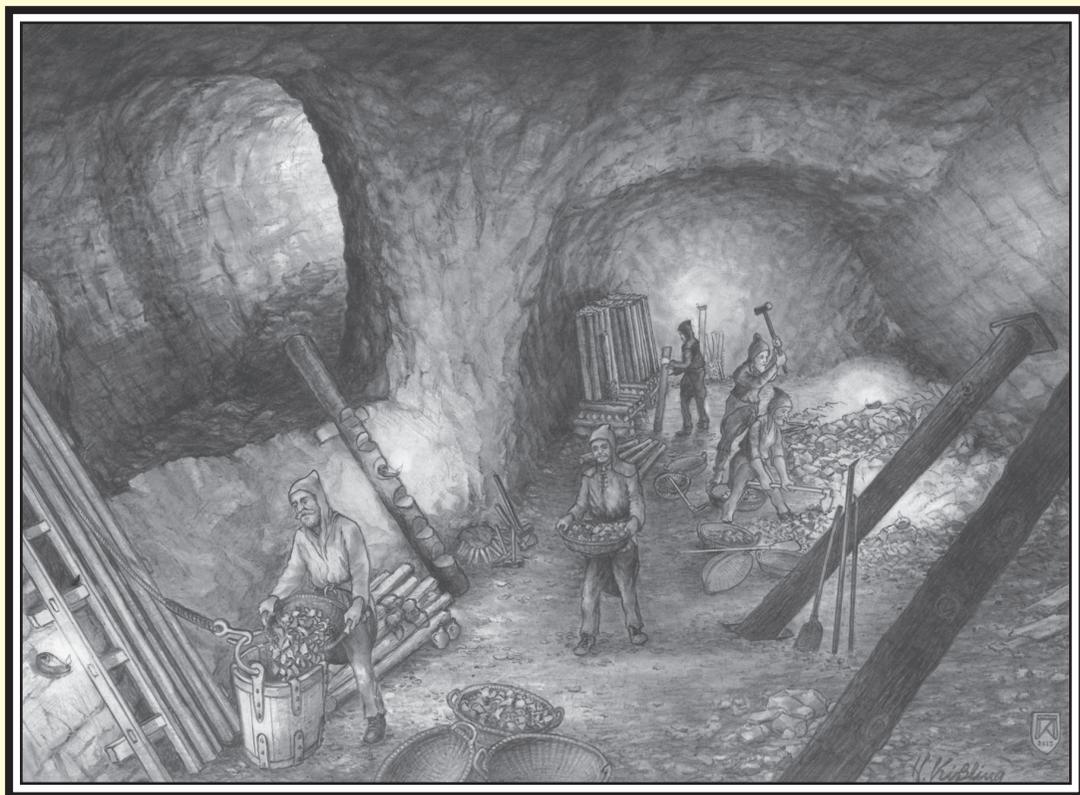


Förderverein
Weltkulturerbe Rammelsberg
Goslar/Harz e.V.

Unbekannter Rammelsberg Erzabbau im Mittelalter - andere Bergwerke im Vergleich



Jahresgabe 2015/2016
für die Fördervereinsmitglieder

Titelbild:
Hermann Kißling:
Mittelalterliche Weite im Rammelsberg
gezeichnet 2015

Diese Jahressgabe wurde herausgegeben
im Eigenverlag des Fördervereins.
Goslar, Dezember 2015

Druck: Papierflieger Clausthal-Zellerfeld
Layout: Ulrich Kammer
Verfasser: Peter Eichhorn

Unbekannter Rammelsberg

Erzabbau im Mittelalter – andere Bergwerke im Vergleich

Jahresgabe 2015/16 des Fördervereins Weltkulturerbe Rammelsberg e.V.

Inhaltsverzeichnis

1	Zu den Projekten unseres Vereins
1.1	Haus Schulenburger Suchort
1.2	Erfassung, Dokumentation und Bewertung untertägiger Grubenhohlräume im Rammelsberg
2	Mittelalterliche Grubenhohlräume
2.1	Geologie und Geländesituation
2.2	Rahmenbedingungen und Grubeneinteilung
2.3	Form und Größe der Abbauhohlräume
2.4	Steinbruchartige Tagebaue
2.5	Tagebaue mit Überhang
2.6	Untertägige Gruben
2.6.1	Grubengröße und Wirtschaftlichkeit
2.6.2	Weitenbreite und Lagerstättenmächtigkeit
2.6.3	Weitenhöhe und Grubenwasserspiegel
2.6.4	Weitenlänge und Bergrecht
2.6.5	Firstspannweite und Standsicherheit
2.6.6	Sicherheitsschweben, Sicherheitsfesten und Ausbau
2.7	Montanarchäologie am Rammelsberg
3	Vergleichbare Bergwerke
3.1	Vergleichbare Tagebaue
3.1.1	Tagebau Schiefermühle am Rammelsberg
3.1.2	Tagebau der Grube Sankt Urban in Oberschulenberg, Oberharz
3.1.3	Sandgewinnung am Regenstein bei Blankenburg, Harz
3.1.4	Tagebau auf dem Prinzler Gangzug in Ehrenfriedersdorf, Sächsisches Erzgebirge
3.1.5	Tagebau Schnepfbruch der Grube Mauritius in Hrebecna, Böhmisches Erzgebirge
3.1.6	Tagebau der Julsgrube in Kongsberg, Norwegen
3.1.7	Tagebaue in Skuterud, Norwegen
3.1.8	Tagebaue im Grubenrevier Rosia Montana, Rumänien
3.1.9	Tagebau bei Brandes en Oisans, französische Alpen
3.1.10	Tagebau in Witwatersrand, Südafrika
3.2	Vergleichbare untertägige Gruben
3.2.1	Neuzeitliche Grubenbereiche des Rammelsbergs

- 3.2.2 Roteisensteinsgrube Weintraube bei Lerbach, Harz
- 3.2.3 Blei-Zink-Kupfererzgrube Unverhofft Glück in Antonsthal, Sachsen
- 3.2.4 Eisenerzgrube Marie-Louise-Stolln in Berggießhübel, Sachsen
- 3.2.5 Kalkgrube Schwedenlöcher in Flöha, Sachsen
- 3.2.6 Marmorgrube Heidelbachtal bei Drebach, Sachsen
- 3.2.7 Kalkwerk Rabenstein bei Chemnitz, Sachsen
- 3.2.8 Kalkwerk Zaunhaus bei Rehefeld, Sachsen
- 3.2.9 Zinnerzgrube Mauritius in Hrebecna, Böhmisches Erzgebirge
- 3.2.10 Kobalterzgruben in Skuterud, Norwegen
- 3.2.11 Eisenerzgrube Blajfell bei Sokndal, Norwegen
- 3.2.12 Blei-Zinkerzgrube Moring in Mezica, Slowenien
- 4 Schlussbemerkung
 - Danksagung
 - Abbildungsverzeichnis
 - Quellenverzeichnis

1 Zu den Projekten unseres Vereins

1.1 Haus Schulenburger Suchort

In den vergangenen drei Jahren hat sich unser Förderverein vor allem mit dem Haus Schulenburger Suchort beschäftigt, einem Stollen, der gegenüber von unserem Museum am Herzberg liegt und noch bis vor zwei Jahren verschüttet war. Zusammen mit Freunden und Unterstützern unseres Vereins ist es gelungen, das Stollenmundloch wiederzufinden, zu öffnen und für eine dauerhafte Nutzung zu sichern. Dieses Jahr wurde dieses Projekt abgeschlossen (s. Abb. 1.1).

Die beiden Ziele dieses Projektes sind erreicht: Der Stollen wird wieder von Fledermäusen als Winterquartier genutzt und könnte in den frostfreien Monaten, wenn keine Fledermäuse im Stollen sind, von unseren Museumsbesuchern im Rahmen von Führungen besichtigt werden.

1.2 Erfassung, Dokumentation und Bewertung untertägiger Grubenhohlräume im Rammelsberg

Im aktuellen Projekt widmet sich unser Förderverein wieder unmittelbar dem Rammelsberg. Zusammen mit Freunden unseres Vereins unterstützt er unser Museum bei der Erfassung,



Abb. 1.1.: Haus Schulenburger Suchort im Oktober 2015

Dokumentation und Bewertung der zugänglichen, auch zukünftig nicht absaufenden Grubenhöhlräume. Das passt sehr gut zu den aktuellen Vorhaben unseres Museums im untertägigen Bereich.

Der gewählte Zeitpunkt mag etwas verspätet erscheinen, denn immerhin wurde unser Museum bereits vor über 25 Jahren gegründet und der Rammelsberg war schon zuvor unter Denkmalschutz gestellt worden. In den ersten Jahren seines Bestehens konnte unser Museum aber vorerst nur Teile des Röderstollens und der Richtschachstrecke nutzen. Andere Grubenbereiche standen zu dieser Zeit noch nicht zur Verfügung. Erst Ende der 1990er Jahre löste sich die Preussag vollständig von ihrem Grubeneigentum und übergab es unserem Museum.

Heute kommt der verstärkten Orientierung auf den untertägigen Bereich entgegen, dass die Sanierung und Umnutzung der übertägigen Gebäude und Anlagen gut vorangekommen sind. Außerdem hat sich unsere Museums-GmbH in den letzten Jahren so gut etabliert, dass nun der untertägige Bereich stärker berücksichtigt werden kann. Auch hinsichtlich der technisch-organisatorischen Planung der Untertageprojekte sind wichtige Grundlagen geschaffen worden. Beispielsweise ist nun absehbar, wie hoch das Wasser in der Grube steigen wird, wenn die Pumpen endgültig abgestellt werden.

Der Wasserspiegel wird durch den Bau eines neuen Wasserableitungstollens so eingestellt, dass das Gru-

benwasser selbständig zur ehemaligen Aufbereitungsanlage Bollrich abläuft. Dadurch werden die Grubenbereiche bis hinab zum Feuergezäher Gewölbe langfristig trocken bleiben, ohne dass dafür für unser Museum ein betrieblicher Aufwand entsteht.

Ergebnis unseres Fördervereins-Projekts wird ein Katalog sein, der unserem Museum hilft, einen Überblick zu bekommen über die vorhandenen Grubenhöhlräume und die dort aus denkmalpflegerischer und Museumssicht notwendigen Sicherungs- und Sanierungsarbeiten. Der Katalog könnte dann als Planungsunterlage für die denkmal- und besuchergerechte Umnutzung der Grubenhöhlräume und für die Nutzung zu technischen Zwecken dienen.

Der Katalog wird als Baukastensystems angelegt. Je nach zur Verfügung stehenden finanziellen Möglichkeiten und Dringlichkeit können dann alljährlich von unserem Museum Projekte zusammengestellt werden.

Dieses Erfassungsprojekt betrifft zwar alle zugänglich bleibenden Grubenhöhlräume des Rammelsbergs. Das heißt aber nicht, dass sie in Gänze für Besucher oder für museums- oder technische Zwecke genutzt werden oder in Frage kommen. Manche werden aus rein denkmalpflegerischen Gründen zu erhalten sein.

Geplant ist, alle während der Projektentwicklung gesammelten Informationen und Daten zusammenzutragen und zu dokumentieren. Darauf aufbauend sollen Hinweise und Empfehlungen

für Projektvorschläge erarbeitet werden. Vorgesehen ist eine Abstufung nach unbedingt notwendigen, weniger dringenden und wünschenswerten Projekten.

Jeder Projektvorschlag für sich betrifft jeweils einen eng umrissenen räumlichen Bereich beziehungsweise ein Untertage-Objekt. Alle Projektvorschläge zusammen genommen sollen die gesamte Grube umfassen und die Wechselwirkungen und gegenseitigen Bedingtheiten der einzelnen Untertagebereiche berücksichtigen.

Zur besseren Übersichtlichkeit werden alle erfassten Daten und Informationen in einem interaktiven und aktualisierbaren Grubenmodell dargestellt. Grundlage dafür sind alle verfügbaren Akten und zeichnerischen Darstellungen sowie Erkenntnisse und Daten, die bei gezielten Befahrungen durch die am Projekt Beteiligten gesammelt werden.

Die vorgesehene Erfassung scheint angesichts der vielen Veröffentlichungen, zeichnerischen Unterlagen und betrieblichen Akten, die es über den Rammelsberg gibt, einfach zu sein. Bei näherer Betrachtung zeigt sich aber, dass eher das Gegenteil der Fall ist. Das Arbeiten mit den betrieblichen und bergamtlichen Akten erweist sich als schwierig, denn sie wurden mit einer anderen Zielstellung angelegt. Damals standen vor allem bergbautechnisch-organisatorische und genehmigungsrechtliche Zwecke im Vordergrund. Heute sind es dagegen denkmalpflegerische und museale Aspekte.

Außerdem war die Zielgruppe, für die die Zeichnungen und Archivakten angelegt wurden, eine andere als heute. Bis vor zweihundert Jahren waren es vor allem Bergbeamte und seitdem zusätzlich Bergbauingenieure und Betriebstechniker. Allen gemeinsam ist, dass sie eine andere Sichtweise haben, als Denkmalpfleger und Museumsplaner, und dass sie aufgrund ihrer Fach- und Ortskenntnisse ein anderes Verständnis für bergbauliche Zusammenhänge mitbringen.

Natürlich gehörte es bis zum Ende der Erzförderung nicht zum Betriebsziel des Erzbergwerks Rammelsberg, Informationen und Daten über

- das besondere Denkmalpotential beziehungsweise den Denkmalwert bestimmter Bereiche oder Objekte,
- möglicherweise einzurichtende Besucherbereiche und museale Präsentationen und
- aus denkmalpflegerischer und musealer Sicht notwendige Maßnahmen

aufzunehmen und zu dokumentieren.

Mittlerweile sind seit dem Ende der Erzförderung über 27 Jahre vergangen. Der Zustand der Grubenhohlräume hat sich seitdem naturgemäß verändert, auch wenn kein Erz mehr abgebaut wurde. Trotzdem wurde das bergamtliche Risswerk seit 1988 kaum aktualisiert. Deshalb sollten die baulichen Veränderungen und Modernisierungen, aber auch alterungsbedingte Verschlechterungen des Bauzustandes nun erfasst, dokumentiert und bewertet werden.

Eine besondere Beachtung verdient der Umstand, dass es Bereiche in der Grube gibt, die zu Betriebszeiten bereits abgeworfen worden waren und nicht mehr befahren und dokumentiert wurden. Die neue Ausrichtung des Rammelsbergs auf Denkmalpflege und Museumsbetrieb lässt aber gerade diese historischen Bereiche wieder zu einem wichtigen Teil der Grube werden.

Berücksichtigt werden soll bei der Bewertung und Abschätzung des Sicherungs-, Sanierungs- und Umnutzungsbedarfs, dass in einem Bergwerk im Gegensatz zu überragenden kulturhistorischen und Naturdenkmälern nicht alle Details unverändert „eingefroren“ werden können. Bei typischen überragenden Denkmälern, wie beispielsweise bei einem Reiterstandbild aus Marmor, hatten die Bauherren, Planer, Bildhauer und Konstrukteure von vornherein eine sehr langfristige Haltbarkeit im Sinn. Die Gestaltung und die verwendeten Baustoffe wurden dementsprechend gewählt.

Grubenanlagen werden dagegen auf eine begrenzte Nutzungsdauer ausgelegt. Zum Teil waren das nur wenige Jahre. Das hatte vor allem einen wirtschaftlichen Grund. Viele ließen sich nicht so bauen, dass sie lange haltbar (standsicher) blieben oder es wäre dafür ein unverhältnismäßig großer Aufwand notwendig gewesen. Dann wurde von vorn herein eingeplant, dass Bauteile oder ganze Abschnitte der Bauwerke nach einer gewissen Zeit ausgewechselt oder erneuert werden müssen.

Wurden Grubenhohlräume nicht mehr genutzt beziehungsweise hatten sie keine Funktion mehr, dann waren Aufwendungen für die Standsicherheit betriebswirtschaftlich nicht vertretbar. Beispielsweise verlor eine Abbauweite, wenn sie ausgeerzt war, für den Bergwerksbetrieb ihren Wert. Anders war das nur bei den Weiten, denen eine andere Funktion zugeteilt werden konnte, zum Beispiel die

- eines Flucht-, Wetter- oder Fahrwegs,
- eines Lager-, Werkstatt- oder Aufenthaltstraums oder
- zur Unterbringung technischer Anlagen.

Funktionslos gewordene Weiten, wie auch Strecken und Schächte, wurden abgeworfen, das heißt nicht mehr gepflegt. Zum Teil wurden sie planmäßig dem Verfall preisgegeben, vor allem, wenn das nicht die Standsicherheit benachbarter Grubenhohlräume oder der Tagesoberfläche in Mitleidenschaft zog. Bis zum Beginn des 18. Jahrhunderts wurden in manchen Fällen sogar erhebliche Auswirkungen auf die Tagesoberfläche in Kauf genommen. Eine langfristige Erhaltung wurde nur bei Wasserableitungstollen, Schächten und zentralen Förderstrecken vorgesehen.

Von Standsicherheitsproblemen waren vor allem die Grubenhohlräume betroffen, die neben oder über ehemaligen Erzabbauen lagen. Dort machten sich Gebirgsbewegungen bemerkbar, wie Setzungen oder seitliche Verdrückungen. Beispiele dafür sind die

Weite

Rammelsberger Begriff für eine unregelmäßige Kammer mit Abbaufortschritt in mehreren Richtungen, zum Beispiel schwebend, streichend oder (seltener auftretend) fallend. Begriff kommt von „Aufweiten“ eines Erzortes beziehungsweise eines fündig gewordenen Suchorts. Wichtigstes Unterscheidungskriterium zum heutigen Begriff Weitung: Bergleute arbeiten zum Lösen und Laden des Erzes innerhalb der Weite (s. Abb. 1.2.a und b).

Weitung

Heute allgemeingültiger Bergbaufachbegriff für einen großen hohen Abbauhohlraum, in dem sich kein Bergmann aufhalten darf. Das Lösen des Erzes vom Gebirgsverband erfolgt durch Bergleute und Bohrmaschinen, die in seitlich-oben an die Weitung angeschlossenen Strecken arbeiten. Das Haufwerk wird von dort in die Weitung hinein gesprengt. Aus der Weitung abgezogen und abgefördert wird es unten. Dafür sind dort Strecken an die Weitung angeschlossen, in denen zum Beispiel Frontschaufellader arbeiten können (s. Abb. 1.2.c).

Richtschachtstrecke und der Obere Hängebankstollen. In diesen Bereichen wurden von unserem Museum bereits erfolgreiche Sanierungsprojekte durchgeführt.

