

Die technische Dimension des mittelalterlichen und frühneuzeitlichen Erzbergbaus

Von Harald Kofler

Während sich bereits oftmals das Auffinden und die Suche nach neuen Erzadern und Lagerstätten als schwierig erwies und vielfach vom glücklichen Zufall oder höchst fragwürdigen Methoden abhing, stellte der Abbau erzhaltigen Gesteins die Montanwirtschaft der damaligen Epoche auf eine schwere Probe.

Abbau- und Fördermethoden der Erzgewinnung

Nach einer entsprechenden Verleihung durch den Bergrichter des jeweiligen Berggerichts wurde die Schürftätigkeit durch die Bergleute aufgenommen. Der Erzausbiß, also jener Teil einer Erzader, welcher bis an die Oberfläche reichte, war für die Bergleute zumeist von entscheidender Bedeutung, da sie bestrebt waren, der Erzader in die Tiefe zu folgen. Hierzu wurden zunächst Erdrreich und poröses Gestein mit einer Keilhaue entfernt und die darunterliegenden Gesteinsformationen genauestens untersucht. Die Schwierigkeit bestand vor allem darin, der nunmehr freigelegten Erzader auch in die Tiefe folgen zu können. Die Bergleute waren daher bestrebt, die natürlichen Gegebenheiten des Gesteins weitgehend auszunützen. Die Erzlagerstätten konnten in unterschiedlicher Formation vorkommen und waren zumeist flözartig, massig oder gangartig im Gebirge angelegt. Ausdehnung, Hälte- und Mächtigkeiten waren naturgemäß verschieden und bestimmten den Abbauprozess.¹

Über- oder nebeneinanderliegende unterschiedliche Gesteinsschichten und dadurch bedingte Scherflächen konnten eine Lockerung des Gesteins zur Folge haben und erleichterten so das Vordringen und

den Vortrieb in zunehmende Tiefe.² War dies nicht der Fall, so waren die Bergarbeiter genötigt, das harte Gestein zu brechen.³ »Das Hereintreiben wurde im Gebirge mit »harten Brettern« d. h. mit harten Gesteinsbänken, bei fehlenden natürlichen Kluftflächen in der Art vorbereitet, daß Arbeiter mit Schlägel und Eisen eine Rinne (Runst) oder einen Schram, Ritz genannt, in das Gestein zu hauen hatten ...«⁴ Heilfurth beschreibt diese Tätigkeit wie folgt: »[...] Dabei schlägt der Häuer den eisernen Schlägel, der über eine Spanne lang und etwa drei Pfund schwer und an den achteckigen, flachen Bahnen verstählt ist, mit seiner Rechten auf das Stufeisen. Es ist viereckig, hat eine scharfe, gestählte Spitze, um besser ins harte Gebirge eindringen zu können. Beide, Schlägel und Stufeisen, sind bebelmt, d. h. mit einem Stiel ... versehen, der durch das schmale Loch inmitten des Gezähes gesteckt wird. Mit diesem Helm führt die Linke des Häuers das Eisen, und es erfordert wohl größere Geschicklichkeit als Kraufanstrengung, will der Schlägelarbeiter mit diesen beiden anspruchlosen Arbeitsgeräten das feste Gestein in kleinen Stücken aus dem Zusammenhang lösen«⁵; und Clauß schreibt über Schlägel und Eisen: »[...] Diese kleinen und anspruchlosen Arbeitsgeräte – ursprünglich wohl nur für gebrüchte Massen bestimmt, bald aber auch auf festem Gestein als tüchtig und brauchbar erkannt – sind in allen noch so beschränkten Räumen und in den verschiedenen Stellungen des Bergmanns – stehend, sitzend und kniend – mit Erfolg anzuwenden und haben wohl vor allem deshalb im mittelalterlichen Bergbau weiteste Verbreitung gefunden. Sie wurden schließlich zum Sinnbild bergmännischer Arbeit erhöht.«⁶ Den Gewerken war es wichtig, daß der Abbau möglichst schnell und effizient erfolgen konnte, weshalb sie auch Methoden einset-

zen ließen, welche überaus gefährlich waren. Das Feuer setzen war eine dieser Methoden. Dabei wurde das Gestein, welches ausgebrochen werden sollte, durch Feuer stark erhitzt und anschließend mit möglichst kaltem Wasser abgekühlt. Das Gestein wurde aufgrund unterschiedlicher Ausdehnungskoeffizienten der Gesteinsformationen unter dem Einfluß von Hitze und Kälte porös und konnte einfacher abgebaut werden. War diese Abbaumethode an der Oberfläche noch einigermaßen sicher, da genügend Frischluft vorhanden war, so wurde sie mit zunehmender Tiefe immer gefährlicher. Der Rauch und die giftigen Gase, welche bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe freigesetzt werden, verbreiteten sich überaus rasch in den weitläufigen Stollen- und Schachtsystemen und hielten sich dort bei mangelnder Frischluftversorgung längere Zeit. Nicht selten kam es vor, daß Bergleute an Rauchgasvergiftungen starben, weshalb man im Laufe der Zeit das Feuer setzen in nahezu allen Bergbauen verboten hat, wenngleich es mancherorts noch im 18. Jahrhundert angewendet worden ist.⁷

Jeder Bergmann besaß im Normalfall zwei Eisen, um das bei der Schrämarbeit stumpf gewordene Werkzeug nicht andauernd schleifen zu müssen, sondern es durch ein bereits geschliffenes, neues Eisen ersetzen zu können. Der Abbau mit Schlägel und Eisen war überaus mühsam und kräftezehrend, trotzdem mußte der Bergmann, wollte er einen weiteren Vortrieb erreichen, einen »Einbruch« im Gestein schaffen. Ein solcher »Einbruch« war nichts anderes als ein ungefähr zwanzig Zentimeter tiefer Spalt im oberen Drittel des Stollens, anhand

