

Eibner, C. (1993): Urzeitliche Bergbautechnik in den Ostalpen. – In: Steuer, H. & Zimmermann, U. (eds): Montanarchäologie in Europa – Berichte zum Internationalen Kolloquium „Frühe Erzgewinnung und Verhüttung in Europa“. – p. 83-88, 1 Abb.; Sigmaringen (Thorbecke).

Urzeitliche Bergbautechnik in den Ostalpen

VON CLEMENS EIBNER

Innerhalb der österreichischen Alpen nimmt das Revier »Mitterberg« im Salzburger Pongau eine besondere Stellung ein. Es ist nicht nur die am längsten bekannte urzeitliche Kupferlagerstätte¹, sondern auch eine der wenigen, die nicht durch mittelalterlichen Abbau gestört wurde. In Wirklichkeit handelt es sich um mehrere Lagerstätten vermutlich unterschiedlicher Genese und geologischer Entstehungszeit, die wenigstens zum Teil vom gleichen Bergbauunternehmen erworben und abgebaut wurden². Aus diesem Areal soll hier nicht der klassische »Mitterberg« oder, wie es richtiger heißen sollte, der »Mitterberger Hauptgang« einer besonderen Betrachtung unterzogen werden, sondern das sogenannte »S-Revier«, das von G. Kyrle 1912 aufgesucht wurde und damals noch im Besitz einer anderen Bergbaugesellschaft war³.

In diesem Revier befindet sich der sog. Arthurstollen, der bis 1985 als Wasserüberleitungstollen für ein elektrisches Kraftwerk, dem Arthurwerk der Oberöstr. Kraftwerks AG (OKA) genutzt wurde. Die Heimsagung dieses alten Betriebs und der Neubau des Helga-Stollens etwa 60 m höher im Bereich des sog. »Höch«-Lehens, machte eine Rettungsgrabung notwendig, die mit finanzieller Unterstützung durch die OKA und das Land Salzburg vom Institut für Ur- und Frühgeschichte der Universität Heidelberg 1985–87 durchgeführt werden konnte. Dabei wurden z.T. stark erodierte und mittelalterlich durch Hochäcker überprägte Siedlungsterrassen untersucht, die besonders im Nahbereich des Branderganges gute Erfolge zeigten. Hier war schon vor 1932 das sog. »Einöd-Berghaus« vom Markscheider K. Zschocke und vom Betriebsassistenten E. Preuschen freigelegt und in einer bis heute richtungsweisenden Monographie⁴ vorgelegt worden. Nach den derzeitigen Befunden ist eine Besiedlung links und rechts des Gangstreichens nachgewiesen. Im genauer untersuchten Areal südlich des Branderganges wurde auf rund 3 m Breite bis max. 6,5 m Höhe der Schieferfelsen – wie mit einem Hobel – glatt abgetragen. Siedlungsspuren belegen dabei eine Nutzung von der Frühbronzezeit (Bz A 2) bis in die ausgehende Urnenfelderzeit, ohne daß für die Spätzeit so schöne Bronzen gefunden werden konnten, wie sie 1931 zutage kamen.

1 A. VON MORLOT, Über das hohe Alter des Kupferbergwerkes am Mitterberge. Jahrb. k.k. geol. Reichsanst. Wien 1, 1850, 187f.; M. MUCH, Die Kupferzeit in Europa (Jena 1893); G. KYRLE, Der prähistorische Bergbaubetrieb in den Salzburger Alpen. In: Urgeschichte des Kronlandes Salzburg. Österreichische Kunsttopographie 17 (Wien 1916) Beitrag 1, 1–50; K. ZSCHOCKE und E. PREUSCHEN, Das urzeitliche Bergbaug Gebiet von Mühlbach-Bischofshofen. Materialien zur Urgeschichte Österreichs. Heft 6 (Wien 1932); C. EIBNER, Kupfererzbergbau in Österreichs Alpen. In: Südosteuropa zwischen 1600 und 1000 v. Chr. Prähist. Arch. Südosteuropa 1 (Berlin 1982) 399–408.

