsg.): Aufbruch unter Tage. Stand und Aufgaben der montanarchäologischen Forschung in Sachsen (Arbeits- und Forschungsberichte zur sächsischen Bodendenkmalpflege, Beiheft 22). Dresden 2011.
- Smolnik, Regina (Hrsg.): ArchaeoMontan 2012. Erkunden, Erfassen, Erforschen (Arbeits- und Forschungsberichte zur sächsischen Bodendenkmalpflege, Beiheft 26). Dresden 2013.

- Smolnik, Regina (Hrsg.) (2014a): Archaeomontan 2013. Krušná krajina, Erz(gebirgs)landschaft, Ore Landscape (Arbeits- und Forschungsberichte zur sächsischen Bodendenkmalpflege, Beiheft 28). Dresden 2014.
- Smolnik, Regina (Hrsg.) (2014b): ArchaeoMontan 2014. Ergebnisse und Perspektiven [Výsledky a výhledy] (Arbeits- und Forschungsberichte zur sächsischen Bodendenkmalpflege, Beiheft 29). Dresden 2014.
- Smolnik, Regina (Hrsg.): ArchaeoMontan 2015. Montanarchäologie im Osterzgebirge [Montánní archeologie ve východním Krušnohoří] (Arbeits- und Forschungsberichte zur sächsischen Bodendenkmalpflege, Beiheft 30). Dresden 2015.
- Schwabenicky, Wolfgang: Der mittelalterliche Silberbergbau im Erzgebirgsvorland und im westlichen Erzgebirge unter besonderer Berücksichtigung der Ausgrabungen in der wüsten Bergstadt Bleiberg bei Frankenberg. Chemnitz 2009.
- Straßburger, Martin: Montanarchäologie und Wirtschaftsgeschichte des Bergbaus im Schauinsland vom 13. Jahrhundert bis um 1800 (Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie 275). Bonn 2015.
- Vaněk, Václav/Velebil, Dalibor: Staré hutnictví stříbra (Altes Silberhüttenwesen); in: Stříbrná Jihlava (Silberne Stadt Jihlava) 2007, 188–205.
- Vokáč, Milan/Houzar, Stanislav/Škrdla, Pavel: Dolování zlata v širším okolí Hor u Předína na západní Moravě: dějiny výzkumů, historie dolování, topografie a archeologie lokalit a přehled geologických poměrů (Goldgewinnung in der breiteren Umgebung von Hory bei Předín in Westmähren: Forschungsgeschichte, Bergbaugeschichte, Topographie und Archäologie der Fundstellen, Übersicht geologischer Verhältnisse); in: Stříbrná Jihlava (Silberne Stadt Jihlava) 2007, 26–55.
- Zaoral, Roman: Česko-míšeňská měnová unie v historických souvislostech; in: Peníze v proměnách času, 2. Ostrava 2000, 85–88.
- Žemlička, Josef: Počátky Čech královských 1198–1253. Proměna státu a společnosti. Prag 2002.