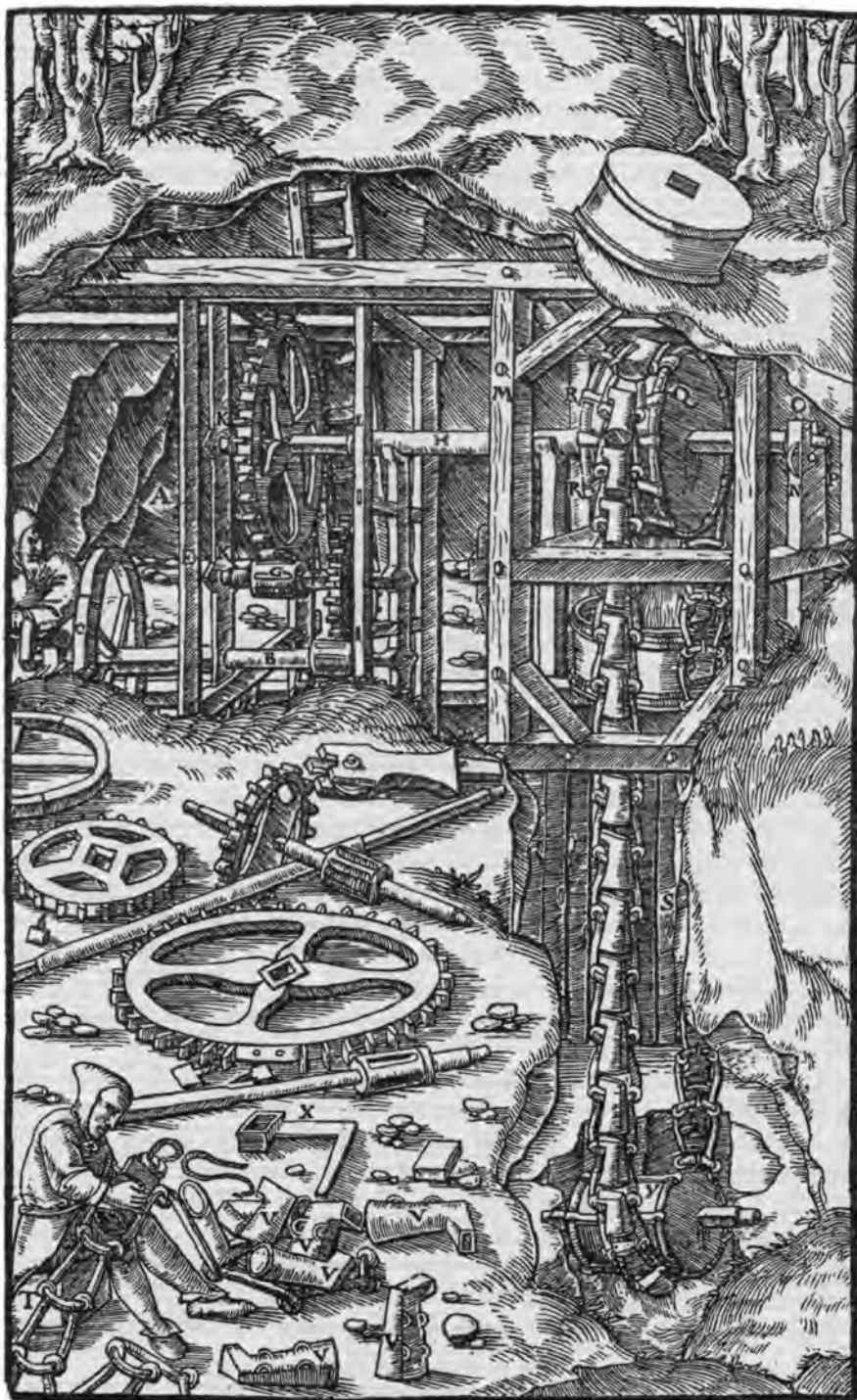


Abbildung 1: Das Gerüst A. Die unterste Welle B. Das Rad C. Das kleinere Getriebe D. Die zweite Welle E. Das kleinere Zahnrad F. Das größere Getriebe G. Die oberste Welle H. Das größere Zahnrad I. Die Lager K. Der breite, eiserne Ring L. Das hölzerne Gerüst M. Der eichene Stock N. Der eiserne Zapfen O. Die Scheibe P. Die obere Trommel Q. Klammern R. Die Kette S. Die Kettenglieder T. Kannen V. Das Haspelhorn X. Die untere Trommel Y. Quelle: Georg Agricola: *De re metallica*, Basel 1556, 144.

dessen der weitere Vortrieb für die gesamte Fläche an der Stollenwand erfolgen konnte. Vielfach wurde versucht, Risse und Spalten des Gesteins zu vergrößern, indem man Holzkeile hineintrieb, diese mit Wasser durchtränkte und ein Aufquellen erzielte, was wiederum dazu führte, daß härteres Gestein etwas brüchiger und der Vortrieb leichter wurde. Waren keine Risse und Spalten im Gestein vorhanden, so bediente sich der Bergmann des Fäustels und eines speziellen Ritzeisens. Das Fäustel, eine Art Hammer, war schwerer als der Schlägel, und das

Ritzeisen schwerer und länger als die sonst gebräuchlichen Stufeisen. Weite Verbreitung fand daneben auch das Spitzeisen. Mit diesen Werkzeugen war es dem Bergmann möglich, Ritze und Spalten auch in sehr hartem Gestein zu schaffen. Mit dem Pocher, einem etwa acht Pfund schwerem Hammer, welchen der Bergmann noch mit einer Hand bedienen konnte, schlug er die jeweiligen Keile in die vorhandenen Ritze und Spalten. Mit Hilfe einer Eisenstange konnte er das Gestein weiter lockern und aus der Stollenwand herauslösen. Ließ es die

jeweilige Gesteinsformation und die Höhe der Stollen zu, so versuchte man den Vortrieb dadurch zu beschleunigen, daß zwei Häuer gleichzeitig eingesetzt wurden. Der erste Bergarbeiter begann zunächst mit dem Vortrieb im Firstbereich bis auf die halbe Höhe des Stollens. War dieser Vortrieb etwa zwei Meter weit fortgeschritten, begann der zweite Bergarbeiter mit dem Herausbrechen des restlichen Gesteins bis auf die Sohle des Stollens. Mitunter, was eher seltener vorkam, arbeiteten auch drei Bergleute gleichzeitig an einem entsprechend dreifach versetzten Ort am Ende des jeweiligen Stollens.⁸ Breite, Größe und Höhe der jeweiligen Stollen hing naturgemäß von der jeweiligen Gesteinsformation ab, während fast immer darauf geachtet wurde, daß die Sohle der angeschlagenen und vorgetriebenen Stollen leicht ansteigend in den Berg verlief. Dies hatte einerseits den Vorteil, daß einsickernde Grubenwässer an die Oberfläche gekehrt, andererseits erzhaltige und taube Gesteine leichter aus dem Inneren des Berges geschafft werden konnten. Gleichzeitig war man bestrebt, Stollen und Strecken, welche auf ungleicher Höhe lagen, miteinander zu verbinden. Solche Durchschläge, welche häufig zu Besitzstreitigkeiten führen konnten, waren oftmals notwendig, um die Befahrbarkeit ganzer Stollensysteme aufrecht-erhalten zu können. Je tiefer die Bergleute allerdings in einen Berg eindringen, desto schwieriger und risikoreicher wurde der Abbau. Taubes, also erzarmes Gestein mußte, sofern es nicht zur Stabilisierung der Stollendecke verwendet wurde, mit immer größerem Aufwand aus den Stollen entfernt werden. Der Bergarbeiter verwendete zur