2 J. BERNHARD, Die Mitterberger Kupferkieslagerstätte, Erzführung und Tektonik. Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt 109, 1966, 1–90; L. WEBER, F. PAUSWEG und W. MEDWENITSCH, Zur Mitterberger Kupfervererzung (Mühlbach/Hochkönig, Salzburg). Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft Wien 65, 1973, 137–158.

3 G. KYRLE (wie Anm. 1).

4 K. ZSCHOCKE und E. PREUSCHEN (wie Anm. 1).

Bemerkenswert ist dabei der Umstand, daß zumindest ein Mundloch indirekt belegt ist, als auch, daß dem Versatz im Brandergang besonderes Augenmerk gewidmet wurde. Der Gang ist oberflächennah ca. 1,2 m mächtig gewesen und wurde sorgfältig aus dem Schiefer herausgelöst. Eine unmittelbare Feuerrötung, wie sie durch das Feuersetzen zu erwarten wäre, wurde nicht beobachtet, wohl aber waren im Liegenden auf 4 qm Fläche 16 Bohnlöcher nachzuweisen, die unmißverständlich die starke Holzverzimmerung im Mundlochbereich bestätigen. Holzkohle im Versatz, Keramikeinschlüsse und zahlreiche Tierknochen (vornehmlich Schwein) bestätigen den artifiziellen Charakter der Verfüllung. Große Felsblöcke mit bis zu 1 m Kantenlänge erschwerten allerdings die Ausgrabungsbedingungen, da sie beim Tiefergehen zerkleinert werden mußten. Trotz stratigraphisch zu beobachtender Einheiten ist durch nachträgliche Setzungserscheinungen (Pingenbildung!) auch mit einer gewissen Umlagerung von Funden zu rechnen⁵. Bedeutsam ist aber, daß einzelne Beobachtungen chronologische Aussagen zulassen. So ist im Bereich der Felsabarbeitung auch eine stratigraphisch ältere, weil durch eine Strate versiegelte Abbautasche im Hangenden gefunden worden, ja es hat den Anschein, daß ein Teil der Abtragearbeiten am Felsen der Suche nach oberflächennahen Gangtrümmern gegolten habe.

Die auffällige Grün- und Blaufärbung von oxydischen Kupfererzen, die teilweise in den Schieferungsflächen auftritt, ergibt im Verein mit der Abbauform erste Hinweise auf die Art, wie man sich den Beginn des Bergbaus in den Alpen vorzustellen hat. Neben Tagschächten mit rundlichen Querschnitten, nachgewiesen in Rudna Glava (Ostserbien), sind es besonders tagnahe Ausräumungen des Erzganges, wie dies auch für die Malachite und Azurite von Aibunar/Bulgarien⁶ beschrieben wird. Man kann davon ausgehen, daß es besonders die Oxydations- und die Zementationszone waren, die in der ältesten Zeit abgebaut wurden. Daß in den Schwärmnähten des Hangenden nur Teufen von rund 2 bis 2,5 m erreicht wurden, liegt in der örtlichen Situation der Lagerstättegeologie bedingt. Man wird davon ausgehen müssen, daß auch der Hauptgang, in diesem Fall also der Brandergang, in ältester Zeit bis in die Zementationszone abgebaut wurde, bevor ihn der jüngere, spätfrühbronzezeitliche Bergbau unterfuhr. Wie Erinnerung, sind die an den Schwefelkreislauf gebundenen Erze in der Oxydationszone zu Karbonaten und Oxyden umgewandelt und in der darunterliegenden Zementationszone bisweilen durch das Grundwasser zu gediegen Kupfer angereichert. Es ist unwahrscheinlich, daß den urzeitlichen Bergleuten diese Quelle von Gedingenmetall verborgen geblieben wäre. Daraus resultiert, daß die örtliche Teufe gerade bis in den Zementationsbereich vorstieß, daß das darunterliegende Erz – bei uns zumeist Kupferkies – aber weder abgebaut noch verhüttet wurde. Vielleicht läßt sich damit der deutliche Rückgang der Kupferverwendung im Chalkolithikum erklären, da trotz intensiver Prospektion die Ressourcen an sekundären Erzen im »Eisernen Hut« nachließen, bevor der Abbau in der uns vom Mitterberg geläufigen Form des Tiefbaus in Angriff genommen wurde.