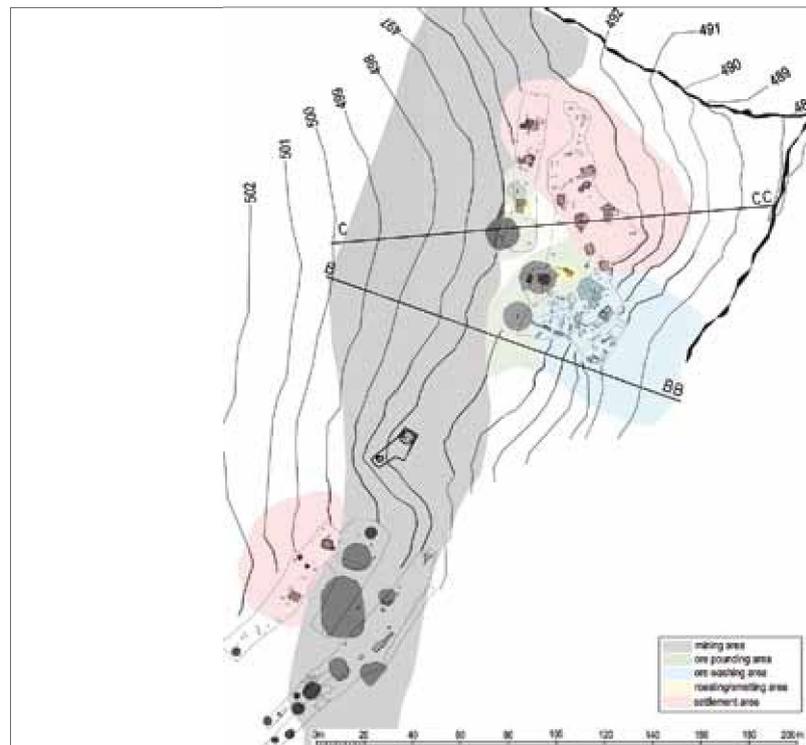
Abbildungsnachweis

- Abbildung 3: Mapserver ČÚZK (<http://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/>)
- Abbildung 4: Geomagnetik nach P. Milo und J. Zeman (ÚAM FF MU Brno) und P. Hrubý (ARCHAIA Brno)
- Abbildung 6: Modellierung der hypothetischen Verleihungen nach J. Večeřa (ČGS); Vermessung ARCHAIA Brno 2008; Digitalisierung und 3D-Modellierung M. Daňa, Überarbeitung P. Hrubý
- Abbildung 7: Digitalisierung M. Daňa, Überarbeitung von P. Hrubý, Modellierung der Bergfelder J. Večeřa
- Abbildung 8: P. Hrubý
- Abbildung 9: P. Duffek und P. Hrubý
- Abbildung 10: 1: nach Straßburger 2014, Taf. 277.3–4; 2: Ježek/Hummel 2001; 3: Das mittelalterliche Hausbuch von Schloss Wolfegg, Kurz nach 1480
- Abbildung 11: Grabung ARCHAIA Brno 2002; Digitalisierung M. Daňa, Überarbeitung von P. Hrubý
- Abbildung 12: Grabung ARCHAIA Brno 2006; Digitalisierung M. Daňa, Überarbeitung von P. Hrubý
- Abbildung 13: Grabung ARCHAIA Brno 2009; Digitalisierung M. Daňa, Überarbeitung P. Hrubý
- Abbildung 14: Grabung ARCHAIA Brno 2009; P. Hrubý
- Abbildung 15: Grabung ARCHAIA Brno 2009; P. Hrubý
- Abbildung 16: Vermessung ARCHAIA Brno, Rekonstruktion P. Hrubý
- Abbildung 17: Geländeprospektion ARCHAIA Brno 2015, Foto P. Hrubý
- Abbildung 18: 2: P. Hrubý; 3–5: Landesamt für Archäologie Dresden, siehe Schubert/Wegner 2015; Hrubý/Malý/Schubert 2015, 249, Abb 4; Foto P. Lajtkepová
- Abbildung 19: 7: Asmus 2012, 123 f. und 261, Foto P. Starůstková; 6 und 8–10: Foto P. Hrubý
- Abbildung 20: Grabung ARCHAIA Brno 2016; P. Hrubý
- Abbildung 21: Grabungen und Foto ARCHAIA Brno 2006
- Abbildung 22: Grabungen und Foto ARCHAIA Brno 2009
- Abbildung 23 und 24: Grabungen und Foto ARCHAIA Brno 2014
- Abbildung 25: Grabungen und Foto ARCHAIA Brno 2006
- Farbtafel 6,1: Grabung ARCHAIA Brno 2008; Digitalisierung M. Daňa, Überarbeitung P. Hrubý
- Farbtafel 6,2: Grabung ARCHAIA Brno; Digitalisierung M. Daňa, Überarbeitung P. Hrubý
- Farbtafel 6,3: Grabung ARCHAIA Brno 2009/10; Digitalisierung M. Daňa, Überarbeitung P. Hrubý