Andererseits treten Standsicherheitsprobleme in Grubenbereichen auf, die nahe an der Tagesoberfläche liegen. Dort dringt Regenwasser durch das Gebirge. Es greift das Gestein an. Im

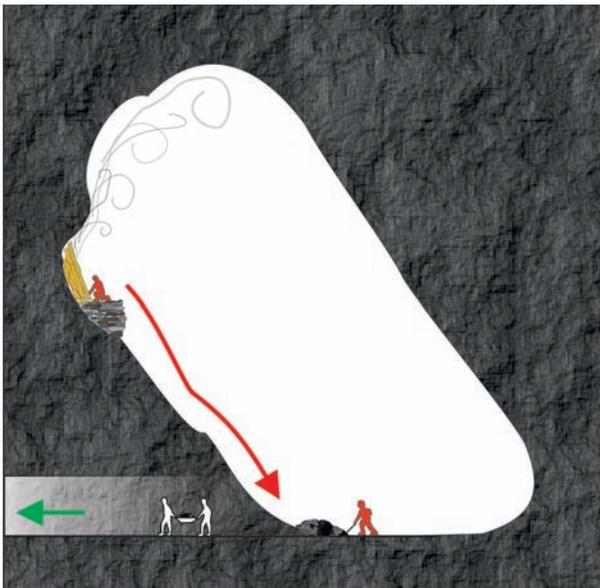


Abb. 1.2.a: Schnitt durch eine Weite. Bergleute beim Feuersetzen, Lösen, Laden und Abfördern des Erzes

Abb. 1.2.b: Schnitt durch eine Weite. Bergleute beim Bohren, Laden und Abfördern des Erzes

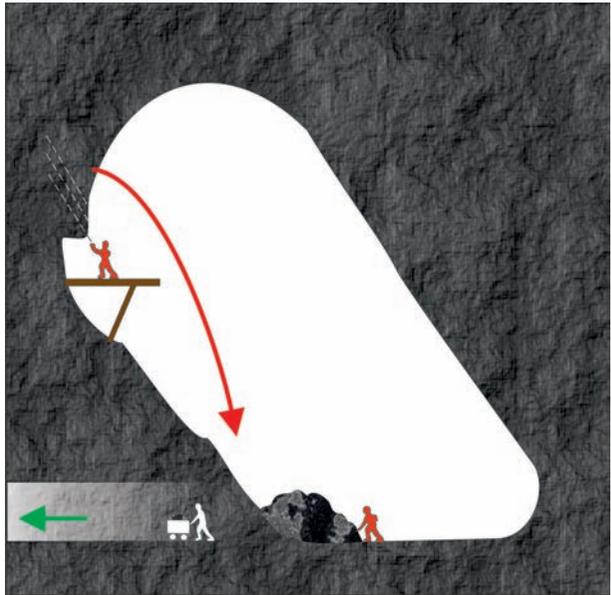
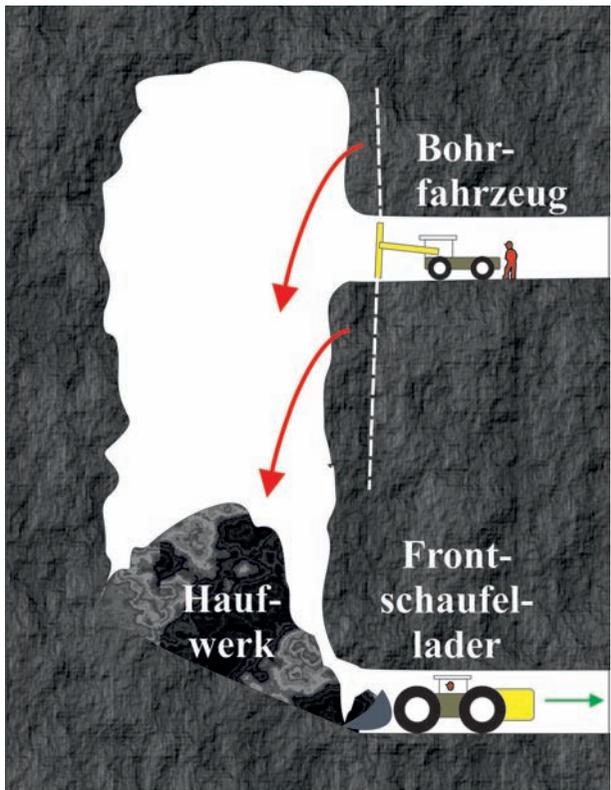


Abb. 1.2.c: Schnitt durch eine Weitung. Bergleute beim Bohren, Laden und Abfördern des Erzes (am Rammelsberg so nicht verwendet)



Winter macht sich der Einfluss von Frost und Vereisungen bemerkbar. Der Gebirgsverband wird dadurch zerrüttet und der Ausbau destabilisiert. Das betrifft vor allem die Stollenmundlöcher, zum Beispiel das der Richtschachtstrecke, aber auch die Zugänge zu Schächten, wie der von der oberen Etage der Erzaufbereitung (Wagenumlauf) zum Rammelsbergschacht.

Die grundlegende Eigenschaft von Grubenhohlräumen, in stetiger Veränderung zu sein, erfordert einen besonderen Umgang mit ihnen. Dazu gehört vor allem die Berücksichtigung der momentanen Standsicherheit des umgebenden Gebirges und der Ausbauelemente. Wesentlich ist dabei die Beachtung des Zeitfaktors. Ein Aufchieben einer stabilisierenden Maßnahme kann den weitgehenden Zusammenbruch des betreffenden Grubenhohlraums und seiner Umgebung nach sich ziehen und eine Wiederöffnung endgültig verhindern.

Brüche der Firste, Verringerungen der lichten Durchgangswerten, Hebungen, Senkungen und seitliche Verdrückungen, Risse im Gebirge, gelöste Gesteinsplatten und Haufwerksstücke auf der Sohle und in den Drahtgeflechtmatten des Ausbaus sind deutliche Indikatoren für die Gebirgsbeschaffenheit. Naturgemäß werden bei der Einschätzung der erfassten Grubenhohlräume die Möglichkeiten zum Offenhalten und zu gefahrlosen Befahrungen im Mittelpunkt aller Betrachtungen stehen.

Hinsichtlich des Ausbaus muss die Erfassung die Besonderheiten des ver-

wendeten Ausbaumaterials berücksichtigen. Das betrifft

- bei Holzausbau Brüche und Verrottungszustand von Stempeln und Kappen,
- bei Stahlausbau Brüche, Deformationen und Verrostung von Stempeln und Kappen,
- bei Mauerwerks- und Betonausbau die Verwitterung und (wenn vorhanden) den Zustand der Bewehrung und
- bei Anker Ausbau den festen Sitz der Anker und Ankerplatten und den Zustand zusätzlicher Bauelemente, wie Stahlträger und Drahtgeflechtmatten.

Gerade bei der Bewertung des Ausbaus und des diesbezüglichen Handlungsbedarfs zeigt sich, dass hier der sonst übliche denkmalpflegerische Ansatz relativiert werden sollte. Es darf nicht ausschließlich auf den Erhalt der originalen Denkmalsubstanz geachtet werden. Soll beispielsweise eine mit Holztirstöcken (Stempeln und Kappen) ausgebaute Strecke offen gehalten werden, obwohl das Holz verfault ist und das Gebirge herein zu brechen droht, dann muss neu ausgebaut werden. Das verfaulte Holz kann nicht an Ort und Stelle ertüchtigt werden, bis es wieder seine ursprüngliche Funktion erfüllt. Das ist weder in der zur Verfügung stehenden Zeit noch mit den vorhandenen Mitteln möglich. Es müssen neue Ausbauelemente eingebaut werden, entweder zusätzlich zu den verfaulten Tirstöcken oder als Ersatz.

Dazu kommt, dass die Sicherheit unserer Grubenanlagen aktuell anders bewertet wird, als zur ursprünglichen Bauzeit. Auch dadurch können Veränderungen notwendig werden. Beispielsweise sind heute bei bergbaulichen Personenaufzügen keine Bandbremsen mehr zulässig, wie es beim originalen Haspel vom Schrägaufzug unserer Erzaufbereitung der Fall war. In Fällen dieser Art müssen der Ist-Zustand und die Vorschriften- beziehungsweise die Gesetzeslage erfasst werden, damit darauf aufbauend und in Abstimmung mit der Denkmalpflegebehörde Entscheidungen getroffen werden können, wie vorzugehen ist.

Nicht zuletzt wird heute die Einhaltung von bestimmten Standards gefordert, wenn sich Besucher in Denkmälern aufhalten sollen. Dazu gehören zum Beispiel Fluchtwege und Fluchtwegbeschilderungen, behindertengerechte Zugänge, Rutsch- und Absturzsicherungen, Geländer, trittsichere Stufen, stationäre Beleuchtungen, hygienische Toiletten und vieles andere mehr. Dazu kommen werden zukünftig neue, heute noch nicht planbare Standards.

Zusammenfassend ist für die Erfassung der Rammelsberger Grubenhohlräume einzuschätzen, dass in bestimmter Hinsicht und in begründeten Einzelfällen vom denkmalpflegerischen Ewigkeitsansatz abgegangen werden sollte. Allerdings sind jegliche Veränderungen nur nach sorgfältiger Abwägung aller Umstände, nach intensiver Abstimmung mit der Denkmalpflegebehörde und nur bei bestimmten Details zuzulassen, was aber nicht Bestandteil

des hier skizzierten Erfassungsprojekts ist, sondern anschließenden Planungen unseres Museums vorbehalten bleibt.

Voraussichtlich wird das beschriebene Erfassungsprojekt erst nach mehreren Jahren zu einem Abschluss kommen. Aber auch danach ist damit zu rechnen, dass der Erfassungsstand regelmäßig aktualisiert werden muss. Einerseits unterlagen die dann erfassten Bereiche bereits wieder einer zwischenzeitlichen Veränderung. Andererseits ist es möglich, dass bis dahin neue Gesetze, Vorschriften und Normen zu berücksichtigen sind oder unbekannte Grubenbereiche wiederentdeckt werden.

Dabei stellt sich die Frage, was in dieser Hinsicht noch zu erwarten ist und wie diese in Vergessenheit geratenen Grubenhohlräume ausgesehen haben mögen.

2 Mittelalterliche Grubenhohlräume

Ausgerechnet über den Grubenteil des Rammelsbergs, der seit den 1990er Jahren abgesoffen ist und damit nicht mehr für eine museale Nutzung zur Verfügung steht, liegt die ausführlichste betriebliche und bergamtliche Dokumentation vor, denn das ist der Teil, der erst mit Hilfe modernerer Pumpen trocken gelegt und für den Erzbau zugänglich gemacht wurde. Diese modernere Zeit ist auch diejenige, in der mehr aufgezeichnet wurde, als fünfhundert bis eintausend Jahre zuvor.

In vielen anderen Bergbaurevieren Europas sind Relikte aus der Früh-

zeit des Bergbaus erhalten geblieben. Einige davon sollen hier vorgestellt werden. Hat man diese Schurfe, Pingen und Grubenhohlräume vor Augen, dann drängen sich Vergleiche zum mittelalterlichen Rammelsberg auf. Bestimmt handelte es sich auch hier anfangs nur um flache Gruben an der Tagesoberfläche.

Erst später, als sich die Rammelsberger Bergleute in tiefere Bereiche vorwagten, änderte sich das. Dort wurde der Wasserzulauf relativ groß. Am Ende des Mittelalters und zu Beginn der Frühen Neuzeit war es offensichtlich schon möglich, trotzdem diese Abbauhohlräume trocken zu halten. Dieser obere Grubenbereich ist heute allerdings bis auf einige, auch in neueste Zeit weiter benutzten Stollen und Schächte und die archäologischen Untersuchungen am Ausbissbereich (vgl. Kap. 2.7) weitgehend in Vergessenheit geraten.

Gleichlaufend mit dem Vordringen nach der Teufe (s. Abb. 2.a) und der Verbesserung der Wasserhaltungstech-

nik entwickelte sich die Bergbauverwaltung und damit die Menge und Qualität schriftlicher Hinterlassenschaften.

Die richterlichen Entscheidungen über Streitigkeiten wurden als Präzedenzfälle niedergeschrieben. Daraus entstanden die Goslarer Bergordnungen (heute noch bekannt ist eine aus dem Jahre 1271 und eine zweite aus dem Jahr 1360) und damit indirekt die ersten Grubenbeschreibungen. Das Bild, das sich daraus konstruieren lässt, ist allerdings recht unscharf. Erst nach dem Dreißigjährigen Krieg wurde die Dokumentation ausführlicher, aber das liegt schon weit nach dem hier behandelten Zeitraum.

Bis zum 17. Jahrhundert wurde überhaupt nur sehr selten etwas über den Rammelsberger Bergbau schriftlich festgehalten und wenn, dann fast nur in Form von Urkunden oder Gesetzsammlungen. Eine Ausnahme bildet ein im Goslarer Stadtarchiv erhalten gebliebener recht umfangreicher Bestand an Briefen aus dem 15. Jahr-

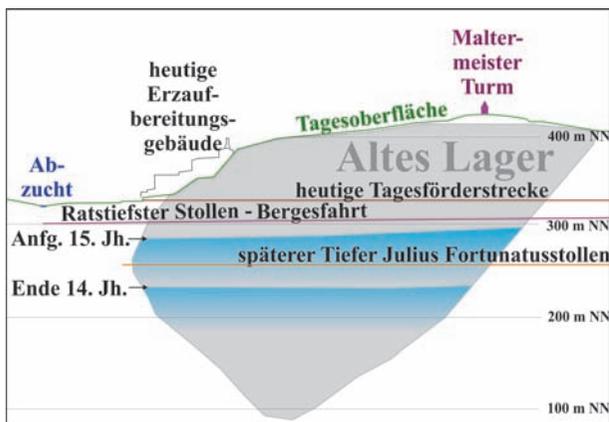


Abb. 2.a: Grubenwasserstände im 14.-16. Jahrhundert und zugehörige Stollen

hundert. Darin verhandelt die Stadt Goslar mit verschiedenen Partnern, die sich für den Bergbau engagierten.

Dieser Aktenbestand wurde noch nicht wissenschaftlich ausgewertet. Lediglich Erdwin von der Hardt scheint darin gelesen zu haben. 1713 hat er das

in seinen „Antiquitates der Stadt Goslar“ niedergeschrieben. Daraus wurde zwar später immer wieder zitiert, aber ohne auf die Primärquellen zurück zu gehen.

Diese Briefe sind, wie auch die bereits erwähnten Goslarer Bergordnungen, in

Originale Formulierung in Mittelhochdeutsch	Versuch einer Deutung in heutigem Neuhochdeutsch	Bemerkungen
wente dritteyn grouen scal en berch to rechte hebbēn	Bei abzubauenen Lagerstätten, die auf 13 Grubeneigentümer aufgeteilt sind	Verleihung von Bergwerkseigentum* bei länglichsteilstehenden Erzlagerstätten in Streichrichtung in 13 Teile geteilt (vgl. Kap. 2.2)
dat het twelf grouen vnn en vuntgroue.	und zwar in 12 Gruben und eine Fundgrube	nach später üblicher Bezeichnung zentral die sogenannte Fundgrube, und in beide Richtungen jeweils 6 Maaßen („Obere“ und „Untere Maaßen“ (s. Abb. 2.6.4)
unn twisschen iowelker grouen dritteyn vote	und zwischen benachbarten Gruben jeweils dreizehn Fuß Erz stehen gelassen wird	ein Sicherheits- bzw. Grenzpfiler(-streifen) von ca. 4 m
van dem enen vote vif vote in de wide	von dem einen Fuß fünf Fuß in der Weite	das bedarf noch der Erklärung
vnn seuene in de lēnge	und sieben in der Länge	das bedarf noch der Erklärung
der vote scal en sin geschoyt de andere baruod	dann gilt als Längenmaß der Mittelwert zwischen der Länge eines Schuhs und der Barfuß-Länge eines Fußes	Beim Fuß-für-Fuß „Abschreiten“ soll ein Fuß des Vermessers beschuht und der andere ohne Schuh sein. Wohl Kompromiss nach vorher ausgetragenem Streit, ob die Längeneinheit 1 Fuß definiert ist als die Länge eines Schuhs oder die Barfuß-Länge.

*Es mag merkwürdig erscheinen, dass in diesem Zusammenhang auch heute noch der Begriff Grubeneigentum verwendet wird, obwohl es sich doch eigentlich nur um einen Besitz handelte, denn das Eigentum blieb ja immer in der Verfügungsgewalt der obersten Autorität, zum Beispiel des Kaisers, Königs oder Landesherren. Im Bergbau ist das aber bis heute so üblich. Deshalb soll es auch hier so gehandhabt werden.

einer heute nahezu unverständlichen Sprache verfasst, in einer regionalen Form des Mittelhochdeutschen. Diese Sprache wird heute nicht mehr gesprochen und unterscheidet sich deutlich vom heute gebräuchlichen Neuhochdeutschen. Als Beispiel sei hier ein Passus aus der Goslarer Bergordnung wiedergegeben (mit Dank an Herrn Dr. Bartels, der den betreffenden Hinweis auf diesen interessanten Textabschnitt gegeben hat), siehe Tab. auf Seite 13.

Auch wenn aus der Zeit nach dem Dreißigjährigen Krieg eine größere Zahl von Bergamtsakten in den Archiven zu finden ist und ihre zeitliche Dichte und Detailliertheit dann im Laufe der Jahrzehnte immer mehr zunimmt, wurde schon damals fast nichts über die zu dieser Zeit bereits abgeworfenen mittelalterlichen Grubenhohlräume dokumentiert. Nur die

noch betriebenen Bauwerke, zum Beispiel einige der durch diesen Bereich führenden Schächten und Stollen (s. Abb. 2.b) treten in den Akten auf. Sogar im 19. und 20. Jahrhundert, als die Beschreibungen der Rammelsberger Grubenhohlräume sehr ausführlich wurden, blieben die aus dem Mittelalter stammenden Erzabbauhohlräume kaum beachtet.

Es blieb aber nicht dabei, dass das Wissen über diese Gruben in Vergessenheit geriet. Sie wurden im 19. und 20. Jahrhundert gezielt verschlossen und unzugänglich gemacht, soweit sie nicht schon selbständig verbrochen waren. Das lag einerseits daran, dass in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts die Sicherheitsstandards größer wurden und deshalb alle funktionslos gewordenen offenen Tagesschächte verfüllt werden mussten. Andererseits

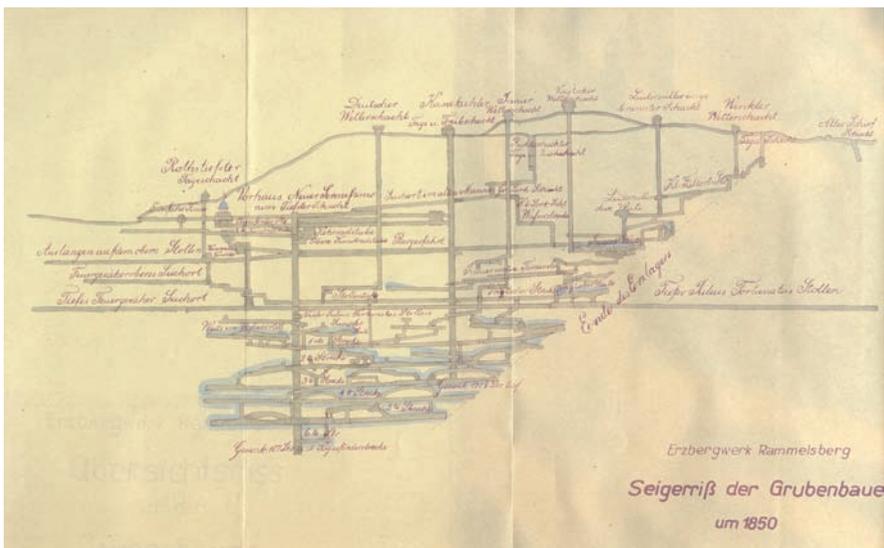


Abb. 2.b: Altes Lager mit Schächten, Stollen und Strecken, die noch im 19. Jahrhundert genutzt wurden. /KRA 1951/

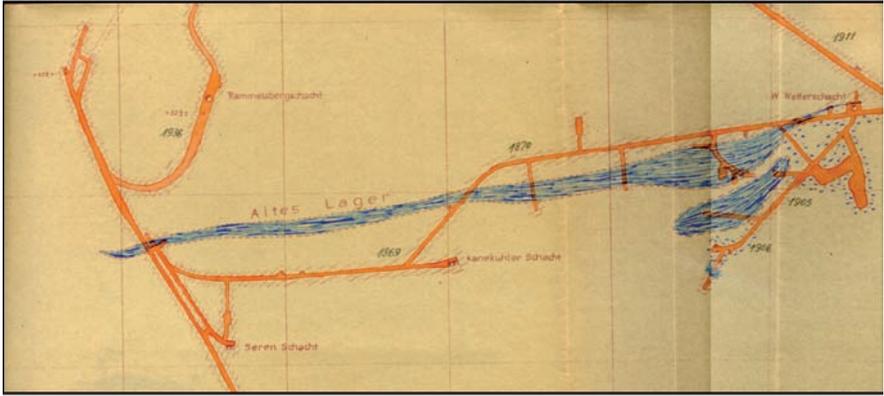


Abb. 2.c: Alte Tagesförderstrecke und Altes Lager. /KRA 1951/

lag es an der Optimierung der Wetterführung.