Trennung des erzhaltigen vom tauben Gestein das Scheideeisen. Stollen und Strecken mußten mit zunehmender Länge abgesichert und befestigt werden.⁹ »Die Auszimierung der Stollen und die Versehung mit Stempel und Joch, geschah zum großen Teil mit Holz, welches man mit der Stempelhacke bearbeitete, oder, wie bereits erwähnt, durch die Verwendung von taubem Gestein mittels einer speziellen Trockenmauertechnik.«¹⁰ »Besonders zur Blütezeit, als man mit dem Holz haushalten mußte, wurden, wo möglich, entsprechend große und günstig geformte, taube Gesteinsstücke zu sauber geschliffenen (also ohne Bindemittel!) Pfeilern und Mauern zwischen Sohle und First der Abbaue aufgestapelt, um so den Bergdruck abfangen zu können.«¹¹

»In der Tiefe des Berges war darüber hinaus das natürliche Sonnenlicht, welches dem Bergmann noch nahe der Oberfläche die Arbeit ermöglicht hatte, nicht vorhanden und so war es notwendig die Dunkelheit durch künstliche Lichtquellen aufzuheben. In der Anfangsphase des Bergbaus dürften Kienspäne der Beleuchtung gedient haben. Später verwendete man Kerzen oder Talg- beziehungsweise Öllampen, welche den Raum zwar spärlich ausleuchteten, aber gleichzeitig stark qualmten und die ohnehin schlechte Luft zusätzlich belasteten.«¹² Der mittelalterliche und frühneuzeitliche Erzabbau war ein überaus kräfteaufreibender Prozeß, da er händisch erfolgen mußte und nur unter Ausnutzung physikalischer und natürlicher Gegebenheiten eine gewisse Erleichterung erfuhr. Erst als in der Mitte des 17. Jahrhunderts nach unzähligen Versuchen das Schießpulver für Sprengungen unter Tage schließlich in einigen Bergbaubetrieben verwendet wurde, veränderte dies die bisherigen Abbaumethoden nachhaltig. So schreibt Gstrein: »[...] Da die Bergleute mit dieser Neuerung wenig Freude hatten – anfangs geschahen viele Unglücke wegen Unkenntnis und Unachtsamkeiten –, wurde die Schrämmarbeit wahrscheinlich noch einige Zeit neben der Schießarbeit betrieben. Nach dem Erlernen des richtigen Umganges mit dem »Pulver« setzte sich diese Vortriebsart aber rasch durch.«¹³

Das mit den beschriebenen Techniken so abgebaute und aus dem Gebirge herausgebrochene erzhaltige und erzarme Gestein mußte an die Oberfläche des jeweiligen Bergbaureviere geschafft werden. War der Abbau bereits mit zahlreichen Schwierigkeiten verbunden und verlangte er den Bergleuten mühevollen und schwersten Arbeit ab, so stellten der Transport und die Förderung die damalige Montanwirtschaft vor große Herausforderungen. Das Begehen einer Grube oder eines Stollens wird bergmännisch als »Befahren« bezeichnet, und je nachdem, ob ein Bergmann die Grube betritt oder verläßt, fährt er in die Grube ein oder

aus ihr heraus. Solch ein Befahren war für den Bergmann eine durchwegs anstrengende Angelegenheit, denn nicht überall waren die Stollen hoch genug, um darin aufrecht gehen zu können. Häufig kam es vor, daß die Bergleute sich nur stark gebückt fortbewegen konnten und dabei unter Umständen noch etliche Höhenunterschiede zu bewältigen hatten. Viele Stollen und Gruben verliefen im Berg nicht nur auf einer Abbauebene, sondern wiesen deutliche Höhenunterschiede auf. Die einzelnen Stollen der einzelnen Abbauebenen waren zumeist durch Schächte miteinander verbunden. Lange Leitern, sogenannte »Fahrten«, in den Schächten, erlaubten den Bergleuten das Befahren der unterschiedlichen Abbauebenen. Nebeneinander verlaufende Stollen und Gruben wurden ebenso miteinander verbunden. Diese »Durchschläge« dienten in erster Linie der Förderung des Erzes und der Bewetterung, das heißt der Versorgung mit ausreichend Frischluft. Wie bereits erwähnt kam es aufgrund solcher »Durchschläge« naturgemäß zu Streitigkeiten und Unruhe, weshalb die berggerichtliche Obrigkeit oftmals einschreiten mußte. Wenn sich im Verlaufe des Mittelalters und der frühen Neuzeit auch die Transporttechniken erheblich veränderten und dadurch die Förderung etwas vereinfacht werden konnte, so kann dies nicht darüber hinwegtäuschen, daß der gesamte Transport weitgehend händisch erfolgte und schwere Muskelarbeit war.¹⁴

»Ursprünglich trugen die Bergleute die herausgebrochenen Gesteine in Ledersäcken oder Körben auf ihren Rücken oder Schultern an die Oberfläche. Gerade in größeren Gruben und Stollen dürften auch einfachste Schubkarren als Transportmittel zum Einsatz gekommen sein. Rasch setzte sich aber zur Überwindung größerer Höhenunterschiede in den Schächten die Haspel durch. Darunter versteht man ein auf einem Wellholz aufgerolltes Seil, an dessen Enden entweder Kübel oder Ledersäcke befestigt waren. Zwei Bergarbeiter, Haspler genannt, drehten an der Haspel, worauf der leere Kübel oder Ledersack in die Tiefe glitt, der volle Kübel oder Ledersack hingegen heraufgezogen werden konnte. Mittels eigener Schwungräder und Felgen wurde die Bedienung der Haspel in der Folge etwas erleichtert. Auf diese Weise konnten enorme Höhenunterschiede überwunden werden, welche die Bergarbeiter sonst nur durch hohe Leitern bewältigen hätten können. Mit der Haspel konnte aber nicht nur Gestein gefördert werden, sondern es war auch möglich durch Anbringen von Eimern oder undurchlässigen Ledersäcken Wasser aus der Tiefe zu heben. Gerade diese Verwendungsmöglichkeit wurde mit der zunehmenden Wasserproblematik in den immer tiefer gelegenen Bergwerken überaus wichtig.«¹⁵ Georg Agricola,