Wir haben somit zwei unterschiedliche Bergbau- und vermutlich auch zwei Verhüttungsformen vor uns: einerseits die urtümliche Bauweise des Duckelbaus (wie in Rudna Glava) mit Weitungen in den durch Sekundärerz angereicherten Zonen und andererseits irreführend als Tagbau beschriebene Formen, wie sie uns aus Aibunar überliefert sind. Ich kann mich nicht dazu aufrufen, für diese Bergbauspuren den Begriff »Tagbau« gelten zu lassen! Wenn wir als

5 Insofern überzeugt die Kritik von P. REINECKE an den stratigraphischen Verhältnissen beim Einödbergbau nicht (vgl. Rezension in *Germania* 17, 1933, 143–146); jedoch war er der erste, der auf unterschiedlich alte Keramik aufmerksam gemacht hat!

6 B. JOVANOVIČ, *Metalurija eneolitskog perioda Jugoslavije* (Beograd 1971); E. N. ČERNYCH, *Frühster Kupferbergbau in Europa*. In: *Macht, Herrschaft und Gold*. Ausstellungskatalog (Saarbrücken 1988) 144–150.

Charakteristikum anerkennen, daß im modernen Tiefbau die Erzförderung von einer tieferen Sohle und die Wasserlösung notwendig sind, dann liegen auch in den »Tagschächten« der Duckelbauweise und im Gangabbau der Abbautaschen zumindest Anfänge des Tiefbaus vor; ob man dabei das Tageslicht noch sieht und allenfalls auch bei Tageslicht noch arbeiten kann, scheint mir von nebensächlicher Bedeutung. Zu sehr orientiert sich diese Betrachtungsweise an der für den heutigen Tiefbau so charakteristischen Aus- und Vorrichtung, bei denen zwischen Schächten und Stollen mit Mundlöchern und unterirdisch abgehenden Strecken und Schlägen (wie die Stollen söhlig getrieben, aber eben in einen Stollen mündend) sowie zwischen Blindschächten und Aufhauen usw. unterschieden wird. Gerade in diesem Punkt haben die beiden genannten Bergleute Zschocke und Preuschen unmißverständlich gezeigt, daß selbst beim jüngeren urzeitlichen, »echten« Tiefbau Ausrichtung, Vorrichtung und Abbau von denselben künstlich hergestellten Hohlräumen aus entwickelt wurden.

Es ist daher nützlich, einerseits die historisch auf eine lange Tradition zurückblickende Bergmannssprache heranzuziehen, andererseits nach Termini Ausschau zu halten, die möglichst helfen, Mißverständnisse zu vermeiden. Die moderne Bergmannssprache ist niederdeutsch (nddt.), wie noch zu zeigen sein wird. Die deutsche (und teilweise die englische) Bergmannssprache greift selten auf antike Ausdrücke zurück. So ist seit den Zeiten von G. Agricola (1556) der Ausdruck »Ader« im Deutschen mit Recht verpönt. Allenfalls Schlote mit Erzführung oder Erzlineale verdienen eine solche Bezeichnung. Neben den bei den Erzlagerstätten seltenen Stöcken sind es die parallelepipedischen, »plattenförmigen« »Gänge«, die sich neben den »Flötzen« in der Bergmannssprache durchgesetzt haben. Daß Erzflötze nur selten so genannt werden und daß man dafür lieber den Ausdruck »Lagergang« verwendet, sei nur nebenher erwähnt. Das heißt aber, daß man tunlichst für künstliche Grubengebäude Begriffe, in denen das Wort »Gang« vorkommt, vermeiden muß, soll es nicht zu Verständnisschwierigkeiten kommen. Recht altertümliche, oberdeutsche Begriffe werden uns in den Notariatsakten des »Codex Wangionum« aus Trient⁷ überliefert. Hier steht noch »xaffetus«, so viel wie »Schacht« und in dieser Form unserem »Schaft« (vgl. z. B. »Stiefelschaft«), aber auch dem engl. »shaft«, näher als dem nddt. »Schacht«. Der Ersatz des oberdeutschen »-ft« durch nddt. »-cht« läßt sich auch erkennen an den Begriffen »Schicht« (vgl. engl. »shift«), »Schlich« (mehlfeines Erzkonzentrat, das sich in bewegtem Wasser nur wenig hin und her schwimmen läßt; zur gleichen Wortwurzel gehören obdt. »schlieflbar« und nddt. »Schlucht«) oder in der Hüttensprache in »Gicht« (vgl. engl. »to give – gift«), dessen oberdeutsche Form im Hochdeutschen nur mehr pejorative Bedeutung hat und letztendlich auch an dem nddt. Maß »Lachter« (nddt.), das dem obdt. »Klafter« entspricht.