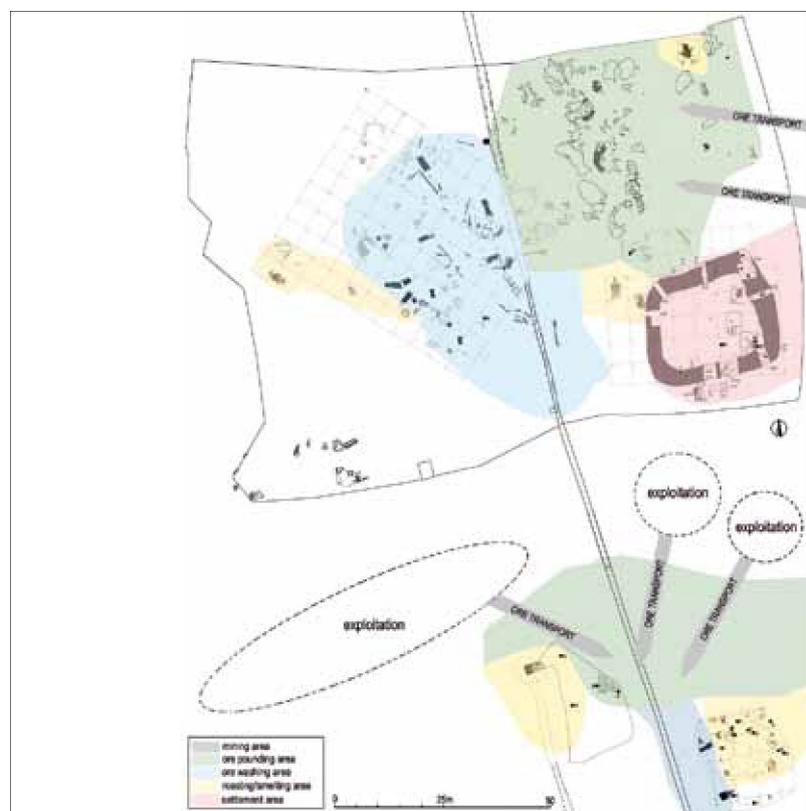
Petr Hrubý: Infrastruktur und Technologien der Silberproduktion des 13. Jahrhunderts im böhmisch-mährischen Mittelgebirge (Tschechien)