einer der bedeutendsten Kenner des mittelalterlichen Bergbaus, schreibt 1556 über die Haspel und anderes folgendes: »Die Fördermaschinen haben verschiedene und mannigfaltige Formen, viele von ihnen sind sehr kunstreich und waren, wenn ich nicht irre, den Alten unbekannt. Sie sind erfunden worden, um das Wasser aus der Tiefe der Erde heraus zu ziehen, wohin keine Stollen reichen und auch die Mineralien aus den Schächten, zu denen auch die längsten Stollen nicht gelangen. Da aber die Tiefe der Schächte ungleich ist, besteht eine große Mannigfaltigkeit derartiger Maschinen.«¹⁶ Während die Haspel in ihrer unterschiedlichen Ausprägung und ihrem unterschiedlichen Leistungsvermögen hauptsächlich dazu diente, das herausgebrochene Gestein durch Schächte zwischen den einzelnen Abbauebenen an die Oberfläche zu befördern, bedienten sich die Bergleute in den Stollen und Gruben neben den aus Holz gefertigten Schubkarren kleiner kastenförmiger hölzerner Wägen, der Truhen oder Hunte. Agricola beschreibt dieses Transportgerät wie folgt: »[...] Der Hund faßt um die Hälfte mehr als der Schubkarren, er ist etwa 4 Fuß lang und ungefähr 2 ½ Fuß breit und hoch. Seiner rechteckigen Form entsprechend ist er mit drei rechteckigen eisernen Bändern beschlagen, außerdem wird er auf allen Seiten durch eiserne Stäbe verstärkt. Am Boden sind zwei kleine eiserne Achsen befestigt, um deren Enden sich auf beiden Seiten hölzerne Scheiben drehen. Damit diese nicht von den festen Achsen abgleiten, werden sie durch kleine eiserne Nägel gehalten; durch den am Boden befestigten Leitnagel wird der Hund in der Spur, die in den Lauffposten ausgespart ist, geführt. Der Hundestößer faßt den Hund hinten mit den Händen und stößt den mit Mineralien beladenen hinaus und den entleerten wieder hinein. Da er, wenn er gefahren wird, einen Ton erzeugt, der einigen dem Bellen der Hunde ähnlich dünkt, so nannten sie ihn Hund. Diesen Hund benutzen sie, wenn sie aus sehr langen Stollen fördern, denn er ist leichter beweglich und kann schwerer beladen werden. Die Tröge hohlen sie aus einzelnen Baumstämmen aus, die kleineren, nämlich die Erztröge, sind meistens 2 Fuß lang und 1 Fuß breit.«¹⁷ Jene Bergleute, welche diese Grubenhunte beziehungsweise Grubentruhen schoben, nannte man Huntstößer oder Truhenläufer. Eine der Schwierigkeiten bestand hauptsächlich darin, dieses Transportgerät aufgrund der mitunter schmalen Stollenverhältnisse in der Spur zu halten. Spurlatten auf der Stollensohle halfen, den Hunt oder die Truhe in der richtigen Position zu halten. Es handelte sich dabei um Holzschienen von unterschiedlicher Länge und gegenseitigem Abstand von zwei bis drei Zentimetern. Dieses »Gestänge« ruhte auf den »Schwellen«, welche direkt auf der Stollen-



Abbildung 2: Alter Stich der 1515 erbauten spätgotischen Knappenkapelle zur hl. Barbara in Gossensaß.

sohle verlegt wurden. Ein Spur- oder Leitnagel an der Unterseite des Hutes beziehungsweise der Truhe glitt zwischen diesen Spurlatten, hielt die Position und verhinderte ein Abrutschen des Transportgerätes. Am vorderen Ende befestigte der Bergmann eine einfache Werg- oder Öllampe, welche den jeweiligen Stollenverlauf wohl mehr schlecht als recht auszuleuchten imstande war. Das zum Eingang hin leicht abwärts verlaufende Gefälle der meisten Stollen und Gruben erleichterte den Bergleuten die Benutzung dieses Transportgerätes. Volle Truhen oder Hunte waren dadurch wesentlich einfacher in Bewegung zu versetzen. Waren sie erst einmal in Bewegung und das Gefälle relativ steil, so wurde

das Abbremsen zu einer ganz besonderen Herausforderung. An steilen Stollenabschnitten sicherte man die Truhen oder Hunte zusätzlich durch ein Seil, welches an einem Rundholz aufgewickelt war, oder versuchte die Geschwindigkeit durch auf das Gestänge aufgenagelte raue Eisen zu reduzieren. Auf jeden Fall muß sich das Abbremsen als besonders schwierig und aufwendig erwiesen haben. War hingegen kaum ein Gefälle, sondern eine entsprechende Steigung vorhanden, mußten die Bergleute die leeren oder vollbeladenen Hunte und Truhen unter großen Strapazen in Bewegung versetzen. Quer gelegte Hölzer, sogenannte »Steigbäume«, sicherten in solchen Fällen den Tritt des Bergmanns. Starke Stei-

gungen wurden unter Zuhilfenahme eines Seils und einer Haspel bewältigt. Die Größe und Länge dieser Transportgeräte richtete sich ausschließlich nach der jeweiligen Situation in den einzelnen Stollen und Gruben, für deren Verhältnisse sie maßgefertigt wurden.

Die Bergarbeiter waren bestrebt, den Transport innerhalb eines Stollen- oder Grubensystems so effizient wie möglich zu organisieren, was dazu führte, daß das erzhaltige vom tauben Gestein bereits in den jeweiligen Gruben zunächst grob getrennt wurde. Mit zunehmender Tiefe mußte unter großen Mühen immer mehr taubes Gestein abtransportiert werden. Vielfach hatten junge Buben in den Stollen die Aufgabe,

mit einer Kratze, einem dreieckigen Werkzeug, in den Gängen liegende Gebliebenes Gestein wegzuräumen und an die vorgesehenen Stellen zu schaffen, wo es auf vorbeifahrende Hunte oder Truhen geladen und an die Oberfläche transportiert wurde.