Der Ausdruck »Stollen« kommt in den Trienter Urkunden nicht vor, doch zeigen Ausdrücke wie »actufus« und »karrowegus« im einen Fall offensichtlich den wasserableitenden Stollen (i. e. »aquaeductus«) im anderen die geradlinig, wohl auch söhlig geführte Strecke (»Karrenweg«, bei dem übrigens kein Karren eingesetzt sein muß – eher in unserer heutigen Unterscheidung Straße – Weg) an. Daneben gibt es auch die »ferta«; leider ist die »Fahrte« in der modernen Bergbausprache eingeeengt auf steigbaumartige oder mit Sprossen ausgestattete Leitern. Kleine und kurze Querschläge bezeichnet das Eisenerzer Revier noch im vorigen Jahrhundert als »Fahrteln«. Als weitere Aus- und Vorrichtungsbaue werden Pütte (puteus), Schürfe (xurfus) und Gesenke (xenkelochus vgl. auch »xenkare« – senken, abteufen und »xencator« Senker, Abteufer) verwendet. Die »Pütte« für einen Blindschacht hat sich im alpinen Salzbergbau bis heute erhalten, der »Schurf« ebenso;

7 D. HÄGERMANN und K.-H. LUDWIG, Europäisches Montanwesen im Hochmittelalter. Das Trienter Bergrecht 1185–1214 (Köln, Wien 1986).

letzterer sogar in der charakteristischen Form der tonnlägigen »Ankehrschürfe«, die von der Strecke der oberen Etage zum Laugwerk auf der unteren Sohle hinabführen, in denen das Süßwasser zur Solegewinnung in Röhren eingeleitet wird und die mit den publikumswirksamen »Rutschen« zur schnelleren Befahrung bergab, versehen sind. Leider hat sich die moderne Fachsprache der Geologie und der Prospektion dieses Terminus bemächtigt; Schürfe werden demnach zumeist auf der Tagesoberfläche zur Untersuchung einer Lagerstätte gezogen; auch das Verbum »schürfen« wird ganz in diesem Sinn gebraucht! Die Schwierigkeit für unseren modernen Stollenbegriff, der seit dem 13. Jahrhundert z. B. in Kuttenberg (Kutna Hora) belegt ist⁸, liegt darin, daß wir nur mehr den selbsttätig wasserlösenden, söhliglen Stollen kennen, der de facto mit leichtem Ansteigen getrieben wird, um das Wasser nicht dem Grubenbau zufallen zu lassen, sondern es sicher abzuleiten. Der Begriff verdrängt das ältere »Aquädukt«, das als »Abzucht« (agetucht) wohl erst sekundär eingedeutscht ist⁹. Um den untersten, wasserlösenden Stollen klar zu kennzeichnen, wird er dann als Erbstollen geführt; seine Sonderrechte sind aber schon in den jüngsten Dokumenten aus Trient klar ausgebildet¹⁰. Erst 1722 entschließt man sich auf dem Kärntner Erzberg in Hüttenberg zum sinnvollen Einsatz von saigeren Schächten und söhliglen Stollen; ältere, mittelalterliche und neuzeitliche Grubengebäude, wie etwa der Janggenstollen, sind mit Einfallen getrieben. Selbst der Fleischerstollen, der anfänglich söhlig führt, nimmt rasch einen unregelmäßig gebrochenen Lauf ein, dessen einzelne Abschnitte auch unterschiedlich tonnläufig in die Teufe führen¹¹. Andererseits gibt es Schrägschächte, ja sogar gebrochene Schächte, die tonnläufig ausgeführt sind, bei der das Fördergefäß – die Tonne – eben nicht hängt, sondern aufliegt¹². Mir widerstrebt es aber, ein Grubengebäude, das flacher einfällt als 45°, als Schrägschacht zu bezeichnen, zumal die Ganglagerstätte ein fast saigeres Einfallen (meist mehr als 75°) besitzt. Üblicherweise wird ein Schrägschacht im Einfallen getrieben. Der Umstand, daß der unterste und erste Grubenhohlraum, der ausgeschlagen wird, in der Urzeit zwar im Streichen der Lagerstätte verläuft, aber auf die ganze Länge zu Fuß befahrbar bleibt, zwingt dazu, nach einem Terminus zu suchen, der diese Sachlage am besten widerspiegelt. Im Verständnis noch des vorigen Jahrhunderts gibt es neben der Bezeichnung des Gesenks als Blindschacht auch den Vortrieb als Grubentiefstem; genau das soll aber hier angesprochen werden: Man wollte in der jüngeren urzeitlichen Abbaumethode, dem Tiefbau, so schnell wie möglich an Teufe gewinnen, jedoch die Wasserhebung und die Mannschaftsfahrung nicht durch einen Haspelbetrieb erschweren¹³. Preuschen hatte für diesen Grubenteil, von dem aus der Abbau