In diesem Zusammenhang wurden die horizontalen Zugänge, die von anderen Grubenbereichen in diesen Altbergbaubereich führten (s. Abb. 2.c und d), durch Mauern oder Dämme abgedichtet. Dadurch sollte verhindert werden, dass frische Wetter durch den Altbergbaubereich strömen und damit verbraucht werden, ehe sie vor Ort ankommen. Sie wurden möglichst direkt zu den gerade betriebe-

nen Abbaupunkten geführt. Außerdem sollten keine belasteten Wetter aus dem Altbergbaubereich in den aktiven Bergbaubereich gelangen. Die Wetterführung des laufenden Grubenbetriebs wäre sonst unnötig aufwendig und teuer geworden.

In den letzten Jahrzehnten des aktiven Betriebs des Erzbergwerks kam ein weiterer Grund hinzu, den Altbergbau wettertechnisch abzuriegeln. In den alten Grubenhohlräumen, in denen sich noch Reste von Erz befinden, kommt

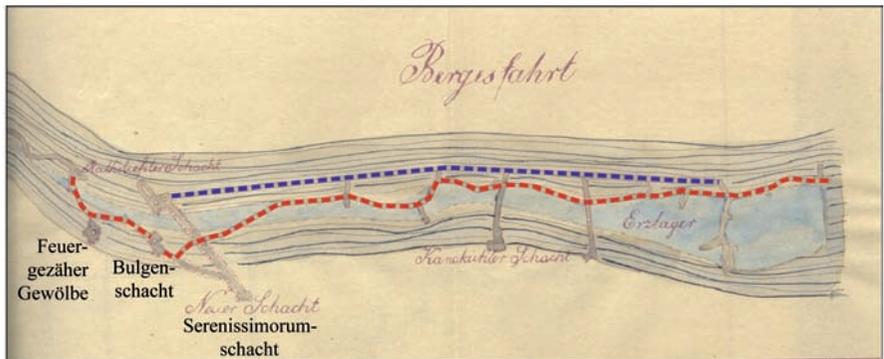


Abb. 2.d: Bergesfahrt und Altes Lager. /AHR 1853/

es in Verbindung mit (Luft-) Sauerstoff und Wasser zur Bildung von Sauerwasser. Tritt es nach über Tage aus, zum Beispiel durch Stollen, dann muss es aus Umweltschutzgründen neutralisiert werden.

Es gibt aber eine Ausnahme von der sonst typischen Ausklammerung von Angaben über die mittelalterlichen Grubenbereiche. Sie betrifft den Teil des Altbergbaubereichs, in dem noch einmal in den 1950er bis 1970er Jahren ein Nachlesebergbau umging. Er hatte vor allem Zinkerze zum Ziel, die erst in den 1930er Jahren durch neu eingeführte Verhüttungsverfahren wirtschaftlich nutzbar wurden. Bis dahin

waren sie unter Tage stehen gelassen worden.

Dazu kam die Entwicklung eines neuen, sichereren Abbaufahrens, des Querbau mit Magerbetonversatz. Nun war es möglich, auch die Erze zu gewinnen, die selbst im 16. Jahrhundert als nicht erreichbar gegolten hatten. Das waren Erzrippen und größere Erzstücke in den verbrochenen Bereichen, aber auch Sicherheitsfesten, deren Abbau zuvor unweigerlich zu großen Zusammenbrüchen geführt hätte (s. Abb. 2.e). Viele alte Gruben, in denen der Betrieb seit dem Mittelalter geruht hatte, rückten nun wieder in den Blickpunkt. /EIC 2009/

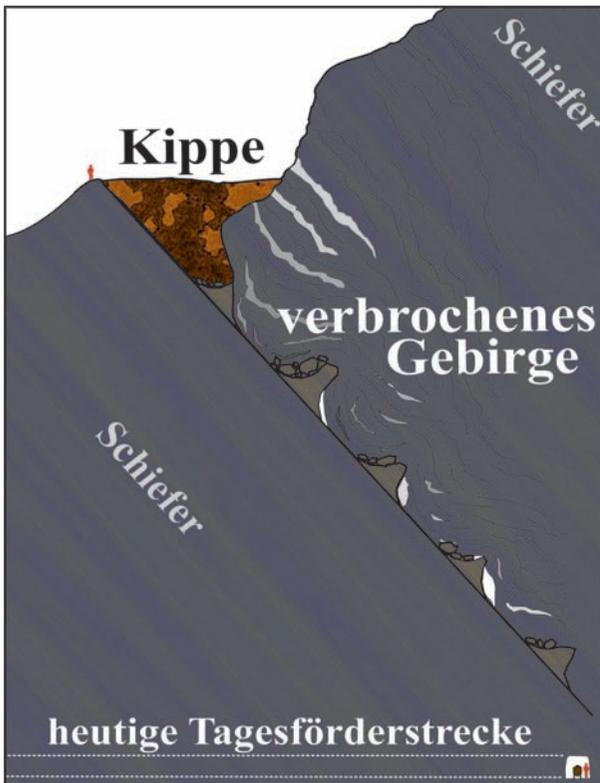


Abb. 2.e: Erzrippen und Erzstücke im verbrochenen Bereich ehemaliger Weiten

Die alten Grubennamen waren nun endgültig nicht mehr zeitgemäß und wurden abgeschafft, zumal ohnehin alle ehemaligen Einzelgruben zu einem großen Grubengebäude vereinigt worden waren. Die gesamte Grube wurde in sechs Reviere eingeteilt. Die Ortsbezeichnungen erfolgte nur noch nach dem bereits im 19. Jahrhundert für den Rammelsberg entworfenen einheitlichen Koordinatensystem*. Waren konkretere Ortsangaben notwendig, dann wurden die betreffende Sohle und die Ordinate angegeben. Im Revier 1, das die alten Abbaubereiche umfasste, hielten sich manche der alten Grubennamen allerdings im täglichen Sprachgebrauch der Bergleute noch bis zum Betriebsende.

***Der Koordinatenursprung befindet sich etwas südlich vom Gipfel des Herzbergs auf den Höhenrücken zwischen Gosetal und Wintertal. Das Achsenetz ist 30° nach links geschwenkt. Damit verlief die x-Achse (Ordinaten) entlang des Streichens der Lagerstätte, was für die zeichnerische Darstellung Vorteile hat. Dieses Koordinatensystem findet noch heute im Rammelsberg Verwendung**

Der Nachlesebergbau konzentrierte sich besonders auf den Bereich des Alten Lagers, der unter der Bergesfahrt liegt, und nicht auf den Bereich darüber. Einen Schwerpunkt bildete das Hangende Trum, denn dort waren die ursprüngliche Lagerstättenmächtigkeit und die stehen gebliebenen Erzreserven bedeutend größer als oberhalb. Als Hangendes Trum wurde ein Lagerstättenteil bezeichnet, der deutlich flacher einfiel, als das eigentliche Alte Lager („Liegendes Trum“, s. Abb. 2.f). Das hatte im Mittelalter zu geomechanischen Problemen geführt. Weiten mit großen Firstspannweiten drohten zusammenzubrechen. Deshalb sind dort im Mittelalter und in der Frühen Neuzeit besonders viele Sicherheitsfesten stehen gelassen worden, die zum Teil hochwertiges Erz enthielten und nun wieder ein Ziel für die Erzgewinnung wurden. Dieser Bereich ist heute bis auf einen kleinen Teil im Osten des Alten Lagers (s. Abb. 2.g und h) vollständig abgesoffen.

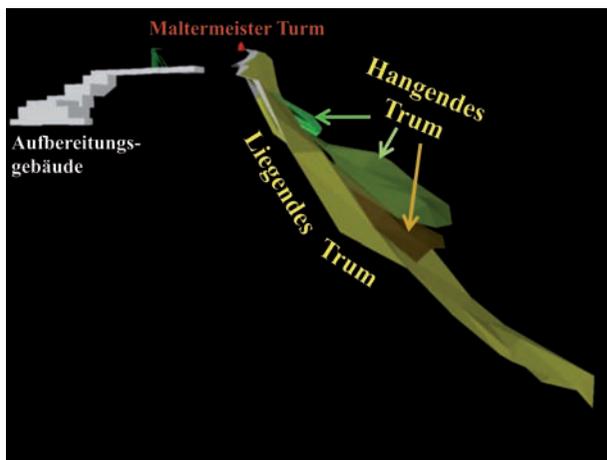


Abb. 2.f: Hangendes Trum und Liegendes Trum.

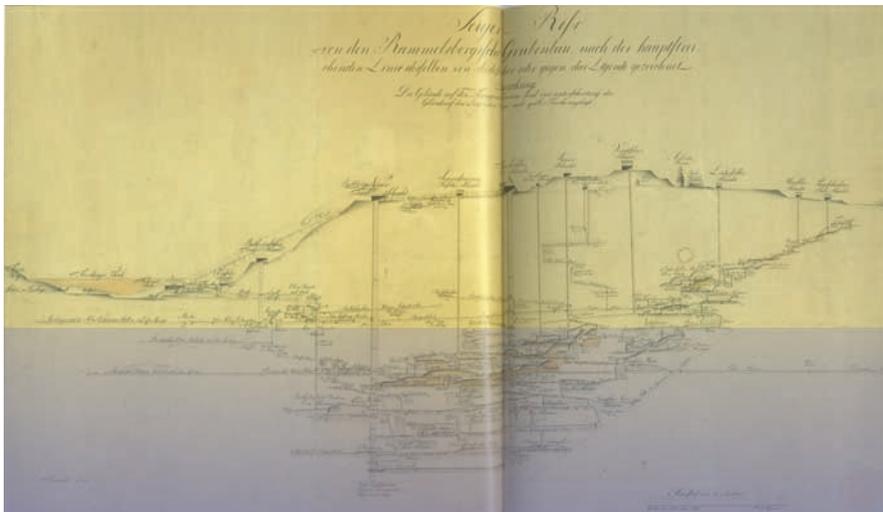
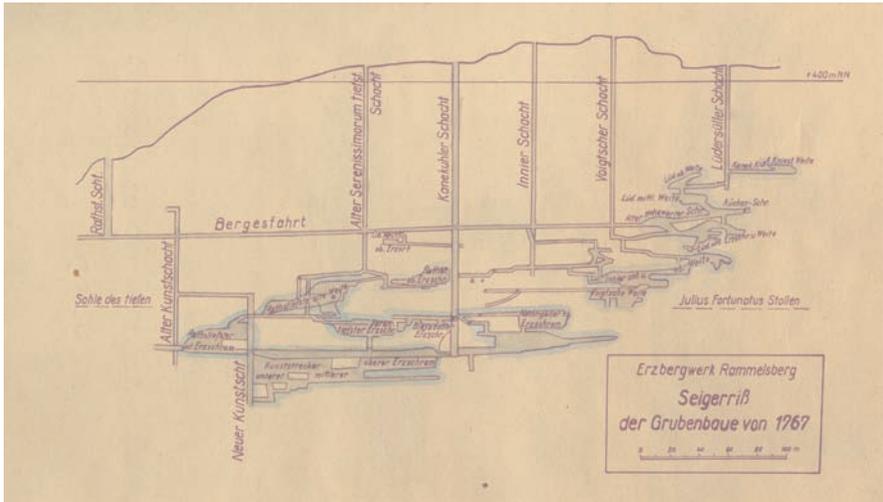


Abb. 2.g und h: Im östlichen Alten Lager bis über die Bergesfahrt hinauf reichende Gruben. Kraume, 1951 (oben) und Spörer, 1795 (unten mit Verdeutlichung des heutigen Grundwasserspiegelniveaus durch den Verfasser)

Für den Bereich oberhalb des Rattstiefsten Stollens beziehungsweise der Bergesfahrt, in dem im 20. Jahrhundert fast kein Nachlesebergbau umging, gibt es dementsprechend in den Akten und im Risswerk nur schemenhafte Andeutungen.

2.1 Geologie und Geländesituation

Die Rammelsberger Erzlagerstätte bestand im Wesentlichen aus dem Alten und dem Neuen Erzlager, zwei schräg im Gebirge stehenden flachen

Abb. 2.1.a: Ehemaliger Ausbiss des Alten Lagers, Luftbild von einem Punkt über dem Herzberg aufgenommen



Scheiben von jeweils ungefähr fünfhundert Metern Durchmesser. Das Alte Lager hatte eine Mächtigkeit von in der Regel fünf bis zehn Metern. Es trat am Nordwesthang des Rammelsbergs zutage und wurde deshalb schon frühzeitig entdeckt, wohingegen das Neue Lager, das nicht nach übertage ausgeht, erst 1859 gefunden wurde.

Die genaue Lage des Ausbisses vom Alten Lager lässt sich heute nicht mehr exakt ermitteln. Vermutlich lag sein südwestliches Ende etwa zwischen dem heutigen Harzklubhaus (ehemaliges Anfahrhaus, +335 mNN) und dem Rammelsbergschacht. Sein nordöstliches Ende wird sich dort befinden haben, wo heute die Straße hinter dem Maltermeister Turm verläuft, wahrscheinlich etwas östlich vom Turm auf +410 mNN.

Das Alte Lager war zu Zeiten seiner Bildung (vor ungefähr 380 Millionen Jahren) deutlich größer, als es die Bergleute vor ein bis zwei Jahrtausenden vorfanden, denn der betreffende

Gebirgsbereich wurde zwischenzeitlich gehoben, schräg gestellt und zum Teil durch Verwitterung abgetragen. Heute lässt sich nicht mehr ermitteln, wie groß es ursprünglich war. Jedenfalls bedingte dieses Abtragen des oberen Lagerteils, dass das Alte Lager als breiter Streifen zutage trat (s. Abb. 2.1.a und b).

Die Erze des Alten Lagers widerstanden der Verwitterung besser, als der umgebende Schiefer. Sie bildeten deshalb eine Rippe, die aus ihrer Umgebung hervorstand. Sie hatte eine Breite von ungefähr sieben bis fünfzehn Metern und eine Länge von ungefähr fünfhundert Metern. Dieser Erzstreifen wird aufgefallen sein, denn aufgrund seiner schwefeligen Bestandteile konnten dort kaum Bäume und Sträucher wachsen.

Der obere Bereich des Alten Lagers wird verwittert gewesen sein. Das Rammelsberger Erz ist zwar widerstandsfähiger gegen Verwitterung, als der umgebende Wissenbacher Schie-



Abb. 2.1.b: Ehemaliger Ausbiss des Alten Lagers, Luftbild von einem Punkt über dem Rammelsberg aufgenommen

fer, aber auch nicht dauerhaft. Seine pyritischen Bestandteile zersetzen sich, sobald sie längere Zeit mit Luft und Regenwasser in Verbindung kommen, und bilden dabei schwefelige Säure (H_2SO_3). Die karbonatischen Bestandteile im Erz, die ohnehin nicht langfristig gegen Regenwasser resistent sind, können dadurch noch besser gelöst werden. Schließlich werden unter dem Einfluss der Säure auch die Erze angegriffen. Das kann unter Umständen sogar soweit geführt haben, dass elementares Zementkupfer entstand, das das Interesse der Bergleute erregt haben dürfte. Diese Zementkupfervorkommen waren bestimmt spektakulär aber nur relativ klein, so dass sie vermutlich nicht mehrere Jahrhunderte

als Grundlage für einen regelmäßigen Bergbau genutzt werden konnten.

Für den Oberharzer Silberbergbau und die dort abgebauten Erzgänge sind oberflächennahe Zementationszonen bekannt, in denen sich Silber hatte anreichern können. Sie waren deshalb für den ursprünglichen Bergbau von sehr großem Interesse. Auch im Bergbaurevier Rio Tinto (Spanien) gab es eine ausgedehnte Zementationszone. Darin kam fein verteilt Gold vor, das schon in der Antike Ziel eines ausgedehnten Bergbaus gewesen war. In der älteren Literatur wird immer wieder vermutet, dass es vielleicht auch am Rammelsberg in den tagesnahen Bereichen des Alten Lagers eine Zementa-

tionszone mit erhöhten Kupfer- und Edelmetallgehalten gegeben haben könnte. Dafür gibt es jedoch keine objektiven Hinweise. /SPE 1990/

Unterhalb der Verwitterungszone bestand das Alte Lager vor allem aus sulfatischen und sulfidischen Metallverbindungen. Zu den sulfatischen zählt fast ausschließlich Schwerspat (Baryt, Bariumsulfat, $BaSO_4$) und zu den sulfidischen vor allem

- Schwefelkies (Pyrit, Eisensulfid, FeS_2),
- Zinkblende (Sphalerit, Zinksulfid, ZnS),
- Bleiglanz (Galenit, Bleisulfid, PbS),
- Kupferkies (Chalkopyrit, Kupfer-Eisensulfid, $CuFeS_2$) und
- andere Kupfer-Schwefelverbindungen (s. Abb. 2.1.c).

Alle Erze, die nahezu vollständig aus Zinkblende, Pyrit oder Schwerspat bestanden, waren im Mittelalter noch nicht verwertbar. Verhütten ließen sich anfangs nur die reicheren kupfer- und

bleihaltigen Erzpartien. Kupfer- und Bleierz wurde abgeröstet (entschwefelt) und anschließend in getrennten Verfahrensschritten zu metallischem Kupfer und Blei reduziert. Kupfer war wesentlich wertvoller als Blei und wird deshalb im Vordergrund des Interesses gestanden haben. Das aus Rammelsberger Erz hergestellte Blei wird ebenfalls ein verkaufsfähiges Produkt gewesen sein. Überdies enthielt es erhebliche Mengen Silber. Das Hüttenverfahren zur Extraktion des Silbers aus dem Blei war schon in der Antike bekannt.