Erzaufbereitung und Schmelzprozeß

Erst an der Oberfläche konnte mit der eigentlichen Scheidearbeit, das heißt der genauen Aussortierung von erzhaltigem und taubem Gestein, begonnen werden. Diese Arbeit geschah zumeist in den Scheidstuben, welche sich in der Nähe der Erzhalde am Ausgang größerer Stollen befanden. In diesen aus Stein gemauerten oder aus Holz gezimmerten Gebäuden wurde das Gestein zunächst händisch zerkleinert und ausgeklaubt. Die Zerkleinerung erfolgte zumeist mit eigenen Hämmern und den Scheid- beziehungsweise Klopffsteinen. Das so aussortierte und zerkleinerte erzhaltige Gestein wurde in Säcken oder Kübeln gelagert und anschließend zu den Schmelzhütten gebracht.¹⁸ Georg Agricola beschreibt die Bedeutung des Scheideprozesses folgendermaßen: »[...] Erfahrene Bergleute, die das Erz gewinnen, sei es im Schacht oder Stollen, klauben das Erz, und was reich ist, tun sie in Tröge, was gering ist, in Fäße. Wenn aber ein Bergbäuer nicht bergverständig ist und solches unterlassen hat, oder ein erfahrener genötigt war, es nicht zu tun, so soll dieses Erz, sobald es herausgehauen und aus der Grube gefördert ist, deshalb beseben werden, und es soll die Bergart, die an Erz reich ist, von dem Teile, der kein Erz hat, geklaubt werden, es sei nun Erde oder eine festgewordene Lösung oder ein Stein gewesen. Denn schlechtes Erz mit dem guten zu schmelzen ist schädlich, alle Kosten sind verloren; die Schlacken sind leer und wertlos, weil sie allein aus Erde und Steinen zusammenschmolzen sind und die festgewordenen Lösungen die Schmelzung des Erzes verhindern und Schaden bringen. Auch Gestein, das an einem reichen Gange sitzt, soll man abschlagen und waschen, damit dem Erz nichts abgebe. Wenn aber die Bergbäuer entweder unerfahren oder unbedacht- sam das Erz, während sie es ausbauen, mit Erde und Gestein vermengt haben, so klauben nicht allein Männer das Erz, sondern auch Jungen und Weiber. Dieses Gemisch werfen sie auf eine lange Pochbank, bei der sie fast einen ganzen Tag sitzen, und klauben das Erz davon. Das Geklaubte sammeln sie in Tröge und dann in die Fäße, welche in die Schmelzhütten geführt werden, wo man das Erz zu schmelzen pflegt.«¹⁹ Das übriggebliebene erzarme, taube Gestein kam auf eigens dafür vorgesehene Halden, wo es schließlich liegenblieb. Die mittelalterliche und frühneuzeitliche Scheidetechnik war weitgehend einfach, und das Haldengestein

Abbildung 3: Alter Stich des ehemaligen Berggerichts- hauses (links) und des Ge- werkenhauses (rechts) in Gossensaß.



konnte deshalb mitunter noch erzhaltig sein. Die Weiterentwicklung der Scheide- technik führte im Laufe der Jahrhunderte dazu, daß alte Halden von Freigrüblern erneut nach erzhaltigem Gestein durchforscht wurden.

Bereits im 16. Jahrhundert setzten die Bergleute die Wasserkraft ein, um schwere Pochhämmer zu bewegen, mit deren Hilfe das Gestein stark zerkleinert werden konnte. Über eigene Rinnwerke wurde das Wasser zumeist aus nahegelegenen Bächen direkt auf die Wasserräder der verschiedenen Erz- aufbereitungsmaschinen geleitet. Gele- gentlich kam es vor, daß die aus den Gruben und Stollen an die Oberfläche geleiteten Wässer kanalisiert und ebenfalls zum Betreiben von Poch- und Schmiedehämmern so- wie größeren Rüttelsieben verwendet wurde. Das so zerkleinerte und pulverisierte Gestein wurde anschließend in Tröge, wel- che mit Wasser gefüllt waren, gegeben. Ent- sprechende Rüttelbewegungen trennten die einzelnen Bestandteile weiter voneinander. Während schwere, also erzhaltige, Bestand- teile sofort auf den Boden der jeweiligen Tröge sanken, lagerten sich die leichteren Bestandteile, zumeist handelte es sich um diverse Sande, darüber ab. Diese Arbeitsme- thode war sehr zeitaufwendig und mußte vielfach durch die Verwendung von Sieben ergänzt werden. Die so übriggebliebenen tauben Sande wurden in nahegelegene Bä- che oder auf eigens dafür vorgesehene Hal- den geschüttet. Die konzentriert erzhaltigen Sande und größeren erzhaltigen Gesteins- brocken hingegen wurden häufig in den Erzkrästen zwischengelagert, dort geteilt

und schließlich zu Lande mit Saumtieren und Pferdefuhrwerken, zu Wasser mit Flö- ßen zu den verschiedenen Schmelzhütten transportiert. Die meisten Schmelzhütten lagen sicherlich zunächst direkt in der un- mittelbaren Umgebung der großen Berg- baue. Aufgrund der zunehmenden Größe dieser Einrichtung und des dadurch gesteigerten Holzbedarfes wurden sie jedoch an logistisch günstigere Plätze verlegt. Die Or- ganisation des gesamten Transportwesens war wohl eine der herausragendsten logisti- schen Leistungen der mittelalterlichen und frühneuzeitlichen Montanwirtschaft.²⁰ In den Schmelzhütten angelangt, begann ein aufwendiges und höchst ausgeklügeltes Schmelzverfahren. Agricola beschreibt die Bedeutung des Schmelzprozesses wie folgt: »[...] Man kann nämlich zwar dadurch, daß man die Erze erhitzt, röstet oder brennt, manche Be- standteile, die mit den Metallen gemischt oder verbunden sind, abtrennen, vieles auch durch Zer- kleinern im Mörser, das meiste aber durch Verwa- schen, Sieben und Auslesen wegbringen. Indes ge- lingt es auf diese Weise nicht, alle Bestandteile, welche das Aussehen der Metalle verschleiern und sie unrein und unscheinbar machen, zu entfernen. Deshalb ist es nötig, die Erze zu verschmelzen, wodurch Erden, erstarrte Lösungen und Gesteine von den Metallen so getrennt werden, daß jedes Metall die ihm eigene Farbe zeigt, daß es rein wird, und daß es mit größtem Nutzen für die menschl- ichen Bedürfnisse verwendet werden kann. Indem das Verschmelzen eine Abtrennung derjenigen Be- standteile, mit denen die Metalle im Erz vorher gemischt waren, bewirkt, wird das Metall gewisser- maßen durch das Feuer geläutert. Da nun aber die metallhaltigen Erze sehr verschieden sind, einmal