8 H. VEITH, s. v. Stollen. Deutsches Bergwörterbuch (1871, unveränderter Neudruck Vaduz/Lichtenstein 1986) 465 ff.; zur Etymologie des Begriffes »Stollen« vgl. P. GREBE, s. v. Stollen. Duden Etymologie (Mannheim 1963). Die Herkunft des Wortes vom Begriffsfeld »stellen« scheint klar; auffällig sind die vielen irrigen und unreflektierten slawischen Etymologien, die Veith referiert. Sie entstammen einem übersteigerten Nationalbewußtsein des vorigen Jahrhunderts. Neben echten deutschen Lehnworten in den slawischen Sprachen gibt es auch wörtliche Lehnübersetzungen, daneben natürlich auch einen Bestand an originalen Worten; unter denen sind Ableitungen von »ruda« im geographischen Namensbestand besonders wertvoll, da sie auf alte Bergbauspuren hinweisen.

9 D. HÄGERMANN und K.-H. LUDWIG (Anm. 7), hier 11.

10 Die genannte Ausgabe (vgl. Anm. 7) läßt dies unschwer nachvollziehen; so fehlen gerade die Sonderbestimmungen, die sich aus dem Mehraufwand für Wasserlösung und Förderstrecken ergeben, in den älteren Regelungen.

11 F. MÜNICHSDORFER, Geschichte des Hüttenberger Erzberges (Klagenfurt 1870).

12 H. VEITH, s. v. tonnläufig (wie Anm. 8), hier 496.

13 H. VEITH, s. v. Gesenk (wie Anm. 8), hier 232. Daß der Haspelbetrieb in der Urzeit belegt ist, ebenso die Schiffchenförderung, bezeugen Fundobjekte vom Mitterberg (Haspel) und der Fördertrog aus dem Herma-Stollen von Viehofen (Abb. in G. KYRLE, wie Anm. 1).

in Angriff genommen wurde, den Ausdruck »Sohlstrecke« geprägt und mit der kontinuierlich mitgeführten »Firststrecke« terminologisch zum »Firststreckenabbau mit Bergeversatz« ausgebaut¹⁴ (Abb. 1). Leider bietet der moderne Gebrauch des Begriffs »Strecke« die gleichen Schwierigkeiten wie der Begriff »Stollen«; erschwerend kommt noch hinzu, daß nach dem modernen Sprachgebrauch eine Strecke kein Mundloch obertag besitzt.