Moderne Analysen ergaben für alle Erzsorten des Rammelsbergs zusammen genommen durchschnittliche Silbergehalte von ungefähr 100g pro Tonne Erz. Wurden speziell die bleireichen Erze verhüttet, und das ist für den mittelalterlichen Bergbau am Rammelsberg sehr wahrscheinlich, dann werden die Silbergehalte deutlich höher gewesen sein. Sowohl der Kupfer-, als auch der Blei- und Silbergehalt ermöglichten im Mittelalter einen lukrativen Gruben-

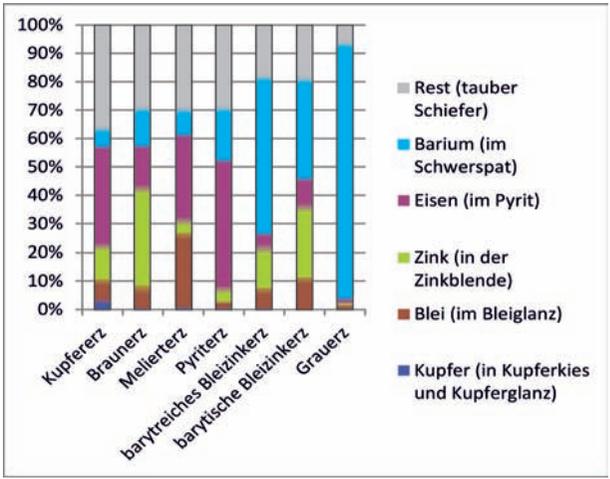


Abb. 2.1.c: Diagramm Erzsorten und Metallgehalte /SPE 1990/

und Hüttenbetrieb. /KRA 1990/, /KUN 1894/, /MEH 1993/, /ROS 1968/

Heute ist weder bekannt, wie mächtig das Erz in den oberen hundert Metern des Alten Lagers ursprünglich war, noch wie dort die Erzsorten verteilt waren. Es gibt jedoch später angefertigte geologische Aufnahmen vom Bereich unterhalb der Tagesförderstrecke. Von ihnen ausgehend lässt sich vermuten, dass die Mächtigkeit des Alten Lagers im oberen Bereich bankrecht fünf bis zehn Meter betrug und dass die Erzsorten in ähnlicher Weise verteilt waren, wie unterhalb der Tagesförderstrecke. Das Alte Lager bestand aus unterschiedlichen Erzsorten. Die Gehalte der darin enthaltenen Mineralien beziehungsweise Metalle schwankten erheblich.

Kupfererze waren im gesamten Lager unregelmäßig verteilt und erreichten zum Teil Konzentrationen, die einen selektiven Abbau lohnenswert machten. Im nordöstlichen Bereich war das Alte Lager pyritreicher und im südwestlichen Bereich schwerspatreicher. Wahrscheinlich wurde im Mittelalter überhaupt kein schwerspatreiches Erz angetroffen. Das war vorteilhaft für die damalige Verhüttung, denn Schwerspat verkompliziert den auf Kupfer, Blei und Silber orientierten Verhüttungsprozess.

Erze, die vorrangig Kupferminerale enthalten, wurden in der Neuzeit im unteren Alten Lager im Wesentlichen nur an wenigen Stellen angetroffen. Sie befanden sich vor allem im hangenden Lagerbereich. Vermutlich bestand der

im Mittelalter abgebaute obere Teil des Alten Lagers ebenfalls nur zum geringen Teil aus kupferhaltigen Erzen und wahrscheinlich waren sie auch nur an wenigen Stellen konzentriert. Dort wurden die Gruben angesetzt. Aber die oberflächennahen Kupfererze werden wahrscheinlich schnell aufgebraucht gewesen sein. Deshalb ist davon auszugehen, dass der Erzabbau bereits zu einem frühen Zeitpunkt an mehreren Punkten den kupferreicheren Erzen folgend in einen untertägigen Abbau übergegangen ist.

In den Archiven sind Angaben über die Qualitäten der abgebauten Erze erst für die Zeit ab dem 17. Jahrhundert zu finden. Demzufolge förderten die Rammelsberger Gruben im 17. Jahrhundert vornehmlich Bleierze, die einen geringen Anteil Silber enthielten. Daneben wurden Kupfererze gefördert, was in den Akten zum Teil getrennt aufgeführt ist. /BAC 132/

Das Bergamtsprotokoll vom 24.02.1677 berichtet von einer Erzprobe von vier Zentnern aus der Kunststrecke, die 2 Loth (ca. 142 g/t) Silber und 39 Pfund (ca. 8,86 %) Blei enthalten habe. /BAC 703/

Cancrinus schrieb 1767, das die Rammelsberger Bleierze *durch die Bank* 20 bis 30 Pfund pro Zentner (ca. 18,2 bis 27,3 %) Blei und 1/2 Loth pro Zentner (ca. 142 g/t) Silber, die Rammelsberger Kupfererze dagegen 20 bis 25 Pfund pro Zentner (ca. 18,2 bis 22,7 %) Garkupfer und 1/4 bis 1/2 Loth pro Zentner (ca. 71 bis 142 g/t) Silber enthalten /CAN 1767/.

Freiesleben ergänzt 1795, dass das Rammelsberger Kupfererz, das immer mit Schwefelkies vermengt sei, sechs Pfund Blei pro Zentner (ca. 5,45 %) hält. /FRE 1795/

Calvör gibt undifferenziert acht Pfund Blei pro Zentner Erz an (ca. 7,27 %). /CAL 1763/

Das Bergamtsprotokoll vom 27. und 28.07.1630 vermerkt nur für folgende Gruben Kupfererzanteile im geförderten Haufwerk:

- Rettich: nicht viel Kupfererz
- Serenissimum Tiefste: Bleierze, ein wenig Kupfererz *wird ausgehalten*
- Bleyzeche: *etwas feines* Kupfererz
- Nachtigal: *Brüche* verhindern Zugang zum Kupfererz
- Hohe Warte: Bleierz, etwas Kupfererz
- Lüdersüll: Bleierz
- Siehdichum: Bleierz mit *etlichem* Kupfererz

Das Bergamtsprotokoll vom 24.10.1671 enthält für die folgende Gruben Kupfererzanteile im geförderten Haufwerk (umgerechnet in Prozent):

- Bleyzeche 7,14 % bis 17,86 %,
- Inny 50,00 % bis 66,67 %,
- Hohe Warte 42,86 % bis 50,00 %,
- Lüdersüll 28,57 %.

Im Bergamtsprotokoll vom 20.03.1676 ist erwähnt, dass in der Grube Inny Kupfererze gefunden worden seien, in der Grube Hohe Warte

Kupfererze anstehen würden und der Kupferkniest der Grube Siehdichum so gut wäre, dass er nicht geklopft, das heißt vom tauben Gestein getrennt zu werden brauche.

In der Grube Schlange standen, wie das Bergamtsprotokoll vom 25.01.1709 vermerkt, oft geringhaltige Erze an. Das Bergamt Goslar ermahnte den Steiger, eher die Förderung zu drosseln, dafür aber nur gute Erze zu fördern /BAC 129/.

Das Bergamtsprotokoll vom 12.03.1694 vermerkt für folgende Gruben Kupfererzanteile im geförderten Haufwerk:

- Herzog Julius: gute Bleierze, aber kein Kupfererz
- Rathstiefste: kein Kupfererz, alles Bleierz
- Serenissimum Tiefste: wenig Kupfererz und guter Kniest
- Schlange: 1/12 sind Kupfererz
- Breidling: *ziemliche* Kupfererze darunter
- Kanekuhle: wenig Kupfererz
- Bleyzeche: 1/18 sind Kupfererz
- Nachtigal: kein Mangel an Bleierz, Suche nach Kupfererz
- Inny: kein Kupfererz mehr, früher reichlich
- Hohe Warte: nur Bleierz, etwas *gemeine* Kupfererze darunter
- Lüdersüll: schichtweise Kupfererze unter den geförderten Erzen /EIC 1998/

Für die Form, Größe und Anordnung der Grubenhohlräume waren aber auch die geomechanischen Eigenschaften

des Rammelsberger Erzes und seines Nebengesteins von großer Wichtigkeit. Vor allem musste beachtet werden, dass der über und unter dem Erzlager liegende Wissenbacher Schiefer nur eine begrenzte Belastbarkeit hat. Die Firstspannweiten durften deshalb, wenn die Firste im Schiefer lag, nicht allzu groß gebaut werden, sonst brach er herein. Seine Zug- und Druckfestigkeit sind wesentlich geringer als beispielsweise die von Grauwacke oder Gneis, die in anderen vergleichbaren Gruben des Oberharzes beziehungsweise Erzgebirges typische Nebengesteine waren.

Eine weitere Besonderheit des Wissenbacher Schiefers ist seine Eigenschaft, innerhalb weniger Jahre entlang seiner Schieferungsflächen aufzublättern, wenn er der Witterung ausgesetzt wird. Das Verwitterungsprodukt ist ein Lockergestein, zusammengesetzt aus kleinen flachen Plättchen und tonig-schluffigen Bestandteilen. Es bildet in Böschungen einen relativ flachen natürlichen Schüttungswinkel. Er durfte nicht unterschritten werden, wenn das Material nicht nachrutschen sollte.

Das Erz ist demgegenüber fast gar nicht geschiefert beziehungsweise kaum geschichtet und im Unterschied zum Wissenbacher Schiefer recht standfest. Hohe senkrechte Erzwände und sogar Überhänge konnten durchaus viele Jahre standsicher bleiben, auch wenn sie der Witterung ausgesetzt waren. Die Verwitterung verursachte beim Erz zwar die bereits beschriebene Oberflächenerosion. Sie lief aber wesentlich langsamer ab als beim Schiefer, und führte auch nicht zum Aufblättern.

Hinsichtlich der Böschungsstandsicherheit verdient der Übergang vom Erz zum liegenden Schiefer eine besondere Beachtung. Er ist als deutliche Schichtfläche ausgebildet. Sie durfte im Tagebau nicht unterschritten werden, wenn die Liegendböschung stabil bleiben sollte.

2.2 Rahmenbedingungen und Grubeneinteilung

Wenn auch die Archivquellen kaum Hinweise auf den mittelalterlichen Rammelsberger Bergbau geben, so gibt es doch einige Anhaltspunkte, mit deren Hilfe ein Bild vom Rammelsberger Bergbau jener Zeit bis zum Ende des Mittelalters entworfen werden kann. Zum einen kann versucht werden, die damaligen Rahmenbedingungen zu rekonstruieren. Zusammen mit den bereits beschriebenen Lagerstättenverhältnissen gehören dazu sowohl die politische, als auch die juristische und die wirtschaftliche Situation, die im Mittelalter den Rammelsberger Bergbau prägte. Zum anderen können die spärlichen Anhaltspunkte zusammen getragen werden, die in den zeitgenössischen und späteren Aufzeichnungen über den oberen Grubenbereich enthalten sind.

Grundsätzlich wird auch damals die Wirtschaftlichkeit des Grubenbetriebs darüber entschieden haben, ob das Erz im Tagebau oder untertage abgebaut wurde. Erze, die in der Nähe der Tagesoberfläche lagen, waren kostengünstiger im Tagebau zu gewinnen, als in einer untertägigen Grube. Bei größerer Teufe kehrte sich das Verhältnis um.

Dann musste im Tagebau zu viel tauber Schiefer abgeräumt werden oder die Böschungsstabilität ließ sich nicht mehr gewährleisten. Weitere Nachteile der Tagebaue waren, dass verhältnismäßig viel Regenwasser zu bewältigen war und im Winter und bei schlechtem Wetter kaum gearbeitet werden konnte. Die Nachteile des untertägigen Abbaus resultieren vor allem aus den Problemen, die sich aus dem Betrieb der Schächte ergeben. Es wurde zum Beispiel eine aufwendige Wetterführung notwendig und kam zu Behinderungen der Erzförderung.

Von den damals verfügbaren Gewinnungs- und Pumpentechniken hing ab, bis in welche Teufen die Gruben vordringen konnten beziehungsweise welche Teufen mit vertretbarem Aufwand wasserfrei zu halten waren.

Aus den überlieferten Archivquellen lässt sich entnehmen, dass es keinen einheitlichen, das gesamte Alte Lager umfassenden Erzabbau gegeben hat, sondern viele separat geführte Gruben mit unterschiedlichen Eigentümern. Sie standen größten Teils in Konkurrenz zueinander. Dadurch ergab sich die Notwendigkeit zu gegenseitiger räumlicher Abgrenzung. Zwischen den Einzelgruben mussten Erzpartien als Grenze stehen gelassen werden, um Streitigkeiten vorzubeugen, wer die betreffenden Erzpartien abbauen darf (vgl. Kap. 2.6.4).

Für die Grundfläche einer solchen Grube bürgerte sich im Oberharz und im Erzgebirge der Begriff Maaß(en) ein. Das wurde auch in den Gesetzen

der Bergbaureviere niedergeschrieben. Bei größerer streichender Länge von Erzgängen wurden mehrere Maaßen vergeben und demzufolge auf ein und demselben Erzgang mehrere Bergwerksbetreiber mit Grubeneigentum belehnt (vgl. Abb. 2.6.4).

Natürlich wird sich die Entwicklungsrichtung der Abbauorte, wie bereits erwähnt, an den Erzqualitäten orientiert haben, das heißt, dass zuerst selektiv das Erz mit der besten Qualität abgebaut wurde. Von einem vollständigen, von Anfang an die gesamte Lagerstätte umfassenden und gleichmäßig tiefer gehenden Abbau, beziehungsweise von einem durchgängigen Tagebaubetrieb über die gesamte Länge und Breite des Alten Lagers mit einheitlichen Böschungen entlang der Lagerstättengrenzen, kann demzufolge nicht ausgegangen werden. /EIC 2009/

Außerdem wird jeder Grubeneigentümer bestrebt gewesen sein, möglichst nur die zu der betreffenden Zeit als qualitativ wertvoll eingeschätzten Erze abzubauen. Geringwertigere und schlecht verkaufbare Erze könnten zeitweise stehen geblieben und später, unter anderen wirtschaftlich-technischen Bedingungen, Ziel für neuerliche Bergbauaktivitäten gewesen sein.

Nicht zuletzt gab es noch den nicht zu unterschätzenden Einfluss von Persönlichkeiten. Sie hatten teilweise einen großen Ermessensspielraum und trafen Entscheidungen, die aus heutiger Sicht nicht unbedingt logisch gewesen sein müssen und durchaus auch persönlich begründet sein konnten. Die

Entscheidung von Unternehmern, in einen Grubenbetrieb zu investieren oder nicht, einen Grubenbetrieb zu forcieren oder zu drosseln, ihn zu teilen oder mit anderen Gruben zusammenzulegen, bestimmte Erzsorten abzubauen oder stehen zu lassen, kann heute nur noch in wenigen Fällen nachvollzogen werden.

Mancher Eigentümer hatte in seiner Grube schlechtere Bedingungen, zum Beispiel, weil ihm nur schlechte Erzqualitäten zur Verfügung standen. Oder er musste einen verhältnismäßig hohen Aufwand für die Erzförderung treiben, weil seine Grube ungünstig lag. Einen wichtigen Einfluss hatte auch der Umstand, wie viel Wasser der betreffenden Grube zulief.

Der Erzabbau in günstiger zu betreibenden Gruben wird schneller vorangeschritten sein. Einer horizontalen Ausweitung standen aber schnell die Nachbargruben im Wege. Es blieb dann nur die Erweiterung nach der Teufe. Unter diesen Umständen werden manche Gruben schnell gezwungen gewesen sein, vom Tagebau zum Tiefbau überzugehen. Andere werden dagegen noch relativ lange als Tagebau betrieben worden sein.

Die konkrete Eigentumssituation lässt sich für die ersten Jahrhunderte nicht mehr rekonstruieren. Grundsätzlich stand dem Landesherrn (dem Kaiser und seit dem 12. Jahrhundert dem welfischen Herzog) per Gesetz das Recht auf Ausbeutung aller Bunt- und Edelmetallerzlagerstätten zu. Er konnte die Gruben selber in Besitz nehmen und

betreiben. Stattdessen überließ er den Grubenbetrieb privaten Unternehmern und Investoren. So kam Kapital in den Bergbau, das die Staatskasse nicht aufbringen musste und ihr blieb dadurch das wirtschaftliche Risiko erspart.

Auch der kleinteilige Bergbau vieler privater Einzelunternehmer war vorteilhaft. Sonst wäre ein nahezu unlösbares logistisches Problem entstanden. Damals waren kaum in ausreichendem Maße geeignete Arbeitskräfte verfügbar, die sich als Bergleute rekrutieren ließen. Die Bevölkerung war fast vollständig in der Landwirtschaft gebunden und das Bildungsniveau im Verhältnis zum heutigen Stand sehr schlecht. Fast niemand konnte schreiben oder rechnen, abgesehen von den Mönchen in den Klöstern. Unter diesen Bedingungen war es für den Landesherrn unmöglich, einen mehrere hundert Berg- und Hüttenleute umfassenden Komplex einschließlich Gruben- und Hüttenbetriebsleitung „aus dem Boden stampfen“. Er musste stattdessen Bergleute aus anderen Regionen anwerben und das ließ sich am besten erreichen durch die Einräumung von Bergbaurechten und die Förderung von privatem Unternehmertum. /LUD 1992/

Zusätzlich wurden verlässliche Betriebswirte und Händler benötigt. Ohne sie wäre es unmöglich gewesen, einen effektiven Betrieb aufrecht zu erhalten und einen ausreichenden Absatz zu gewährleisten. Dazu kam auch damals schon das Selbstbereicherungs- und Korruptionsproblem. Der Kaiser hätte eine große Zahl verläss-

licher Gefolgsleute benötigt, die ein Kontrollsystem installieren und führen können. Das funktionierte aber erfahrungsgemäß nur kurze Zeit.

Als Alternative dazu wäre es damals auch möglich gewesen, Klöster mit der Betriebsführung zu betrauen. Sie verfügten zum Teil über das Know How und die notwendigen Organisationsstrukturen. Aber Klöster gab es in dieser Zeit in der Region noch zu wenige. Sie begannen sich in der Anfangszeit des geregelten Rammelsberger Bergbaus erst zu entwickeln.

Auch Stadtverwaltungen konnten ein relativ hohes Maß an Organisationsfähigkeit, Regeleinhaltung, Korruptionsarmut und Selbstkontrolle erreichen. Aber zur Zeit des Bergbaubeginns am Rammelsberg war Goslar dafür noch nicht groß genug. Es wuchs erst durch den Bergbau zu seiner später erreichten stattlichen Größe.

Deshalb kam nur das System privatwirtschaftlicher Kleinunternehmer in Frage. Sie waren durch ihr Eigeninteresse, nicht in Konkurs zu gehen, dazu gezwungen, die Gruben und Hütten in eigener Verantwortung wirtschaftlich zu führen.

Außerdem bot die Teilung des Grubeneigentums dem Kaiser den Vorteil, dass nicht allzu viel Macht und Kapital in einer Hand konzentriert wurde. Der Gruben- und Hüttenkomplex Rammelsberg blieb dadurch für ihn besser beherrschbar. Diese „Bergfreiheit“ war übrigens keine Besonderheit des Rammelsbergs, sondern allgemein in den

mitteleuropäischen Bergbaurevieren jener Zeit üblich.

Überdies ermöglichte dieses juristische und betriebswirtschaftliche System der Staatskasse gute Einnahmen, denn die Grubeneigentümer waren zu hohen Steuern verpflichtet. Zusätzlich blieb dem Kaiser das Geschäft mit dem Metallverkauf vorbehalten. Er hatte auch das alleinige Recht zum Ausmünzen des Silbers, was für ihn sehr lukrativ war. Wie auch in anderen Erzbergbaurevieren jener Zeit üblich, setzte der Kaiser nur eine Behörde (in Goslar einen Bergvoigt und später ein Bergamt) und eine Bergerichtbarkeit ein, die in seinem Namen die Gruben überwachten und die landesherrlichen Interessen vertraten. Die verallgemeinernd niedergeschriebenen richterlichen Entscheidungen, Verfügungen und Verordnungen bestätigte der Kaiser, wenn er gelegentlich in Goslar war und hob sie damit in den Rang von Gesetzen. /LUD 1992/

Eine der damals möglichen Eigentumsformen war die sogenannte Eigenlehnerzeche, bei der der Eigentümer in der Grube mitarbeitete. Sie mag am Rammelsberg bei der ersten Belehnung üblich gewesen sein, als vertrauenswürdige aber mittellose Bergleute als Grubeneigentümer gesucht wurden. Das wird sich aber nur auf den Beginn des Bergbaus beschränkt haben. Schon nach den ersten Generationswechslern und den damit verbundenen Erbschaften, besonders aber wenn mehrere Erben nur noch Teile der Gruben besaßen, werden Neuvergaben kaum noch vorgekommen sein, sondern eher Ver-

käufe an kapitalkräftige Interessenten. Spätestens dann setzte eine Trennung von Bergleuten und Grubeneigentümern ein.