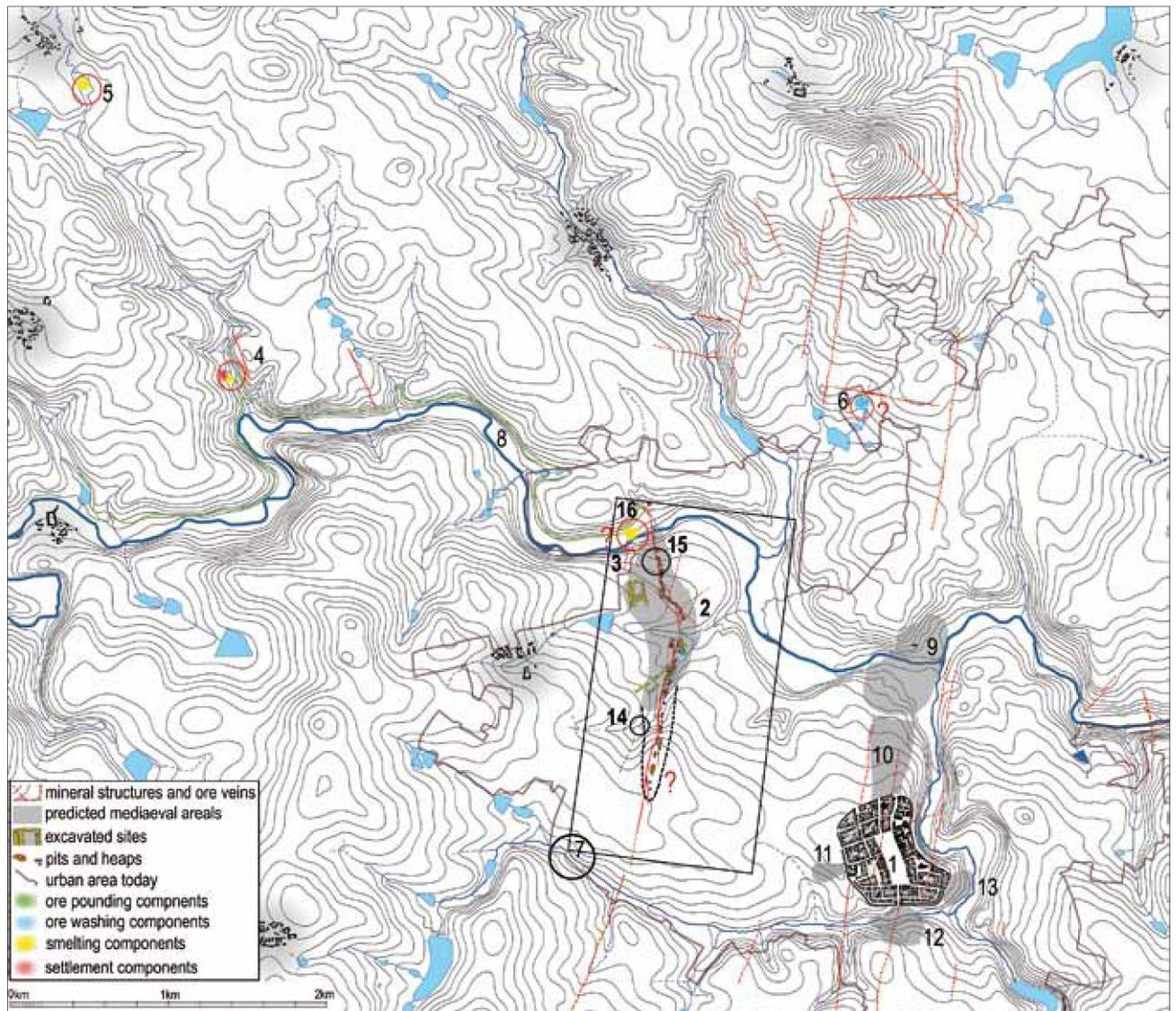
1: Ausgrabung eines kleineren Bergbauareals bei Česká Bělá, Erzrevier Havlíčkův Brod.



2: Jihlava, Teil der mittelalterlichen Bergbauagglomeration, eine der Grabungsflächen aus dem Jahr 2022.



3: Ausgrabung des Bergbauareals Cvilínek bei Černov und Chrástov, Erzrevier Pelhřimov.



Siedlungsraum Jihlava im 13. Jahrhundert. 1: königliche Bergstadt Jihlava; 2: Montanareale am Altenberger Zug; 3: Eine mittelalterliche Strecke, zerstört 2015; 4: Hüttenplatz am unteren Bělokamenský-Bach; 5: Hüttenplatz am oberen Bělokamenský-Bach; 6: mittelalterliche Montanareale am sogenannten Pfaffenhof; 7: Profile am Koželužský-Bach; 8: Wassergraben, belegt durch eine Urkunde von 1315; 9: vermutetes Dorf Jihlava, belegt erst 1233; 10–13: vermutete Vorstädte; 14: Überreste einer Erzwäsche in Form der hölzernen Bretter mit Dendrodatum 1238/39; 15: archäologische Ausgrabungen 2014/15, unter anderem ein Grubenhaus mit Dendrodatum 1247/48; 16: undatiertes Schlackenplatz.