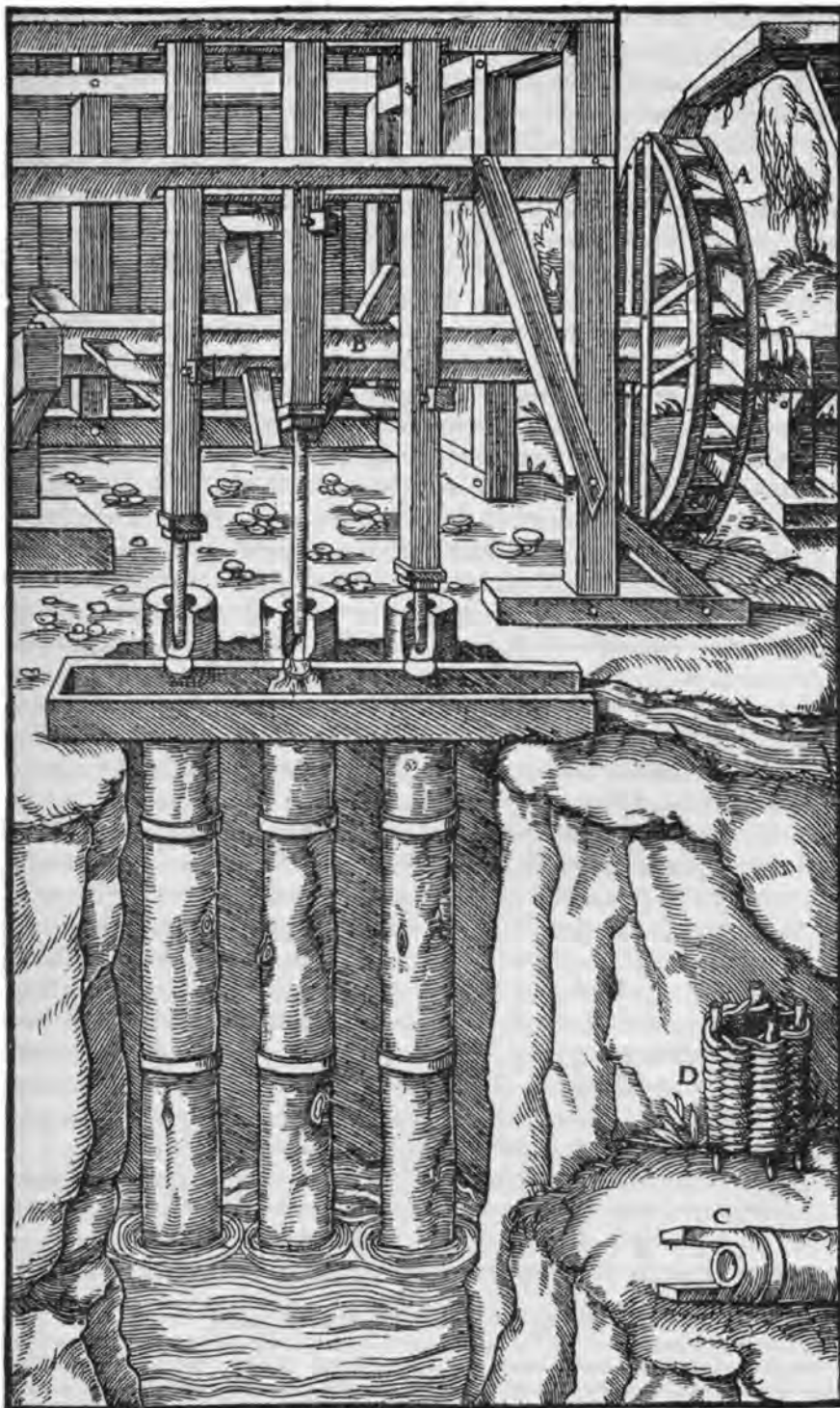


Abbildung 4: Das Wasserrad A. Die Welle B. Der Stock, auf dem das unterste Rohr steht C. Der den Stock umgebende Korb D. Quelle: Georg Agricola: De re metallica, Basel 1556, 155.

binsichtlich des in ihnen enthaltenen Metalls, weiter hinsichtlich der Höhe des Metallgehaltes, endlich auch insofern, als manche schnell, andere langsam im Feuer flüssig werden, gibt es mehrere Schmelzverfahren.²¹ Die genauen Schmelzprozesse wurden von den Bergleuten geheimgehalten und die Schmelzkunst nur Eingeweihten ausführlich erklärt. Fremde wurden in den Schmelzhütten meist argwöhnisch betrachtet, denn die Schmelzprozesse und die genauen Mischverhältnisse

des Roherzes waren entscheidend für die zu erwartende Menge reinen Erzes und damit für den für die Gewerke zu erwartenden Gewinn. Der Verfasser des Schwazer Bergbuchs von 1556, den Heilfurth wie folgt zitiert, schreibt diesbezüglich: »[...] Gern möchte ich auch einen guten, zuverlässigen Bericht vom Schmelzen geben und zeigen, wie Silber, Kupfer und Eisen mit den geringsten Unkosten am schnellsten gewonnen, aus dem Erz geschmolzen und gebracht werden. Ich traue mich aber als ein

Unerfahrener nicht daran. Die zur Zeit arbeitenden Gewerke und ihre Diener tun damit sehr geheim. Fast alle haben ein besonderes Fürmaß. Sie sind darin sehr erfahren und bringen viel mehr Silber aus den Schlacken und vom Kupfer als vor Jahren. Daher kann ich über das Schmelzen und das Fürmaß weder klar berichten noch Erfahrungen mitteilen. Würde ich mich dessen unterfangen und einen Fehler hineinschreiben (was im Schmelzen und in der Alchimie schnell geschieht), so möchte jemand dadurch Schaden nehmen, wie schon vielen geschehen ist. Es würde mir darum übel nachgeredet werden.«²² Das Ausschmelzen des jeweiligen Metalls aus dem Roherz war sicherlich ein sehr komplizierter Vorgang, denn die Metalle kamen höchst selten in ihrer reinen Form im Gestein vor, sondern waren stets mit anderen Metallen vermengt. Diese galt es in mehreren Schmelzprozessen voneinander zu trennen.²³ Im folgenden soll beispielhaft das Ausbringen von Silber beschrieben werden: »[...] Sehr häufig kam Silber als Bleiglanz vor. Dieser Bleiglanz wurde geröstet und Bleioxid, welches mit Silber aber auch Gold angereichert war, blieb zurück. Durch ein Schmelzverfahren im Treibofen verband sich das Silber mit dem Blei zu einer Legierung. Das geschmolzene Blei wurde mittels eines Laufstroms zur Oxidation gebracht. Die daraus entstandene Bleiglätte floss an einer Stelle des Treibofens ab d. h. sie wurde abgetrieben. Silber und andere Edelmetalle oxidierten nicht und blieben im Treibofen zurück, bis die Bleiglätte abgeflossen war und der Schmelzer sie sehen konnte. In der Bergmannssprache nennt man diesen Augenblick, sofern es sich vornehmlich um Silber handelte, den »Silberblick«, sonst den »Güldlich«, wenn vorwiegend Gold zurückgeblieben war. Silber trat im Roherz aber