Vermutlich wird schon recht schnell die Aufteilung des Erbes auf mehrere Erben eingetreten sein und damit die Zersplitterung des Grubeneigentums und letztlich auch der Verkauf von Erbteilen, wie es ja auch in manchen Regionen in der Landwirtschaft der Fall war. Letztlich wird das zur Entfremdung von Eigentümern und Arbeitern geführt haben, denn Käufer waren reiche Bürger und nicht wie in der Landwirtschaft üblich Bauern, die möglichst Ackerlandflächen zusammenkauften.

Die Leitung der Grube wurde dann einem Steiger anvertraut und die wirtschaftliche Betriebsführung einem Schichtmeister, wobei durchaus auch mehrere Gruben von ein und demselben Schichtmeister geführt wurden, auch bei unterschiedlichen Eigentümern.

Die Einkünfte der Grubeneigentümer beziehungsweise Anteilseigner waren in der Regel nicht nur auf den Bergbau beschränkt. Dafür reichten die Gewinne der Gruben nicht aus, besonders, wenn die Anteile zu klein waren. Vielmehr besaßen reiche Händler und Gewerbetreibende nebenher Grubenanteile. Eigentümer waren vor allem reiche Patrizier der Stadt Goslar und seiner Umgebung, die sich außergewöhnlich stark für den Rammelsberger Bergbau engagierten und weite Teile in ihren Besitz brachten, aber auch Klöster, Stifte und Räte anderer Städte. Eine

besondere Rolle spielten zum Beispiel Graf Günter von Mansfeld, die Wolfshagener Familie von der Gowische, der Bischof von Verden und der Rat der Stadt Lüneburg. /KRA 1989/

Ein anderer Grund dafür, dass die Gruben relativ klein waren, war, dass sie auf die in Frage kommenden Eigentümer zugeschnitten sein mussten. Potentielle Eigentümer hatten für den Kauf von Gruben in der Regel nur begrenzte finanzielle Möglichkeiten, die nicht für den Erwerb des gesamten Rammelsbergs ausreichten oder sie wollten nicht allzu viel Kapital in die Rammelsberger Gruben investieren. Schließlich blieb es ja auch nicht bei der Kaufsumme. Die Grubeneigentümer mussten den Grubenbetrieb vorfinanzieren, das heißt Geld für Investitionen und für den laufenden Betrieb aufbringen. Aus den Einkünften ließ sich das erst später refinanzieren.

Der Aufwand für diese immer wiederkehrende Vorfinanzierung wird nicht unerheblich gewesen sein. Das war unter den damaligen, rechtlich ziemlich unsicheren, Verhältnissen ein nicht zu unterschätzendes finanzielles Wagnis. Verstärkt wurde das durch Unwägbarkeiten, mit denen der Bergbau naturgemäß verbunden ist, zum Beispiel durch unvorhersehbar schlechter werdende Lagerstättenverhältnisse oder Konkurrenzdruck durch andere Bergbaureviere. Zu befürchten waren aber auch politische Umschwünge oder Kriege. Bei einem zu großen Engagement und einem Konkurs konnten für den Investor existentielle Probleme entstehen. Die aus den geschilderten

Rahmenbedingungen abgeleiteten Grubengrößen ergaben für den Rammelsberg ungefähr ein bis zwei Dutzend Gruben, die gleichzeitig betrieben werden konnten.

Gewöhnlich setzte sich die Belegschaft einer typischen Rammelsberger Grube im 17. Jahrhundert aus ungefähr drei bis zehn Bergleuten zusammen, einschließlich des Aufsicht führenden und mitarbeitenden Steigers.

Es liegt in der Natur des Menschen, dass eine Person nur eine kleinere Gruppe von Arbeitern optimal anleiten und beaufsichtigen kann, zumal, wenn die Einsatzorte weit auseinander liegen und die Aufsicht bis ins Detail gehen soll. Werden die Gruppen zu groß, dann geht schnell die Übersicht verloren. Das hat sich beim Militär wie auch im Bergbau immer wieder bestätigt. Seit Jahrhunderten haben sich dort Strukturen gebildet, deren kleinste Einheiten eben diese Mannschaftsstärke haben. Mehrere Gruppen dieser Größe können zwar zu größeren Einheiten zusammengestellt werden, aber die Oberaufsicht erreicht dann nicht mehr alle Beteiligten unmittelbar.

Die Belegschaftsstärke der Gruben wird aber auch eine gewisse Mindestgröße nicht unterschritten haben. Das lag daran, dass es an einigen Stellen der Gruben aus Gründen der Arbeitssicherheit und der Arbeitsorganisation nicht ratsam war, einen Mann allein arbeiten zu lassen. Einige der zu hebenden Lasten, wie Stempel und Kappen von Türstöcken, sind für einen Mann zu schwer und zu schlecht

handhabbar. Manche Techniken, wie der Betrieb von Schachtförderhaspeln, erforderten zwei oder mehr Leute, neben den Hasplern zum Beispiel Anschläger unten am Schacht. Und natürlich waren die für ein Bergwerk wichtigsten Arbeiten auszuführen, das Lösen des Erzes vom Gebirgsverband und das Abfördern. Dazu kamen noch Nebenarbeiten, wie die Wasserhaltung und der Grubenausbau. Auch, wenn einige dieser Arbeiten von ein und derselben Person verrichtet werden konnte, so kam doch schnell die oben genannte Mindestbelegschaftsstärke zusammen.

Die Längen, Breiten und Höhen der Gruben mussten so groß bemessen werden, dass genügend gewinnbare Erzreserven zur Verfügung stehen für einen Erzabbau und -verkauf, so dass aus den erzielbaren Verkaufserlösen die Aufwendungen für Löhne, Arbeitsmaterial, Gezähe und so weiter bezahlt werden konnten und eine Amortisation der Investitionen möglich wurde. Außerdem sollte sich in jeder Grube jeweils eine ausreichende Anzahl von Erzgewinnungspunkten (Abbaustellen) einrichten lassen, um ausreichend Erz fördern zu können.

Zu den geschilderten grundlegenden juristischen und betriebswirtschaftlichen Rahmenbedingungen kamen gravierende übergeordnete Einflüsse. Bis zum Anfang des 13. Jahrhunderts scheinen für den Rammelsberg relativ gute wirtschaftliche Verhältnisse geherrscht zu haben. Jedenfalls wurde er zum Gegenstand heftiger Auseinandersetzungen zwischen dem Kaiser

und den welfischen Herzögen. Letztere ließen übrigens in diesem Zusammenhang 1181 die in der Umgebung Goslars liegenden Verhüttungsbetriebe zerstören. /WES 1971/

Schon im 13. Jahrhundert wird der damals bereits Jahrhunderte lang betriebene Bergbau dazu geführt haben, dass die Erzpartien mit besserer Qualität und einfacherer Gewinnbarkeit nur noch in größerer Teufe zu finden waren. Das scheint den Betriebsgewinn beeinträchtigt zu haben, denn das Interesse des welfischen Herzogs, der den Rammelsberg erst wenige Jahre zuvor vom Kaiser übernommen hatte, ließ in den 1230er Jahren schon wieder stark nach. Er behandelte ihn wie eine unter vielen seiner Immobilien. Zum Beispiel überließ er ihn Mitte der 1230er Jahre der Witwe eines Pfalzgrafen. 1235 wurde das Amt des Goslarer Reichsvoigts aufgelöst und Ende der 1290er Jahre verkaufte der Herzog sogar den Bergzehnt (das Recht zur Eintreibung einer 10%igen Steuer) und das Berggericht für 800 Mark Silber (das entsprach einem Gewicht von ungefähr 200 kg) an den Ritter Hermann von der Gowische.

Wirtschaftlichen Erfolg konnte die Familie von der Gowische offensichtlich damit nicht erzielen. Jedenfalls veräußerte sie diesen Besitz sechzig Jahre später zum gleichen Preis an die Stadt Goslar beziehungsweise an eine Gruppe von sechs Goslarer Bürgern weiter. Auch die Eigentümer der einzelnen Gruben wechselten in dieser Zeit ständig. 1348 bis 1360 kam es immer häufiger zu Veräußerungen von

Bergteilen mit immer weiter sinkenden Preisen. /BOR 1931/

Es lässt sich heute nicht mehr feststellen, ob die schlechter werdenden Abbaubedingungen die alleinige Ursache für den Niedergang waren. Bestimmt werden auch die ungünstige allgemeine wirtschaftliche Situation in Deutschland und die infolge des Schwindens der kaiserlichen Macht unsicherer gewordenen Handelsverhältnisse dazu beigetragen haben. Möglicherweise hatte auch die damals allgemein übliche und naturgemäß im Laufe der Zeit wachsende Korruption ein Maß erreicht, das die Wirtschaftlichkeit des Gruben- und Hüttenbetriebs erstickte oder die Bergwerksbetreiber hatten zu viel Kapital aus dem Betrieb gezogen und zu wenig für Reparaturen, Werterhaltung und Weiterentwicklung der Wasserhaltungsanlagen aufgewendet. Und schließlich sind Kombinationen der genannten Probleme denkbar.

Jedenfalls ist in den Akten des Goslarer Stadtarchivs zu lesen, dass „der Rammelsberg“ die Voigteigelder bereits Anfang der 1290er Jahre nicht mehr entrichten konnte. Ursache sei eine „Wassernot“ gewesen. Die tieferen Grubenbereiche waren nicht mehr trocken zu halten. 1296 ist sogar die Rede von „Mehrung der Wassernot“ und 1301 vom Absaufen aller Grubenbereich unter der Trostefahrt (+268mNN, s. Abb. 2.2.a). Offensichtlich waren die Pumptanlagen nicht den gewachsenen Anforderungen entsprechend weiter entwickelt worden. Vielleicht waren sie auch einfach nur schlecht gepflegt worden. /BOR 1931/

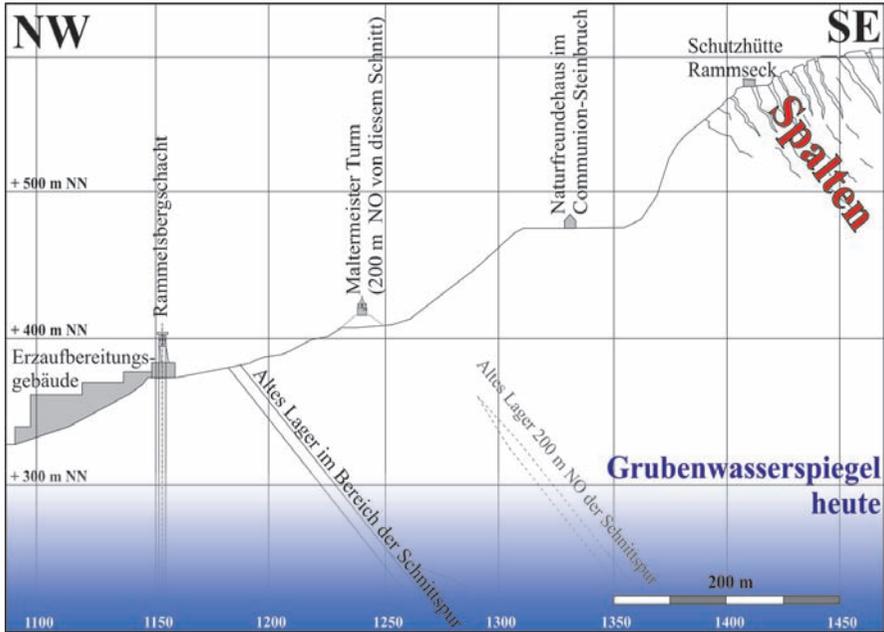


Abb. 2.2.a: Grubenwasserspiegel im 14. und 15. Jahrhundert und Spalten in der Kuppe des Rammelsbergs, heutiger Stand

Für die Rammelsberger Gruben begann eine abwärts führende Spirale. Die Grubeneigentümer versuchten, den Betrieb in den trocken gebliebenen Grubenbereichen fortzuführen. Dieser Bereich galt zwar als bereits weitgehend ausgeerzt, aber es gab dort noch Erze, die in früheren Zeiten aufgrund schlechter Qualitäten als nicht verkaufsfähig galten, und Erze, die in den Sicherheitsfesten und -schweben (vgl. Kap. 2.6.6, Abb. 2.6.6.a) stehen geblieben waren.

Das führte naturgemäß zu Zusammenbrüchen. Selbst das großflächige Nachsacken der Tagesoberfläche und die Bildung von weit aufklaffenden Erdspalten wurden in Kauf genommen (s. Abb. 2.2.a bis d).

Dadurch erhöhte sich der ohnehin nicht mehr beherrschbare Wasserzufluss in die Gruben, denn die zerrütteten Gebirgsbereiche oberhalb der Gruben boten nun dem Niederschlagswasser neue Wege. Die Grubensümpfung wurde immer schwieriger. Das Wasser stieg und weitere Erzabbauorte mussten nach oben verlegt werden. 1332 waren nur noch ein Viertel der Rammelsberger Gruben in Betrieb. Steuerabgaben wurden kaum noch entrichtet. Im Jahre 1334 folgten „Ersaufung und Einsturzunge“ und 1361 schließlich ein „grausam beschriebener Bergeinsturz“. /BOR 1931/

Einen nicht unerheblichen Teil wird die Pest zum Ruin der Gruben beigetragen haben. Sie breitete sich 1347 bis



Abb. 2.2.b: Spalten („Bruch“ rechts-oben) oberhalb der Gruben. Ausschnitt aus einer Zeichnung von Buchholtz, 1680

1349 in Mitteleuropa in furchtbarem Maße aus. Die allgemeine wirtschaftliche Situation verschlechterte sich erheblich. Damit ging auch die Erz- und Metallnachfrage zurück, was den Rammelsberger Grubenbetrieb weiter belastet haben dürfte. /KRO 1984/

Sicher waren auch unter der Grubenbelegschaft viele Pestopfer zu beklagen gewesen. Die schlechter werdenden Abbaubedingungen und die Dezimierung der Belegschaft werden zur Einstellung des Grubenbetriebs geführt haben. Der größte Teil der Grube und besonders die Wasserhaltungsanlagen verfielen in dieser Zeit. /WES 1971/

Der Herzog zeigte auch weiterhin wenig Interesse am Rammelsberg. Er engagierte sich nicht für die brach liegenden Gruben und beteiligte sich auch nicht an den Investitionen für ihre Wiederinbetriebnahme. Das übernahm die

Stadt Goslar. Als Akteure und Finanziers traten Bürger der Stadt Goslar und anderer Städte in Erscheinung, aber wiederum auch Klöster.

Jeder der Beteiligten für sich verfügte nicht über die finanziellen und logistischen Möglichkeiten, den Rammelsberg vollständig zu übernehmen. Überregional hätte es zwar durchaus schon Unternehmerfamilien gegeben, die das dafür notwendige Kapital und technische Wissen gehabt und über eine entsprechende Organisationsstruktur verfügt hätten. Berühmt geworden waren beispielsweise die Fugger, die einen großen Teil ihres gewaltigen Reichtums im 15. Jahrhundert unter anderem durch den mitteleuropäischen Handel mit Bunt- und Edelmetallen erworben hatten. /LUD 1992/

Aber auch andere Metallhändlerfamilien, wie die der Thurzo, wären



Abb. 2.2.c: Spalten oberhalb der Gruben auf der Kuppe des Rammelsbergs. Foto-standort über dem Rammelsberg

durchaus in der Lage gewesen, den gesamten Rammelsberg zu übernehmen. Das hatten sie übrigens mit anderen Gruben dieser Größe in anderen Teilen Europas durchaus erfolgreich getan. Aber sie beschäftigten sich nur selten mit der Führung von Gruben, sondern agierten lieber auf dem Gebiet des Hüttenwesens und Metallhandels. Dazu kam, dass die Stadt Goslar, die im 15. und Anfang des 16. Jahrhunderts über den Rammelsberg verfügte, offensichtlich keinen Partner wollte, der einen zu großen Einfluss auf den Rammelsberg erlangen und der Stadt das Heft des Handelns aus der Hand nehmen konnte.

Aus eigener Kraft schafften die Stadt Goslar und ihre Bürger die Stümpfung

und Wiederinbetriebnahme der Gruben allerdings nicht. Dafür fehlten ihnen sowohl das technische Know How, als auch die ausgebildeten Bergleute, die Handelsbeziehungen und das Geld. /SCH 1970/, /BOR 1931/

Es reichte nicht, die alten und verfallenen Wasserhaltungsanlagen einfach wieder in Stand zu setzen. Die Wassermengen, die den Gruben zuliefen, waren viel größer geworden, als noch einhundert Jahre zuvor. Es mussten gänzlich neue, bedeutend leistungsstärkere Pumpenanlagen installiert werden. Das erforderte nicht nur maschinenbauerische Kenntnisse, sondern auch hohe, erst langfristig amortisierbare Investitionen. Schon allein die Zeit für das Absenken des Grubenwasser-

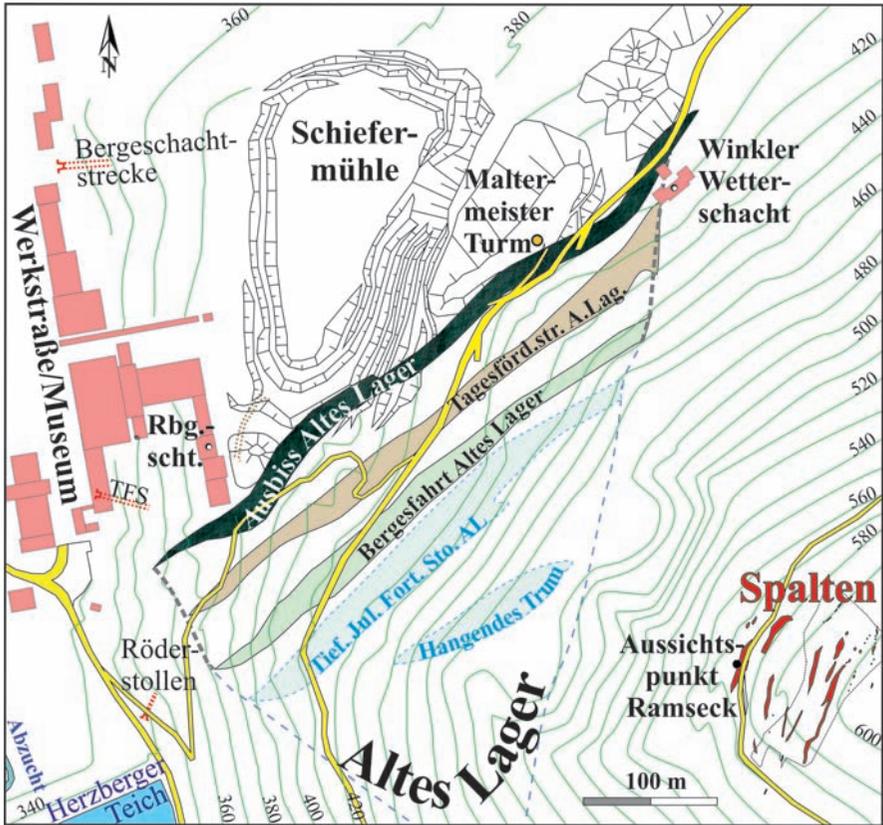


Abb. 2.2.d: Spalten auf der Kuppe des Rammelsbergs und ehemaliger Ausbiss des Alten Lagers

spiegels muss erheblich gewesen sein, denn das Volumen der abgesoffenen Grubenhohlräume war sehr groß und die damals verfügbaren Pumpen hatten nur eine geringe Leistung.