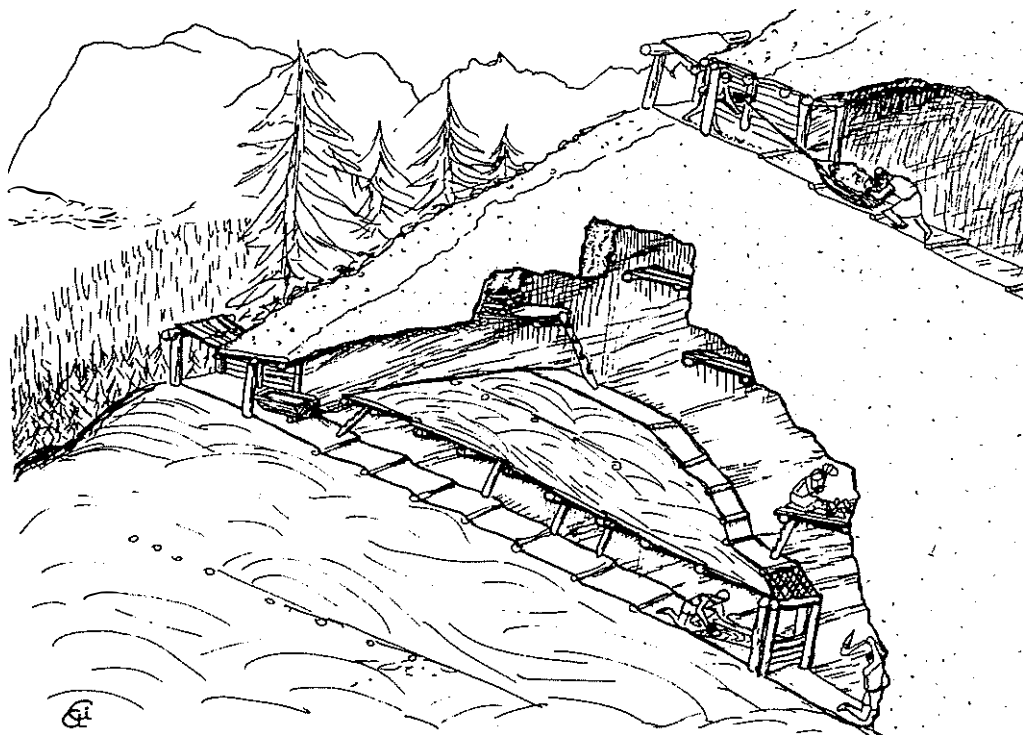


Abb. 1 Kupferbergbau in »Firststreckentechnik mit Bergeversatz«; (Zeichnung C. Eibner).

Aus der reichhaltigen Literatur, die aus der Zeit der beginnenden Bergakademien stammt, soll hier aus M.F. Gaetzschmann (Vollständige Anleitung zur Bergbaukunst. 1. Die Auf- und Untersuchung von Lagerstätten, (Leipzig 1866) aus dem Kapitel »Erklärung einiger Benennungen« (hier 20–33) der volle Wortlaut zum Eintrag, in dem das Gesenk erläutert wird, folgen: »Der oberste Anfang – die Mündung – eines Schachtes heißt dessen Hängebank, – der Schachtkranz, Tagekranz; das unterste Ende des Schachtes, wenn er nicht damit auf einen anderen Bau trifft, – das Tiefste, das Abteufen, der Sumpf; das Vorgesümpfe; daher wohl ein ganzer Schacht von verhältnismäßig geringer Teufe: ein Abteufen oder, bei noch beschränkter Teufe, ein Gesenk heißt.«

Wie man erkennen kann, ist hier nicht davon die Rede, daß ein Gesenk ein Blindschacht sein müßte. Daß der Begriff seine Eigenständigkeit mehr und mehr eingebüßt hat, zeigt eigentlich, daß er nur mehr für kurze Schächte verwendet wurde.

Dem Brauch der damaligen Zeit folgend, wird ebda. 79, §19 das Fallen für Schichten (und Grubengebäude) eingeteilt: »saiger von 90 bis 75 Grad, tonnläufig von 75–45 Grad, flachfallend von 45–15 Grad und schwebend von 15 bis 0 Grad«. Wie man