noch viel häufiger in Verbindung mit Kupfer auf. Silberhaltige Kupfererze kamen im Alpenraum in großem Maße vor. Die Schwierigkeit bestand darin das Silber vom Kupfer zu trennen. Aufgrund der sehr dicht beieinander liegenden Schmelzpunkte von Silber und Kupfer war ein gewöhnlicher Schmelzprozess nicht anwendbar. Vermengt man allerdings solche silberhaltigen Kupfererze im Schmelzofen mit Blei, so verbindet sich das Silber mit dem Blei und das Kupfer bleibt übrig. Blei besitzt einen Schmelzpunkt von 327° C, während Silber erst bei 960° C zu schmelzen beginnt. Unter Ausnutzung dieser weit auseinanderliegenden Schmelzpunkte kann das Blei vom Silber getrennt werden. Diese physikalischen Eigenschaften von Silber und Blei nutzte man bereits in der frühesten Zeit des Bergbaus, aber die Schmelzmeister entwickelten in den siebziger Jahren des 15. Jahrhunderts ein eigenes Schmelzverfahren, um das Silber noch effizienter aus den Kupfersteinen zu gewinnen. Dieses Schmelzverfahren, Seigerverfahren genannt und in Nürnberg entwickelt, ermöglichte eine weitaus höhere Silberausbeute als dies durch frühere Schmelzprozesse möglich gewesen wäre. Der Unterschied zum herkömmlichen Schmelzverfahren bestand darin, dass nicht mehr der Kupferstein Ausgangsbasis war, sondern das Schwarzkupfer. Dem durch Schmelzprozesse gewonnenen Schwarzkupfer wurde ebenfalls Blei hinzugegeben. Dieser Vorgang, das »Frischen« genannt, war notwendig, um durch das Blei dem Kupfer das Silber zu entziehen. In speziellen Öfen, den Seigeröfen, entstand die Legierung aus Silber und Blei, während das Kupfer zurückblieb. Das silberhaltige Blei kam anschließend in den Treibofen und wurde dort, wie bereits beschrieben, einem Oxidationsprozess unterworfen. Das Blicksilber blieb zurück und konnte zu Feinsilber gebrannt werden. Der Vorteil des neuen Verfahrens bestand in einer besseren Ausnutzung des zugegebenen Bleis und in einem höheren Entsilberungsgrad des Kupfers. In Tirol verband man gegen Ende des 15. Jahrhunderts das alte, herkömmliche, Schmelzverfahren mit dem neuen Seigerverfahren und verbesserte im Laufe der Jahrzehnte die Effizienz des Schmelzprozesses.²⁴ Die Schmelztechnik wurde zwar kontinuierlich weiterentwickelt, bedurfte aber zunehmend großer Holzmengen. In den Schmelzöfen brannte Tag und Nacht das Feuer, ständig stieg Rauch auf, Asche blieb auf den Feldern liegen, weshalb das Unbehagen der Bevölkerung zunehmend stieg. Die Gewerken beeindruckte dies freilich wenig.

Technische Schwierigkeiten im mittelalterlichen und frühneuzeitlichen Bergbau

War das Arbeiten unter Tage aufgrund der ständigen Dunkelheit und der spärlich vorhandenen Möglichkeiten, wenigstens etwas

Licht in die finsternen Stollen, Gruben, Schächte und Strecken zu bringen, bereits schwierig genug, so führte das immer tiefere Vordringen in den Berg zu immer größeren technischen Problemen. Die Frischluftzufuhr und die Ableitung der Grubenwässer stellten den Bergbaubetrieb immer wieder vor besondere Herausforderungen.

Die Luftverhältnisse waren bereits bei ausreichender Frischluftzufuhr überaus schlecht, da das Geleuchte der Bergmänner und das mitunter durch die hohe Luftfeuchtigkeit rasch verfaulende und vermodernde Gebälk der Stollenwände und -decke die Luft verunreinigten. Staub- und Schmutzpartikel beeinträchtigte die Gesundheit der Bergarbeiter nachhaltig. In der Bergmannssprache werden die jeweiligen Luftverhältnisse in den Stollen und Gruben als »Wetter« bezeichnet, weshalb es naturgemäß gute, schlechte, böse und stinkende Wetter gab. Die Frischluftzufuhr bezeichnete man als »Bewetterung«, und diese konnte entweder natürlich oder künstlich erfolgen. Die Versorgung mit Frischluft wurde umso schwieriger, je tiefer die Bergleute in den Berg eindringen. Während höhergelegene Stollen und Gruben zumeist mit der Oberfläche durch Durchschläge und Schächte in Verbindung standen und eine natürliche Luftzirkulation zustande kommen konnte, mußten tiefergelegene Bergbaue künstlich mit Frischluft versorgt werden. An der Oberfläche standen zu diesem Zwecke riesige Blasebälge, auch »Focher« genannt, zur Verfügung. Agricola schreibt über die Notwendigkeit einer solchen künstlichen Bewetterung unter anderem folgendes: »[...] Durch ihr Blasen werden nicht nur Schächte und Stollen durch Latten oder Rohre mit guten Wetter versorgt, sondern es werden auch die schweren und schädlichen Wetter abgesaugt. Letztere saugen sie beim Auseinanderziehen durch die Windöffnungen in sich hinein, jene blasen sie beim Zusammendrücken durch die Mundstücke in die Latten und Rohre ...«²⁵ Je nach Länge und Größe der Stollen und Gruben mußten oftmals mehrere dieser Blasebälge verwendet werden, und desto aufwändiger wurde schließlich die gesamte Bewetterung.

Über ein ausgeklügeltes hölzernes Rohrsystem wurde die Frischluft in das Innere des Berges geblasen. Diese Rohre, »Latten« genannt, waren vielfach die einzige Möglichkeit, die Frischluftzufuhr aufrechtzuerhalten. Es handelte sich dabei meistens um viereckige oder runde Leitungen, durch welche ein Loch gebohrt wurde und die normalerweise nicht länger als zwei Meter waren. Die jeweiligen Anschlussstellen wurden mit Lehm abgedichtet.²⁶