Die Stadt Goslar nahm deshalb fremde, im Bergbau und Hüttenwesen erfahrene Fachleute aus prosperierenden anderen Bergbaurevieren unter Vertrag. Im Einzelnen schloss sie folgende Verträge:

1360 mit Meister von Arnheim,

1407 mit Gabriel von Magdeburg (aus Freiberg),

1418 mit Michael von Broda (aus Deutsch-Broda/Böhmen),

1432 mit Nicolaus von Ryden (wahrscheinlich aus Sachsen oder Böhmen),

1453 und 1456 mit Claus von Gotha und

1487 mit Johann Thurzo (aus Krakau).

Die Zeit zwischen den Vertragsabschlüssen dauerte jeweils ungefähr eine Generation. Möglicher Weise

waren jeweils die Generationswechsel Ursache für neue Verträge. Bei der Beurteilung der aus heutiger Sicht eher bescheidenen Sumpfungserfolge muss auch berücksichtigt werden, dass selbst mit den heutigen Mitteln und Methoden schwer einzuschätzen wäre, wie viel Aufwand für das Sumpfen eines zusammengebrochenen und abgesoffenen Bergwerks notwendig ist. Mit dem Wissen von vor 500 Jahren muss diese Berechnung und Konzipierung der notwendigen Wasserhaltungsanlagen schier unmöglich gewesen sein.

Jeder der Vertragspartner konnte das Projekt nur aus seinen Erfahrungen heraus planen. Den Wunsch der Stadt Goslar, das Bergwerk schnell und vollständig zu sumpfen, konnten letztlich keiner von ihnen erfüllen. Das führte unweigerlich zu Zerwürfnissen.

Obwohl jeder Versuch für sich genommen nur geringe Erfolge gebracht hatte, wurde letztlich der Grubenwasserspiegel soweit gesenkt, dass die Erzförderung aus den tieferen Grubenbereichen wieder aufgenommen werden konnte. Die Sumpfung der tiefsten, bereits im 13. Jahrhundert aufgefahrenen Erzgewinnungspunkte gelang erst im letzten Drittel des 16. Jahrhunderts, nachdem der Kunstschacht weiter geteuft und Hubkolbenpumpen mit dem damals neuartigen Kurbeltrieb eingebaut worden waren.

Mit dem Schritt für Schritt wieder in tiefere Grubenbereiche verlagerten Erzabbau wurde der oberhalb betriebene ohnehin nicht sehr wirtschaftliche Nachlesebergbau eingestellt. Seitdem

wurde auch für das Offenhalten der dort liegenden Erzabbauweiten nichts mehr unternommen. Erhalten blieben dort nur die Stollen, Strecken und Kammern des Wasserhaltungssystems und einige der Schächte. Der Wasserhaltung dienen zum Beispiel

- der Oberer Wasserlauf (Wasserzuführung für Wasserräder im Berg),
- der Ratstiefste Stollen mit der Bergesfahrt (Wasserableitung aus dem Berg) und
- die Schächte, in denen die Pumpanlagen installiert waren (Feuergezäher Schacht, Alter Kunstschacht).

In den etwa einhundert Jahren, in denen die großen Aufwendungen für die Sumpfung gemacht wurden, die Erzförderung aber noch nicht wieder ihre volle Leistungsfähigkeit erreicht hatte, fehlten die Einnahmen, aus denen die Investitionen finanziert werden konnten. Als Gegenleistung für das Sumpfen und Wiederinbetriebnehmen der abgesoffenen Gruben des Rammelsberg wurden den „Fremdfirmen“ das Recht eingeräumt, in bestimmten Teilen des Rammelsbergs auf eigene Rechnung Erz abbauen und verkaufen beziehungsweise selber verhütten zu dürfen. Letzteres war mit dem Wunsch verbunden, das Wissen über moderne Techniken zur Herstellung eines besseren metallischen Kupfers nach Goslar zu holen und Goslarer Kupfer wieder konkurrenzfähig zu machen. In diese Zeit fällt auch ein Vertrag über das Anlegen eines neuen vertikalen Schachts. Er wurde 1487 geschlossen und hatte zum Ziel, die Erzförderung aus der Dudesschen Grube zu verein-

fachen. Der Schacht wurde aber nicht wie geplant bis zur Trostefahrt geteuft, sondern nur bis zur Bergesfahrt.

Den Fortschritten auf bergbautechnischem Gebiet entsprach ein Versuch der Stadt Goslar, auch auf verwaltungstechnischem Gebiet den Bergwerkskomplex zu modernisieren. Ende des 14. Jahrhunderts waren viele der alten Einzelgruben nominell verschwunden. Ihre ehemaligen Eigentümer hatten in der langen Phase ohne Erzförderung ihr Bergwerkseigentum aufgegeben. Als neue Eigentümer hatte die Stadt Goslar vier Parteien bestimmt, was in den folgenden Jahrzehnten trotz wechselnder Akteure beibehalten wurde. Sie wurden „Vorsteher des Berges“ genannt oder „Gemeine Gewerke“. Die Gemeinen Gewerke fungierten als gemeinsame obere Verwaltungsinstanz und führten die Aufsicht über den gesamten Rammelsberger Bergbau, wobei der Vorsitz wöchentlich gewechselt wurde. Jedes Viertel hatte jeweils einen Hutmann und einen Schreiber.

Dieses fortschrittliche, vereinheitlichte Bergbauverwaltungssystem, das viele Elemente des 250 Jahre später im Harz eingeführten Direktionsprinzips vorwegnahm, musste aber bereits 1460 wieder aufgegeben werden. Die Zeit war noch nicht reif für eine einheitliche Verwaltung des gesamten Grubenbetriebs mit seinen zum Teil weit verstreut liegenden Abbaupunkten. Das lag vor allem daran, dass die Bemessung der Abgaben und des Gewinns zu kompliziert und zu schwer nachprüfbar war. Nur die Grubenwasserhaltung, für die es keine Alternative zu einer zent-

ralen Betriebsführung gab, blieb unter gemeinsamer Verwaltung. /BAR 1992/ /BOR 1931/, /FÜR 1986/

Für die Reprivatisierung übergab die Stadt Goslar die Gruben an Goslarer Bürger, die damit wieder eigenständige Grubeneigentümer (juristisch gesehen nur Betreiber) wurden, wie in der Zeit zuvor. Sie mussten sowohl an den Rat Stadt als auch an die Gemeinen Gewerken (tatsächliche Eigentümer) den „Zehnten“ und den „Neunten“, das heißt jeweils den 13. Teils des geförderten Erzes abgeben, also zusammen ungefähr 15,4%. Dazu kamen Zahlungen des sogenannten Kunstgeldes an die Eigentümer und Betreiber der Wasserpumpen. In einem Ratsbeschluss aus dem Jahre 1471 wird ausführlich erwähnt, dass es zu dieser Zeit keinen einheitlichen gemeinsamen Betrieb mehr gab, sondern stattdessen 19 Einzelgruben, die alle an Goslarer Bürger vergeben worden waren.

Das neue Grubeneigentum reichte allerdings nur bis zur Bergesfahrt hinab. Alle tieferen Bauvorhaben mussten gesondert genehmigt werden. Außerdem wurde eine neue Regelung der Erzgewinnung aus den Bergehalden vorgenommen, wahrscheinlich, um vorzubeugen, dass bewusst Erz als taubes Haufwerk deklariert und auf die Halden gebracht wurde, um auf diesem Wege die Zahlung der Abgaben bei dessen späterer Verwendung zu umgehen.

Insgesamt wurde damit ein ähnlicher Rechtszustand wieder hergestellt, wie er vor 1400 bestanden hatte. Allerdings

waren die Gruben nun größer und klarer gegeneinander abgegrenzt. Auch eine Beteiligung mehrerer Grubeneigentümer an ein und derselben Grube wurde wieder zugelassen.

Trotz der großen Umschwünge und Stillstandzeiten, nach denen neue Grubeneigentümer als Akteure in Erscheinung traten, wurden offensichtlich immer wieder die historischen Namen der Gruben beibehalten, auch für die Gebirgsbereiche die unter den betreffenden alten Gruben lagen. Verwendete Familiennamen, wahrscheinlich der damaligen (Haupt-) Gewerke, waren zum Beispiel

- Breitling (auch Bretling),
- Dedelebische,
- Dudesche (auch Dudessche, später Deutsche),
- Froborgsche,
- Innig (auch Inning oder Inningk),
- Julius Winkel,
- Lüdersüll,
- Rottmann (auch Rotman),
- Südekum (auch Siehdichum),
- Tydeling (spätere Grube Hohe Warte) und
- Voigtsche (auch Vogtsche).
/BOR 1930/

Es tauchten auch viele andere alte Grubennamen wieder auf. Juristisch gesehen handelte es sich dabei um neu vergebenes Grubeneigentum. Die Gruben hatten mit ihren gleichnamigen Vorgängern außer dem Namen nichts zu tun.

1476 wurden die damals existierenden Gruben aufgezählt, wovon folgen-

de Namen schon im 14. Jahrhundert aufgetreten waren:

- Oddingh,
- Kloue (Klus),
- Kaneku(h)l,
- Sulverhol (Silberhol),
- Nigewerk (Neuwerk),
- Innigk (Inny),
- Eschenstall,
- Haschenstall,
- Dedelevesche (Dedelebische),
- Vogedessche (Voigtsche),
- Hogewarde (Hohe Warte),
- Sudekume (Siehdichum),
- Dwernegroue (Dwernegrube) und
- Sumpke (Sumpf).

Neu traten folgende Grubennamen auf:

- Dudessche (Teutsche),
- Woestengroue (Westengrube),
- Nachtetal (Nachtigall),
- Bliteche (Bleizeche),
- Hawschune (Heuscheune) und
- Piggengroue (Piggengrube).

Gleichlaufend mit den Erfolgen bei der Wiederinbetriebnahme der Rammelsberger Gruben beanspruchte der Herzog Anfang des 16. Jahrhunderts wieder seine an die Stadt verpachteten Rechte am Rammelsberg zurück. Dieses relativ spät wieder erwachte Interesse lag daran, dass die Herzöge in den Jahrzehnten zuvor anderweitige schwerwiegendere Probleme zu lösen hatten. Ihre Vorgänger hatten weder die Mittel, noch die Kraft gehabt, von der diesbezüglich unwilligen Stadt Goslar die Rechte wieder zurückzufordern.

Aber selbst nach der mit militärischen Mitteln erzwungenen Rück-

nahme war es dem Herzog noch nicht möglich, den gesamten Grubenbetrieb als einen großen Regiebetrieb effektiv zu führen. Auch im 16. Jahrhundert hätte das ein schwer beherrschbares logistisches und betriebswirtschaftliches Problem dargestellt. Trotz der vom Herzog verkündeten Forderung, dass alle Grubeneigentümer neu von ihm benannt werden müssen, wenn sie nicht ihr Eigentum verlieren wollten, blieb es im Wesentlichen bei der Einteilung in die vorhandenen Strukturen. Nur etwa 1/10 der Gruben übernahm der Herzog selber, 1/8 lagen in der Hand der Goslarer Stadtverwaltung und alle anderen gehörten nach wie vor und ohne Änderungen Goslarer Bürgern.

2.3 Form und Größe der Abbauhohlräume

Die Form und Größe der mittelalterlichen Rammelsberger Tagebaue kann heute nicht mehr exakt bestimmt werden. Das liegt daran, dass sie nach ihrer Betriebszeit größtenteils zusammengebrochen sind oder mit taubem Haufwerk verschüttet wurden, das bei späteren Bergwerksaktivitäten anfiel.

Auch aus den zeichnerischen Unterlagen, die in den Archiven erhalten geblieben sind, lassen sich kaum Informationen darüber entnehmen. Die älteste heute bekannte bildliche Darstellung der Rammelsberger Untertagesituation stammt aus dem 17. Jahrhundert. Sie ist noch nicht in der heute üblichen Art und Weise (Draufsicht, Seitenansicht und Schnitte mit rechtwinkligem Gitternetz und Angabe der Himmelsrichtung) gezeichnet, sondern in einer Art Zentralperspektive mit gleichzeitiger Darstellung über- und untertägiger Details. Vom Rammelsberg sind orthogonale Zeichnungen erst seit dem Anfang des 19. Jahrhunderts überliefert. Seit dem Ende des 19. Jahrhunderts gibt es für den Rammelsberg ein Bergamtliches Zulegerissswerk.

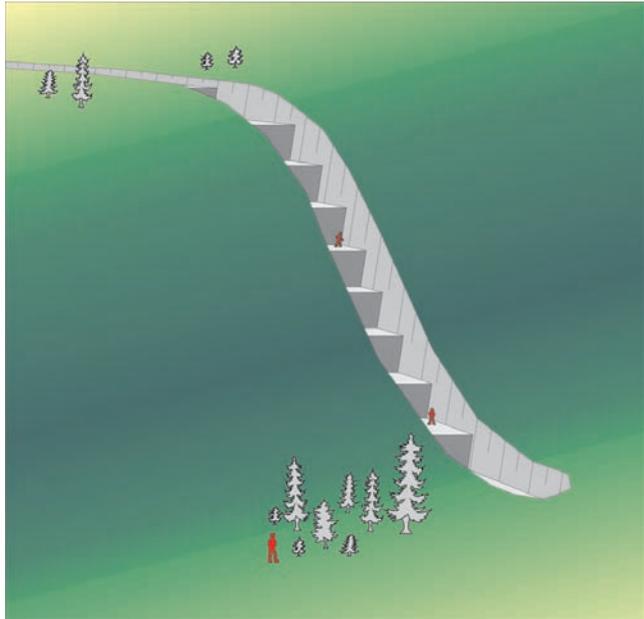
2.4 Steinbruchartige Tagebaue

Viele der überlieferte Grubennamen lassen darauf schließen, dass sich die betreffenden Gruben aus Tagebauen entwickelt haben, zum Beispiel Kanekuhle (= Karnickelgrube), Eschenstall, Hohe Warte (= Maltermeister Turm, Umbenennung des Turms durch späteren Funktions- und damit

Zulegerissswerk

Als Riss wird eine in der Draufsicht dargestellte Zeichnung der Grube oder eines Teils davon verstanden. Zulegen heißt hier, dass der aktuelle Stand der Grubenentwicklung auf einem bereits bestehenden älteren Riss nachgetragen („zugelegt“) wird, also zum Beispiel der Abbaufortschritt gegenüber dem letzten Stand. Das Zulegerissswerk umfasst die Gesamtheit aller aktualisierten zeichnerischen Darstellungen. Dazu gehören auch Schnittdarstellungen der Grube oder von Teilen davon und Darstellungen der übertägigen Bereiche des Bergwerks.

Abb. 2.4.a: Ehemaliger Tagebau. Hier idealisierte Darstellung des Hangbereichs



Namenswechsel), Heuscheune und Nachtigall.

Die Lage des Erzausbisses am Hang zum Wintertal hätte es ermöglicht, das oberflächennahe Erz terrassenförmig abzubauen. Würde das heute mit der Prämisse der vollständigen Gewinnung des gesamten Erzkörpers neu geplant werden und wäre dort vorher noch kein Bergbau umgegangen, dann würde das eine regelmäßige Tagebaufigur ergeben (s. Abb. 2.4.a). Tatsächlich wird es aber damals zu einer sehr unregelmäßigen Abbauführung gekommen sein, weil, wie bereits erwähnt, die Abbaurechte an viele Einzelunternehmer vergeben worden waren, die den Erzabbau so führten, dass er selektiv den besten Erzqualitäten folgte.

Auf dem Plateau hinter dem Maltermeister Turm waren die Verhältnisse

anders als im Hangbereich. Abweichend von in der in Abb. 2.4.b idealisiert dargestellten Tagebauform wurden dort vermutlich Kesselbrüche angelegt, Tagebaue mit allseits steilen Böschungen, ohne horizontale oder schwach geneigte Zufahrt. Diese Tagebauform bedingte zwar Probleme bei der Erzförderung und Wasserableitung, aber das wird anfangs aufgrund der kleinteiligen Eigentumsvergabe nicht anders einzurichten gewesen sein.

Geht man von heutigen Erkenntnissen aus und optimiert den Erzabbau des Alten Lagers, wie es vor dem Beginn des Bergbaus ausgesehen hat, dann ergibt sich folgendes fiktives Bild. Das Erz wäre im Strossenbau, das heißt in mehr oder minder horizontalen Scheiben herein gewonnen worden sein. Sobald eine Scheibe bis zu ihren Grenzen abgebaut war, wurde eine tiefere

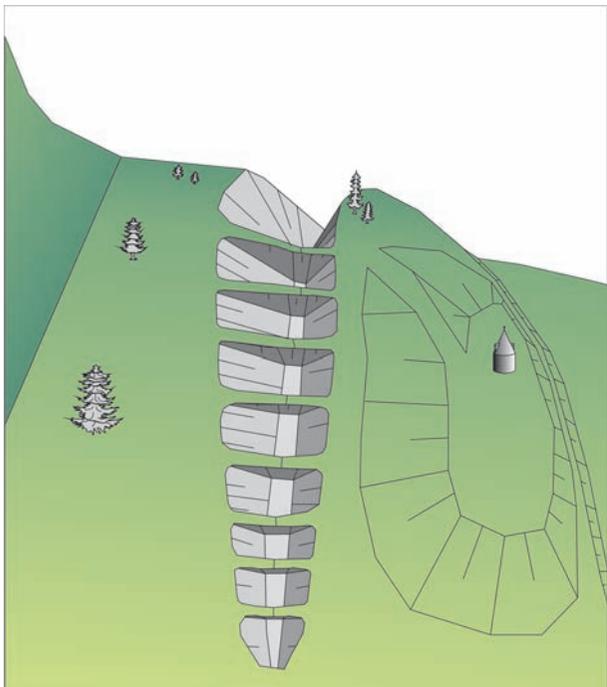
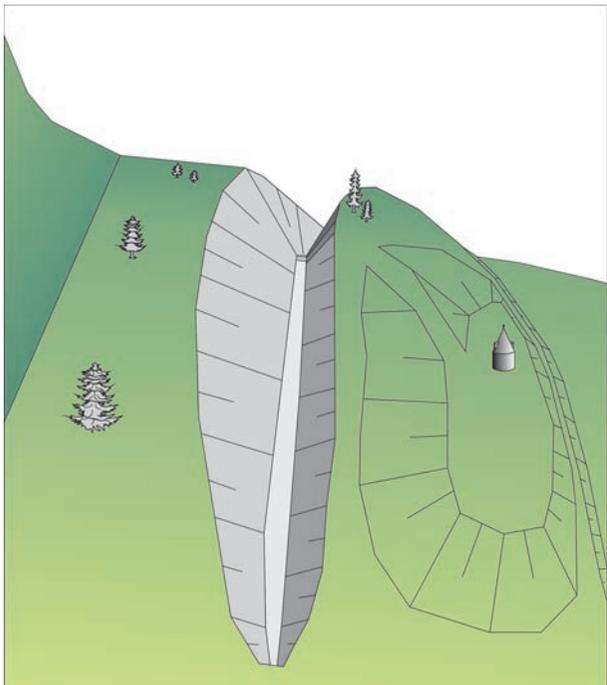


Abb. 2.4.b: Ehemaliger Tagebau. Hier idealisierte Darstellung des Plateaubereichs als durchgängiger Tagebau (oben) und als Reihe separater Gruben (unten)

begonnen. Auch ein gleichzeitiger treppenartiger Betrieb mehrerer Scheiben wäre denkbar. Er hätte ermöglicht, die Anzahl der Abbaupunkte und damit die Abbauleistung des betreffenden Tagebaus zu erhöhen.