14 K. ZSCHOCKE und E. PREUSCHEN (wie Anm. 31).

sieht, sind es jeweils 15° plus oder minus um die Hauptrichtungen 0° , 30° , 60° und 90° . Der Ausdruck »schwebend« ist allerdings nur für Schichten geläufig, für Grubenbaue muß er durch »söhlig« ersetzt werden. Die urzeitlichen »Schrägschächte« sind demnach flachfallend, wobei sie eher um die 30° oder etwas weniger einfallen. Auf flachfallenden Kohleflözen wäre so etwas ein »Bremsberg« o. ä., doch ist hier die Vorrichtungs- und Abbauphase so grundverschieden, daß eine Übernahme solcher Termini nicht ratsam erscheint. Ein wesentlicher Aspekt der Schächte ist noch zusätzlich die Teilung in mehrere Trümer, die mindestens getrennt Fahr- und Förderschacht erhalten; dies gilt auch für die als Aufbrüche getriebenen »Rollen«, die der Fallrichtung des Ganges folgend eine Abteilung mit eingebauter Fahrte (Sprossenleiter) und eine mit einer Rutsche besitzen, in der das hereingewonnene Erz auf die untere Sohle gefördert wird. Hier ist die Zweiteilung schon deshalb notwendig, weil die Rolle sonst zur Mannschaftsfahrung immer geleert sein müßte. Dies ist schon deshalb unstatthaft, weil ein Fluchtweg gesichert sein muß. Die flachfallenden Gesenke der Urzeit benötigen solche Hilfsvorrichtungen nicht, der Fallwinkel ist geringer als der Gleitwinkel des Schüttgutes (Erz), das Gesenk ist zu Fuß befahrbar und ein Fluchtweg somit immer gegeben.

Die vom Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung subventionierte Untertageuntersuchung des Arthurstollens ist noch nicht abgeschlossen; zwei ^{14}C -Daten belegen aber die lange Betriebszeit vom Beginn der Frühbronze bis zur Urnenfelderzeit. Fehlende Feuersetzpuren, die Verwendung von Bühlöchern und die als »Umbruchstrecken« gedeuteten tonnlägigen Querschläge, die in den weichen Mylonitzonen der Klüfte angelegt worden waren, ließen vor allem den Markscheider K. Zschocke am Alter der »Keltenstollen« zweifeln; man hat den Verlauf eines Blindschachtes, der barockzeitlich sein sollte, an einer Stelle sogar bis zum Tag projiziert. In der Rettungsgrabung konnte er nicht nachgewiesen werden¹⁵. Generell ist das von K. Zschocke und E. Preuschen vorgestellte Modell des urzeitlichen Tiefbaus bestätigt worden. Modifikationen betreffen lediglich einzelne, lange Zeit offengehaltene Mundlöcher und Untersuchungsarbeiten entlang von Klüften, insbesondere aber eine längere Betriebsdauer; die archäologisch faßbare Zeit von der einsetzenden Mittelbronzezeit bis tief in die Urnenfelderzeit belegt für den Mitterberger Hauptgang eine Spanne, die erheblich länger ist als die angenommene kürzeste Betriebsdauer von 227 Jahren¹⁶.

Im Verlauf der Rettungsgrabung konnte ebenfalls in Nachbarschaft des angesprochenen Mundlochs, an fast identer Stelle, ein zweimal aufgebaute Herd untersucht werden, dessen Kupferschmelztropfen und angeschlackten Herdreste die Schwarzkupferproduktion aus sulfidischen Erzen belegen. Das gänzliche Fehlen von Zinn zeigt, daß meine ursprüngliche Vermutung, daß es sich bei dem Grubenherd (in der jüngeren Phase auf ebenem Boden mit Steinen umstellt) um die Reste einer Gießerei, z.B. für die Tüllenpickel, gehandelt haben könnte, nicht bestätigt wird. Da der untere Herd eindeutig – auch stratigraphisch – in die Stufe Bz A 2 gehört, wird die Typologie der hüttentechnischen Schmelzapparate nach oben hin zum blasrohrbetriebenen (?) Grubenherd vor dem Einsetzen der steingemauerten Schachtöfen erweitert¹⁷.

15 Insgesamt gibt es in diesem Areal nur urzeitliche Funde. Fundmaterial des Mittelalters und des 19. Jahrhunderts stammt lediglich aus den Hochäckerauflagen, die bis zu 1,5 m mächtig waren.

16 K. ZSCHOCKE und E. PREUSCHEN (wie Anm. 1).

17 C. EIBNER, Die Kupfergewinnung in den Ostalpen. Vorträge des 7. Niederbayerischen Archäologentages (Deggendorf 1989) 17–36, hier Abb. 4.