Große Schwierigkeiten bereiteten den Bergarbeitern neben der Bewetterung auch die immer wieder vorkommenden Wassereinbrüche. Die eintretenden Grubenwässer mußten, wollte man den Bergbaubetrieb aufrechterhalten, unverzüglich aus den Stollen und Gruben an die Oberfläche geleitet werden. Hierzu benutzte man die bestehenden Stollen und Gruben oder schlug eigens einen neuen Stollen an, welcher die Entwässerung ganzer Bergbaureviere zu übernehmen hatte. War es nicht möglich, die Grubenwässer durch Rinnen und Kanäle unter Ausnutzung des Gefälles der Stollen- oder Grubensohle abzuleiten, so mußte man, sollten die Bergbaureviere nicht »absaufen«, durch künstliche Maßnahmen danach trachten, die Grubenwässer zu verringern. Technisch wurde alles Mögliche konzipiert, um Wasser aus großer Tiefe an die Oberfläche zu heben.²⁷ »Die einfachste, aber arbeitsintensivste und zeitraubendste, Methode war die Hebung des Wassers durch die Bergleute mit Eimern und Kübeln. Diese Bergleute, Wasserschöpfer genannt, standen Tag und Nacht in mehreren Schichten im Einsatz und beförderten, in einer langen Menschenkette stehend, das Wasser an die Oberfläche. Um 1515 beispielsweise standen nahezu 600 Bergleute in Schwarz im Einsatz um die einsickernden Grubenwässer an die Oberfläche zu heben. Auf Dauer waren die Kosten für die Hebung der Grubenwässer auf diese Art und Weise viel zu hoch, betrugen sie doch in einem Jahr über 20000 Gulden. Sehr häufig kam es, aufgrund von gescheiterten Lohnverhandlungen, zu Arbeitsniederlegungen der Wasserschöpfer. Die Gewerken kamen dadurch schwer unter Druck und mußten den Forderungen zumeist weitgehend nachgeben, wollten sie den Bergbaubetrieb in den tiefer gelegenen Gruben und Stollen aufrecht erhalten. Um die Effizienz zu steigern verwendete man in manchen Bergbaureviere zudem die Haspeln, an dessen Enden statt der gewöhnlichen Erzkübeln, wasserdichte Ledersäcke oder Eimer befestigt waren. Die Leistung solcher Wasserhebungsmethoden war allerdings häufig nicht ausreichend und so waren die Gewerken und Bergarbeiter darauf bedacht alle möglichen Erfindungen in der Wasserhebung, in den Bergwerken einzubauen und zu testen. Nicht selten sprachen windige Erfinder beim Landesfürsten vor und priesen auch technisch völlig unbrauchbare Vorschläge als revolutionäre Entwicklungen an, kassierten eine Prämie und verschwanden anschließend wieder spurlos. Trotzdem kam es auch in der Wasserhebung zu bedeutenden Weiterentwicklungen, die es den Gewerken erlaubten bei den Wasserschöpfern einzusparen und den Abbau der Erze in der Tiefe zunehmend effizienter und billiger zu betreiben. Rasch hatte man erkannt, dass mit der zunehmenden Stollentiefe die menschliche Arbeitskraft nicht ausreichend



Abbildung 5: Alte Ansicht des Gewerkenhauses in Gossensaß.

war um immer größer werdende Mengen an einfal-
lenden Grubenwässern zu bewältigen. Als Alter-
nativkraftquelle stand das Wasser selbst zur Ver-
fügung, weshalb man dazu überging Wasser durch
Wasser zu heben zu lassen. Zu diesem Zweck kon-
struierte man oberflächliche Wasserräder, welche
entweder an der Oberfläche oder im Innern des
Berges errichtet, dort von Bächen oder abgeleiteten
Grubenwässern angetrieben wurden und aus der
Tiefe mit Ledersäcken oder Eimerketten die ein-
dringenden Wassermassen an die Oberfläche oder

an Stellen, von denen das Wasser abfließen konn-
te, hoben. Pumpsysteme mit Gestängen waren
ebenfalls bereits im Einsatz, hoben aber häufig zu
wenig Wasser und wurden zumeist noch händisch
angetrieben. 1522 versuchte Hans Schweiger den
Bau eines großen Pumpwerks in Schwaz, scheiterte
aber daran genauso wie 1534 Maximus von Du-
brau. Die Gewerken sahen sich deshalb genötigt,
mittels acht großen Handpumpen, für dessen Be-
dienung ungefähr 240 Personen gebraucht wur-
den, die tiefer liegenden Stollen zu entwässern.

Erst 1553 wurde in Schwaz durch den Salzburger
Wolfgang Leuscher ein großes Wasserrad mit ei-
nem ausgeklügelten Hebwerk konstruiert, das in
seiner Bauweise lange Zeit einzigartig war.²⁸ Die
mittelalterlichen und frühneuzeitlichen
Wasserhebungskünste waren nicht immer
ausreichend, um die eintretenden Gruben-
wässer zu bewältigen. Oftmals blieb den
Gewerken keine Möglichkeit, als in den ent-
sprechenden Bergbaurevieren, Stollen- und
Grubenabschnitten den Abbau einzustel-
len und sie »absaufen« zu lassen.

Anmerkungen

1. Liselotte Zemmer-Plank, Urzeitlicher Berg-
bau in Tirol, in: *Silber, Erz und weißes Gold. Tiroler
Landesausstellung 1990*, Schwaz 1990, 79.
2. Harald Kofler, *Beiträge zur Erforschung der Ge-
schichte des Bergbaus im Gebiet von Gossensaß und
Sterzing bis in die Mitte des 16. Jhd. mit besonderer
Berücksichtigung der Quellen*, Diss. Phil., Innsbruck
2002/03, 37ff.
3. Peter Gstrein, Die Bergbautechnik im ausge-
henden Mittelalter und der beginnenden Neu-
zeit bis 1856, in: *Silber, Erz und weißes Gold*
(Anm. 1), 171.
4. H. Clauß, Die Arbeit des Schwazer Bergmanns
um 1556, *Der Anschnitt. Zeitschrift für Kunst und
Kultur im Bergbau* 9, Nr. 1/2 (1957), 29f.
5. Gerhard Heilfurth, *Bergbaukultur in Südtirol*,
Bozen 1984, 107.
6. Clauß, Arbeit (Anm. 4), 30.
7. Kofler, Geschichte des Bergbaus (Anm. 2), 38.
8. Erich Egg/Peter Gstrein/Hans Sternad, *Stadt-
buch Schwaz. Natur—Bergbau—Geschichte*, Schwaz
1986, 47; Kofler, Geschichte des Bergbaus
(Anm. 2), 39f.
9. Kofler, Geschichte des Bergbaus (Anm. 2), 41.
10. Ebenda, 41.
11. Gstrein, Bergbautechnik (Anm. 3), 183.
12. Kofler, Geschichte des Bergbaus (Anm. 2), 41.
13. Gstrein, Bergbautechnik (Anm. 3), 176.
14. Vgl. Kofler, Geschichte des Bergbaus (Anm. 2),
42ff.
15. Ebenda, 42f.
16. Georg Agricola, *De Re Metallica Libri XII. Zwölf
Bücher vom Berg- und Hüttenwesen*, Faksimiledruck
der dritten Auflage von 1556, Düsseldorf 1978,
129f.
17. Ebenda, 126f.
18. Kofler, Geschichte des Bergbaus (Anm. 2), 43–
46.
19. Agricola, *De Re Metallica* (Anm. 16), 231.
20. Kofler, Geschichte des Bergbaus (Anm. 2), 46f.
21. Agricola, *De Re Metallica* (Anm. 16), 310.
22. Heilfurth, Bergbaukultur (Anm. 5), 116.
23. Kofler, Geschichte des Bergbaus (Anm. 2), 47f.
24. Ebenda, 48f.
25. Agricola, *De Re Metallica* (Anm. 16), 178.
26. Kofler, Geschichte des Bergbaus (Anm. 2), 55f.
27. Ebenda, 57.
28. Ebenda, 57f.

Mag. Dr. Harald Kofler, Pflerscherstraße 26, I–
39040 Gossensaß, harald_kofler@alice.it