Die einzelnen Tagebaue werden wahrscheinlich im Grundriss ähnlich gewesen sein. Nach Nordwesten bildete das Liegende des Erzlagers die natürliche Grenze. Die Tagebauböschung wird dort dem Übergang Erz-Schiefer gefolgt sein, das heißt eine Neigung von 50° bis 60° gehabt haben. Im Streichen wurden die Tagebaue durch die Nachbargruben begrenzt beziehungsweise durch Sicherheitspfeiler, die zwischen den Gruben stehen bleiben mussten. Dort standen die Böschungen senkrecht im Erz.

Im Hangenden wird die Böschung fast senkrecht oder wenigstens sehr steil gewesen sein, solange sie im Erz oder im Blauschiefer stand. Die Bergleute werden aber schnell die Erfahrung gemacht haben, dass auch dieser Schiefer schon nach wenigen Jahren beginnt, aufzublättern und die Böschungen dann flacher eingerichtet werden müssen. Im verwitterten Gelschiefer, der in den oberen etwa zwei bis fünfzehn Meter anstand, durften die Böschungen ohnehin höchstens eine Neigung von ungefähr 20° haben (s. Abb. 2.4.c, vgl. Kap. 3.1.1).

Heute wären Böschungssysteme dieser Art nicht mehr zulässig. Herabfallende beziehungsweise herabrollende Gesteinsstücke bekommen eine zu große Wucht. Das gefährdet die am Böschungsfuß arbeitenden Bergleute

und die dort eingerichteten Betriebsanlagen, wie zum Beispiel Schächte. In den 1970er und 1980er Jahren wurden deshalb in der Schiefermühle mehrere, gewöhnlich bis höchstens zehn Meter hohe 75°-Böschungen angelegt. Dazwischen befanden sich Bermen, die das herabfallende Material auffangen konnten. Sie boten die Möglichkeit, bei Bedarf das angesammelte Haufwerk mit Planierraupen gefahrlos abzuräumen und mit Bohrfahrzeugen Sprengbohrlöcher anzulegen. (s. Abb. 2.4.d)

Heute lässt sich kaum noch einschätzen, bei welcher Teufe es im Mittelalter notwendig wurde, vom Tagebaubetrieb auf untertägige Erzgewinnung umzustellen. Etwas hinausgezögert werden konnte das Ende der Tagebauphase, indem noch eine Zeit lang mit einem Überhang gearbeitet wurde. Langfristig ließen sich Überhänge im Wisenbacher Schiefer jedoch nicht stabil halten. Wie bereits beschrieben neigt er dazu, zu verwittern. Das ist auch einer der Gründe, warum heute von den ursprünglichen tagesnahen Abbauhohlräumen fast nichts mehr zu erkennen ist.

Außerdem hatten die Grubenbetreiber kein vordergründiges Interesse daran, dauerhaft standsichere Gruben einzurichten. Wie im Bergbau allgemein üblich, werden sie stattdessen auf eine schnelle Amortisation der Investitionen geachtet haben.

Ein weiterer Umstand, der zu der heute verwischten Kontur der ehemaligen tagesnahen Rammelsberger

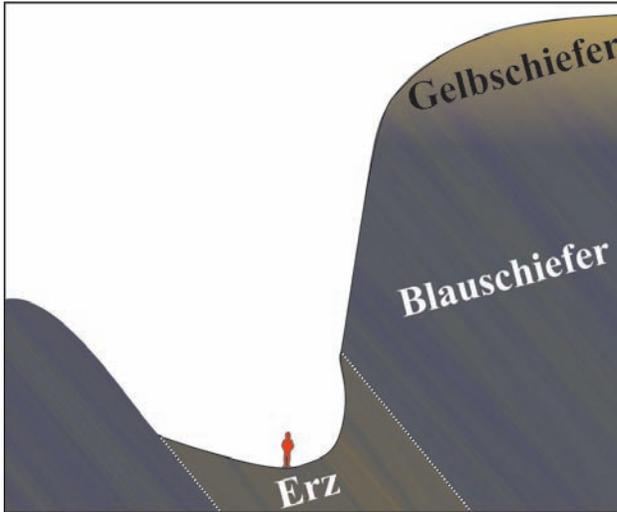


Abb. 2.4.c: Böschungssystem, unten hohe steil stehende Böschung, im Erz und im Blauschiefer, darüber flache Böschung im Gelbschiefer

Grubenhohlräume geführt hat, ist das Anwachsen der später in unmittelbarer Nachbarschaft der ehemaligen Tagebaue betriebenen Schachthalden.

Das aus den Schächten geförderte und zu entsorgende taube Haufwerk wurde bevorzugt in die alten Tagebaurestlöcher gekippt. Dazu kam Unterkornmaterial aus den dort betriebenen Steinbrüchen (s. Abb. 2.4.e).

Es entstanden horizontale Flächen im unmittelbaren Umfeld der Schächte, die nach und nach zusammen wuchsen. Besonders ab Mitte des 19. Jahrhunderts und dann noch einmal Anfang des 20. Jahrhunderts planierte man den oberen Bereich des ehemaligen Tagebaugeländes im Höhengniveau +400 m NN großflächig ein. Notwendig war das zum Beispiel geworden, als die Tagesanlagen des Kanekuhler Schachts

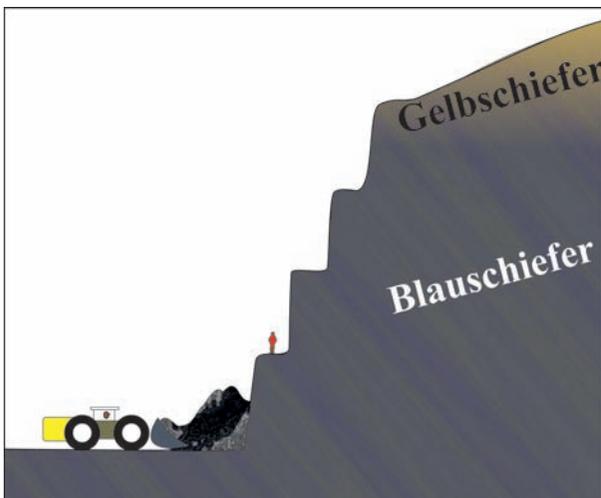


Abb. 2.4.d: Modernes Böschungssystem, bestehend aus Einzelböschungen und zwischengeschalteten Bermen

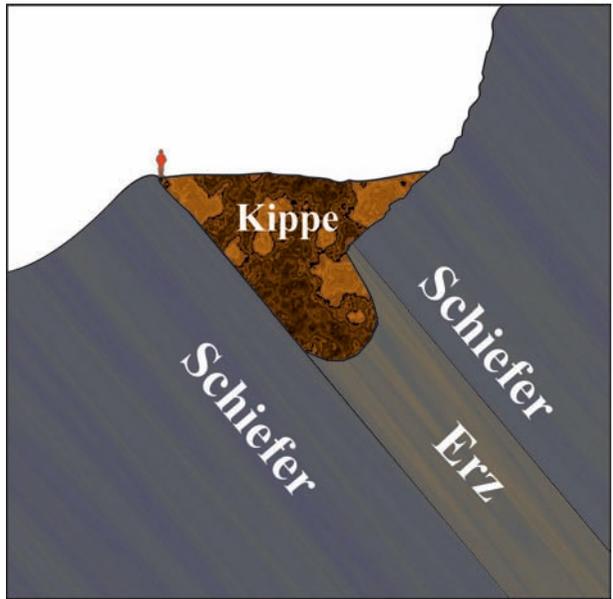


Abb. 2.4.e: Ehemaliger Tagebau mit tauben Massen verfüllt

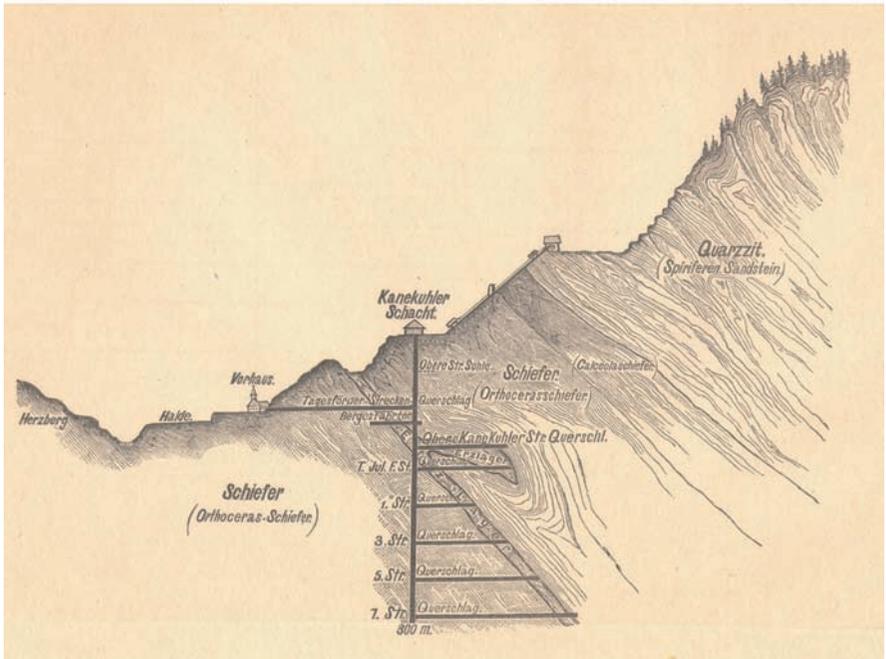


Abb. 2.4.f: Tagebaurest. Hier zu sehen zwischen Kaneukuhler Schacht und Stollenvorhaus der Tagesförderstrecke /HÄS 1890/

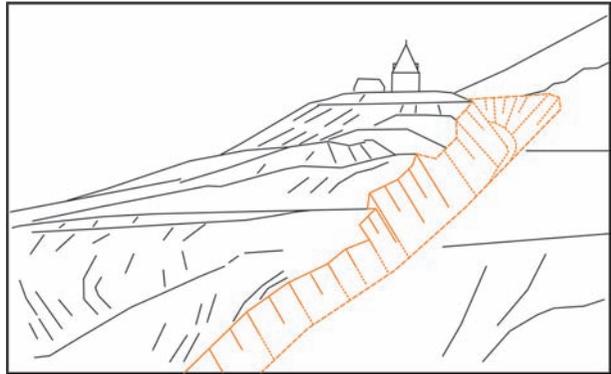


Abb. 2.4.g: Ehemaliger Tagebau. Hier quer unterhalb des Kanekuhler Schachts nach rechts unterhalb des Wäldchens verlaufend zu sehen. Foto um 1909. Aus der Sammlung Heinrich Stöcker



Abb. 2.4.h: Ehemaliger Tagebau. Hier zwischen Maltermeister Turm und Herzberger Teich verlaufend, Foto um 1920. Aus der Sammlung Heinrich Stöcker

Abb. 2.4.i: Ehemaliger Tagebau unterhalb des Maltermeister Turms



durch ein neues Fördergerüst, ein Dampfmaschinenhaus, ein Kesselhaus und ein Werkstatt- und Bürogebäude erweitert wurden beziehungsweise im Zuge der Modernisierung des Winkler Wetterschachtes.

Übrig blieb vom Tagebaugebiet eine heute kaum noch wahrnehmbare läng-

liche Geländevertiefung vom Maltermeister Turm bis hinab zum Anfahrhaus unmittelbar südlich vom Museumsgelände (s. Abb. 2.4.f bis i).

Zusätzlich zum Haldenwachstum und zur Schaffung von Flächen für den Bau neuer Tagesanlagen wurden Fahrstraßen durch diesen Bereich



Abb. 2.4.j: Maltermeister Turm (hier „Anleute Turm“ links oben im Bild) mit Brücke über den Rest des ehemaligen Tagebaus, Ausschnitt aus einer Zeichnung von Eggers 1735

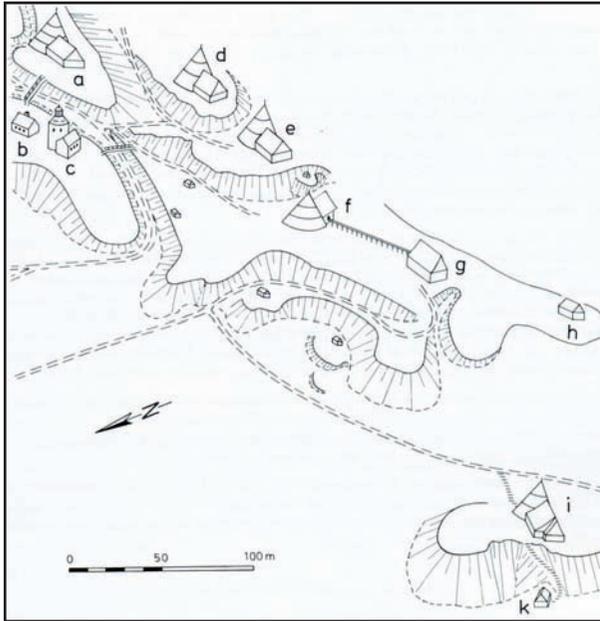


Abb. 2.4.k: Brücke über den ehemaligen Tagebau. Nachzeichnung eines Ausschnitts aus dem Riss von Eggers. Es bedeuten:
c: Maltermeister Turm
d: Voigtscher Schacht
e: Innier Schacht.
 /SPE 1990/

gebaut. Sie führten zu den Schächten und den anderen auf +400 m NN liegenden Tagesanlagen. Entlang der Achse des ehemaligen Tagebaus führte zum Beispiel eine Straße vom Plateau der Schachtgebäude hinab ins Winterthal. In zeitgenössischen zeichnerischen Darstellungen ist noch eine Brücke zu erkennen, die auf +400 m NN vom Maltermeister Turm über diese Straße zum Voigtschen Schacht führt (s. Abb. 2.4.j und k).

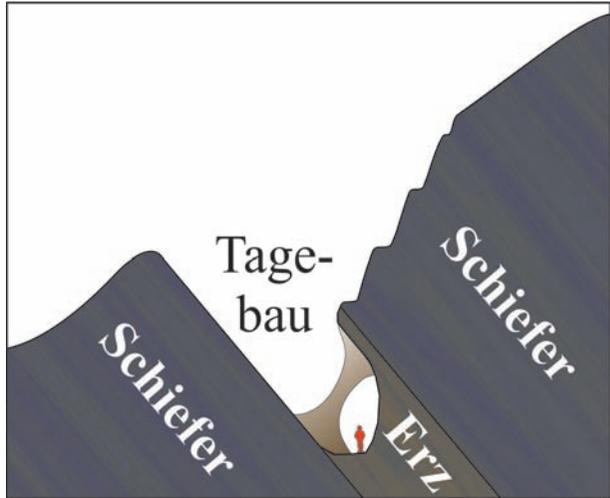
Vorstellen kann man sich das Bild, das sich am Ende der Tagebauphase am Rammelsberg bot, als regellos anmutende Landschaft aus Tagebauen unterschiedlicher Teufe, zum Teil zusammengebrochenen Böschungen, Halden tauben Schiefers, Schächten, Wegen und kleinen Holzhäusern. Viele der Tagebaue werden erhebliche Ausmaße erreicht haben, wenn auch

wahrscheinlich nicht so groß, wie in manchen anderen Bergbaurevieren.

2.5 Tagebaue mit Überhang

Von anderen Bergbaurevieren ist bekannt, dass es Tagebaue gegeben hat, in denen über lange Zeiträume hinweg mit überhängenden Wänden gearbeitet wurde. Der Umstand, dass am Rammelsberg das Lager mit 50° einfiel und das umgebende Gebirge aus Wisenbacher Schiefer bestand, schränkte diese Art der Tagebaugestaltung ein. Das betraf besonders alle Überhänge im Hangenden, bei denen der Schiefer genau in der Richtung belastet wurde, in der er nicht sehr widerstandsfähig ist. War die Wandfläche zu groß, dann brach sie herein. Diese Erfahrungen werden die Rammelsberger Bergleute jener Zeit beim Herantasten an die Stabilitätsgrenzen gemacht haben.

Abb. 2.5.a: Tagebau mit Überhang und säulenartigem Sicherheitspfeiler (Feste)

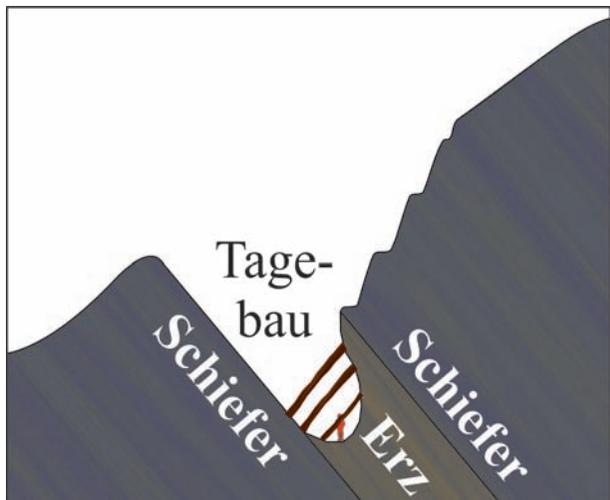


Die Tagebauböschungen, die nicht aus Schiefer, sondern Erz bestanden, werden die Bergleute senkrecht angelegt haben und sogar mit Überhängen, denn das Erz war, wie schon im Kapitel Geologie und Geomechanik beschrieben, bei Überhängen relativ standsicher.

Ab einer bestimmten Spannweite mussten die steilen und besonders

die überhängenden Tagebauwände sowohl im Erz als auch im Schiefer gestützt werden. Dafür boten sich Sicherheitsfesten (Pfeiler) an (s. Abb. 2.5.a) oder Ausbauelemente, wie zum Beispiel kräftige Holzstempel (s. Abb. 2.5.b) oder Mauern. Und schließlich konnten Grubenbereiche wieder mit taubem Schiefer aufgefüllt werden, um Überhänge zu unterstützen.

Abb. 2.5.b: Tagebau mit Überhang und Holzausbau



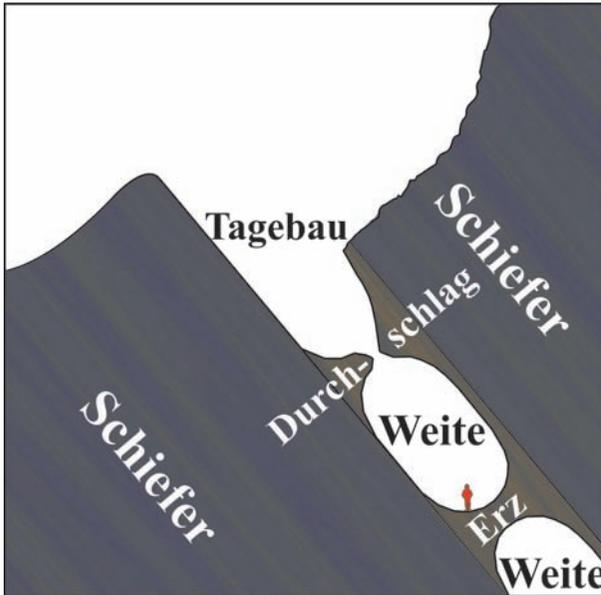


Abb. 2.5.c: Untertägiger Grubenhohlraum mit Durchschlag zu einem darüber liegenden Tagebau

Die Standsicherheit ließ sich damit aber nur eine gewisse Zeit lang aufrechterhalten. Lange scheint das am Rammelsberg nicht möglich gewesen zu sein. Jedenfalls sind bis heute keine Tagebaue mit Überhang erhalten geblieben.

Der Übergang vom Tagebaubetrieb zu Tiefbaugruben, das heißt zur Ausrichtung der Lagerstätte mit Schächten und Stollen, ist bei historischen Bergwerken oft fließend. In anderen Bergbaurevieren sind hohe steile Wände oder Überhänge zu sehen, in die hinein große Nischen getrieben wurden, die schließlich die Form von Weiten mit mehr oder minder großer Tagesöffnung annahmen.

Es gibt aber auch Fälle, bei denen untertägig begonnene Abbauhohlräume so lange nach oben geführt wurden, bis schließlich ein Durchschlag nach

übertage entstand (s. Abb. 2.5.c). Es ist schwer, zu entscheiden, ob Gruben dieser Art noch als Tagebau zu bezeichnen sind oder schon als Untertagebergbau.

2.6 Untertägige Gruben

Im Mittelalter bildeten die Weiten den wesentlichen Teil der Rammelsberger Abbauhohlräume. Sie sollen hier vordergründig beschrieben werden. Die anderen Grubenbauwerke des Rammelsbergs, wie Stollen, Strecken, Schächte und so weiter, die zum Beispiel für die Fahrung, Wasserhaltung oder Förderung benutzt wurden, und die kleineren Abbauhohlräume, wie Erzörter und Schräme, gehörten zwar genauso dazu, bleiben aber einer späteren Veröffentlichung vorbehalten.

Gewöhnlich gehörte zu jeder Grube nur eine Weite. Im Laufe der Zeit

erschöpften sich dort aber naturgemäß die erreichbaren Erzvorräte und es wurden gewöhnlich unterhalb Suchörter angelegt, um neue Erzreserven zu finden. Aus fündig gewordenen Suchörtern entstanden sogenannte Erzörter und schließlich Schräme, in denen der Erzabbau vorbereitet wurde und in den Regelbetrieb überging. Hatten sie eine Größe erreicht, die deutlich über das Maß einer Strecke hinausgingen, dann wurden sie als Weiten bezeichnet. Es gab Zeiten, in denen Gruben neben ihrer alten, bereits weitgehend ausgezerten Weite, eine neue, zweite hatten. Es gab auch alte, noch betriebene Wei-

ten, in denen kein Erz mehr abgebaut werden konnte, aber der sogenannte Kupferrauch, ein Gemisch aus Vitriolen, Asche vom Feuersetzen und kleinstückigem Erz.

Die Erzförderung aus den Weiten erfolgte, soweit sie nicht unmittelbar an einen Tagebau angeschlossen waren, durch Schächte. Am kostengünstigsten waren Schächte, die vom Tiefsten der ehemaligen Tagebauen angelegt worden waren. Beim Auffüllen der Tagebaue wurden die Schächte durch weiter nach oben geführten Ausbau gegen das Haufwerk gesi-

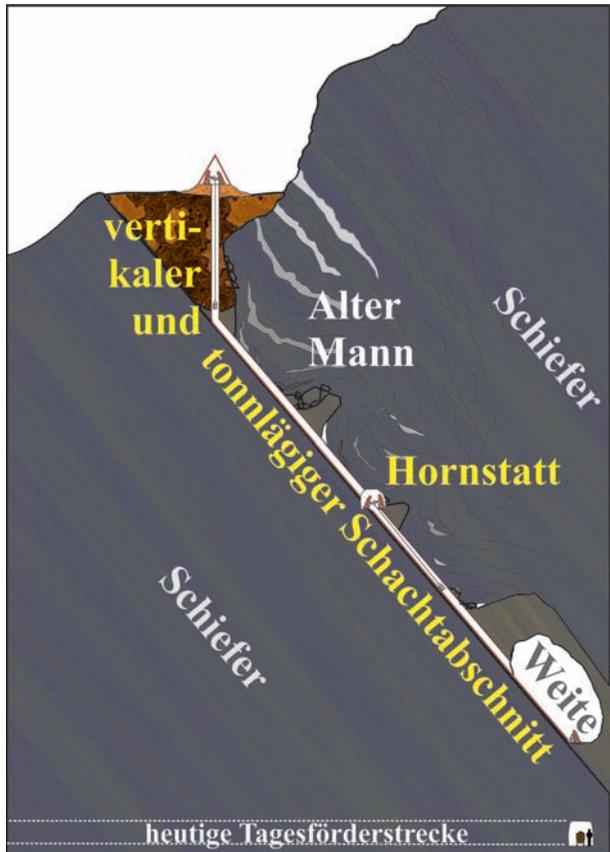


Abb. 2.6: Weite mit Schacht im Einfallen des Alten Lagers, oben Haspelkaue, aufgesattelt mit steigender Höhe der Verfüllmassen, weiter unten im Schacht eine Hornstatt (Haspelort) für den tieferen Schachtabschnitt, wenn die Schachtteufe die maximal mögliche Seillänge überschritt

chert. Sie „wuchsen“ dadurch vom Tagebautiefen senkrecht nach oben. Daraus ergibt sich das Phänomen, dass die Schachtöffnungen zum Schluss im Hangenden des ehemaligen Alten Lagers lagen und nicht im geomechanisch standsichereren Liegenden (s. Abb. 2.6).

Die alten Schächte wurden bei Bedarf im Einfallen der Erzlagerstätte verlängert. So ließen sie sich ohne größere Investitionen immer weiter nutzen. Zusätzlich fiel beim Weitererteufen verkaufsfähiges Erz an, so dass sich das Schachtteufen zum Teil bezahlt machte. Der Nachteil dieser Schächte war, dass sie entsprechend des Lagerstätten-einfallens eine Neigung von ungefähr 50° hatten, oft sogar eine wechselnden Neigung. Das erschwerte die Schachtförderung erheblich, besonders bei größer werdenden Teufen.

2.6.1 Grubengröße und Wirtschaftlichkeit

Die Grubenbetreiber werden die Größe und Form ihrer Weiten aber auch so gewählt haben, dass

- bevorzugt Erze besserer Qualitäten abgebaut werden konnten,
- die Grenzen zu fremden Grubeneigentum nicht angetastet wurden,
- das Grubenwasser gut abgeführt werden konnte,
- das Laden und Fördern des Haufwerks nicht beeinträchtigt wurde,
- die Aufsicht über die Bergleute gut möglich war und
- ausreichend frische Wetter zur Verfügung standen.

Dabei ist der Rang beziehungsweise die Wichtigkeit der einzelnen Gesichtspunkte in den einzelnen Gruben unterschiedlich gewesen. Beides lässt sich heute nur noch schwer nachvollziehen.

Die Größe der Weiten hatte einen wesentlichen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit des Grubenbetriebs. Grundsätzlich galt die Regel, dass große Weiten für die Erzgewinnung und Erzförderung am vorteilhaftesten sind. Das lag daran, dass sich in großen Weiten das Feuersetzen besser einsetzen ließ, als in engen Gruben (s. Abb.2.6.1.a).

Besonders in Verbindung mit Tretungen wirkte das Feuersetzen effektiv. An den Rändern größerer Weiten sind die Gebirgsspannungen deutlich stärker als bei kleineren Grubenhohlräumen (s. Abb.2.6.1.b und c). Wurde an den Stellen, an denen das Erz ohnehin schon an die Grenzen seiner Belastbarkeit gekommen war, erhitzt, dann war mit viel hereinbechendem Erz zu rechnen. Dafür bot sich die Stelle am liegenden Übergang vom Erz zum Schiefer an. Bildete sich dort durch das Feuersetzen eine Kuppel, dann brachen oft auch Teile der restlichen Firste mit herein.

Dazu kam, dass sich in großen Weiten mehrere Gewinnungspunkte gleichzeitig betreiben ließen. Das schuf Ausweichmöglichkeiten, wenn ein Gewinnungspunkt nicht mehr betrieben werden konnte, zum Beispiel weil dort kein Erz mehr anstand oder weil die Abbaubedingungen zu schlecht geworden waren. Der Parallelbetrieb mehrerer Gewinnungspunkte erhöhte aber

Abb.2.6.1.a: Feuersetzen unter beengten räumlichen Verhältnisse. Streckenvortrieb im Bergbaumuseum Kongsberg. Foto von Jens Kugler 2015



Tretungen

Als Tretung wurde das Hereinbrechen von Haufwerk in die Weiten bezeichnet, unabhängig davon,

- ob durch die Tretung nur ein Teil der Weite verschüttet wurde oder die gesamte Weite,
- ob die Tretung vorsätzlich herbeigeführt wurden oder ungewollt entstanden war oder
- ob die Bruchmassen aus dem Erzkörper kamen oder aus dem hangenden Schiefer.

Den Begriff Tretung scheint es nur am Rammelsberg gegeben zu haben. Jedenfalls sind dem Autor keine anderen Bergwerke bekannt, in denen er auch verwendet wurde.

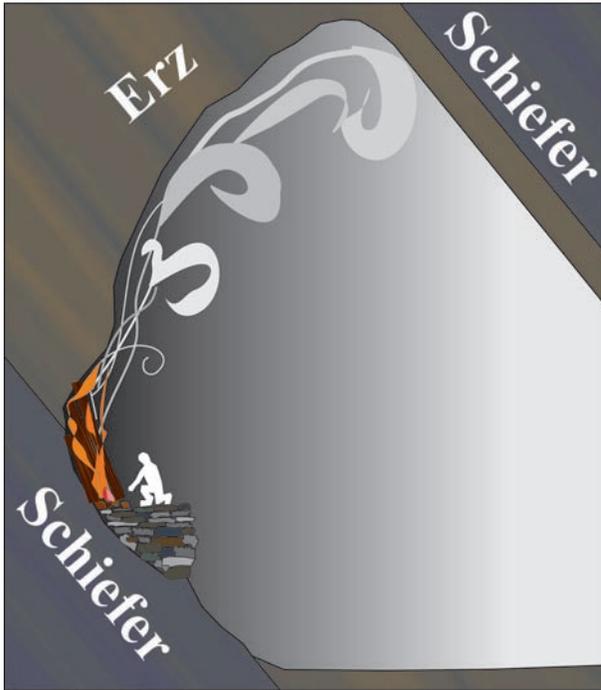


Abb.2.6.1.b: Feuersetzen am Liegenden

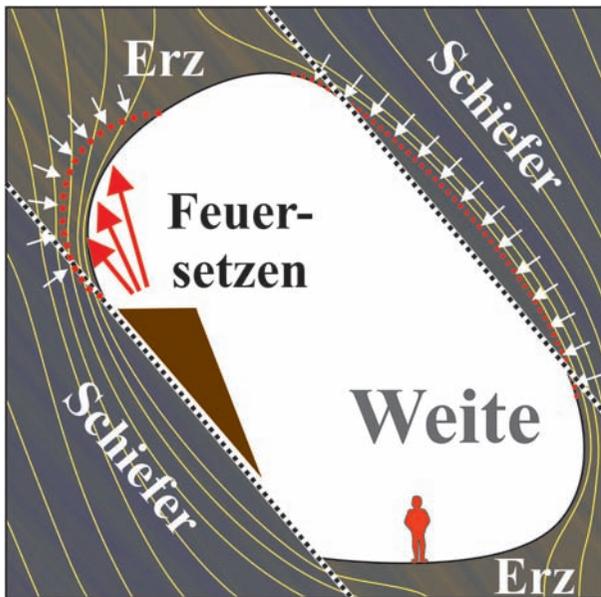


Abb.2.6.1.c: Feuersetzen und Gebirgsspannungsverläufe

auch die Leistungsfähigkeit der betreffenden Grube.

Bei den Angaben der Weitengröße werden im Folgenden nicht alle Fort-

sätze einbezogen, wie Suchstrecken, Wetterhochbrüche, Erzrolllöcher und so weiter sondern nur:

- die lichte horizontale Breite der eigentlichen Weite, gemessen vom Liegenden zum Hangenden,
- die lichte vertikale Höhe der Weite, gemessen von der Sohle bis zur Firste und
- die lichte Länge der Weite, gemessen entlang des Streichens der Lagerstätte.

2.6.2 Weitenbreite und Lagerstättenmächtigkeit

Die Breite der untertägigen Abbauhohlräume richtete sich vor allem nach der Mächtigkeit des Erzkörpers. Geht man von fünf bis zehn Metern Mächtigkeit des Erzkörpers aus und einem Einfallen von ungefähr 50°, dann ergab sich eine maximale Breite der Abbau-

hohlräume von ungefähr sieben bis fünfzehn Meter.

Abweichend davon blieben in Phasen selektiven Bergbaus, in denen die Abbaurichtung an den bestmöglichen Erzqualitäten orientiert wurde, Erzpartien stehen, die als gering- oder minderwertig galten. Die Abbauhohlräume erreichten dann nicht immer das Hangende und Liegende der Lagerstätte. Noch bis in das 20. Jahrhundert gab es sogenannte Kupferweiten, in denen bevorzugt reichhaltige Kupfererze gewonnen wurden.

Die Weiten konnten aber auch breiter werden, wenn das Erzlager flacher einfiel, beispielsweise im Bereich des Hangenden Trums. Dort betrug das Einfallen im Gegensatz zum oberhalb des Hangenden Trums befindlichen Teil des Alten Lagers zum Teil nur 10° bis 15°. Besonders im Berührungsbereich

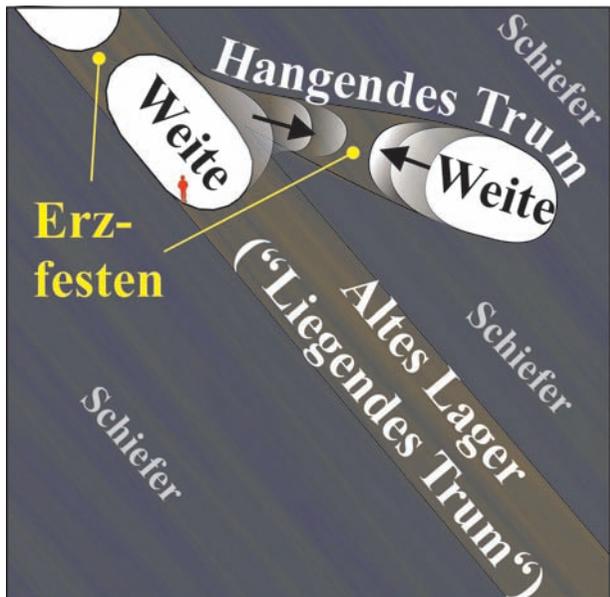


Abb. 2.6.2.a: Erzfeste bei Annäherung zweier Weiten im Hangenden Trum

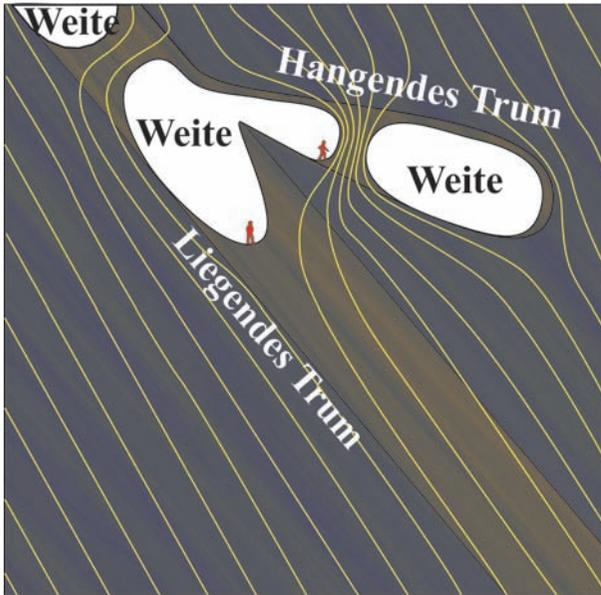


Abb. 2.6.2.b: Spannungsverläufe in einer Erzfeste bei Annäherung zweier Weiten im Hangenden Trum

von Liegendem und Hangendem Trum konnten außerordentlich große Weiten angelegt werden (s. Abb. 2.6.2.a und b).

2.6.3 Weitenhöhe und Grubenwasserspiegel

Gewöhnlich erfolgte der Erzabbau innerhalb einer Weite von unten nach oben. Das war der Gewinnungstechnik geschuldet, denn das Feuersetzen wirkte am besten nach oben, nicht so gut bei seitwärts gerichteter Verhiebungsrichtung und schlecht bei abwärts geführtem Abbau. Deshalb wurde ein Abbauhohlraum so tief begonnen, wie es die Wasserhaltung beziehungsweise der Grubenwasserspiegel erlaubte.

Umgekehrt gesehen wurde immer versucht, dass durch die Wasserhaltung der Grubenwasserspiegel tief genug blieb und dadurch eine ausreichende

Abbauhöhe zum weiter oben liegenden, bereits ausgeerzten Vorgänger-Abbaubereich (dem Alten Mann), zur Verfügung stand (s. Abb. 2.6.3.a).

Der Wasserspiegel stand ursprünglich in jeder Grube unterschiedlich hoch. Das lag daran, dass die Gruben von ungestörtem Erz und Schiefer umgeben waren. Solange beide noch nicht vom Bergbau zerrüttet waren, blieben sie praktisch wasserundurchlässig. Die südwestlichen Gruben lagen relativ dicht am Wintertal und konnten deshalb ihr Wasser über kurze Gräben und Stollen zum Wintertal beziehungsweise zu der dort fließenden Abzucht ableiten (s. Abb. 2.6.3.b).

Die weiter nordöstlich gelegenen Gruben hatten diese Möglichkeit nicht. Sie werden jeweils einen eigenen, relativ kurzen Wasserableitungsstollen in Richtung der damaligen Braunen Hei-

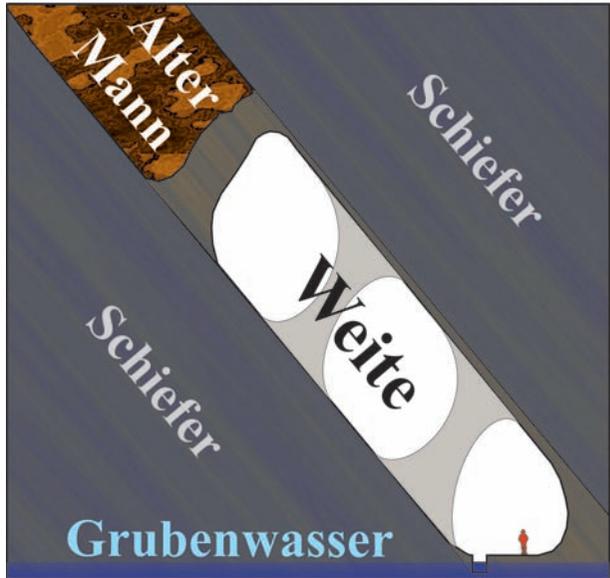


Abb. 2.6.3.a: Weite zwischen Altem Mann und Grubenwasserspiegel

de (nach Norden, heutige Schiefermühle) gehabt haben.

Grob unterteilt werden können die zeitliche Entwicklung der mittelalterlichen Wasserhaltung des Rammelsbergs und damit auch seine Abbauentwicklung nach der Teufe in drei Phasen.

Zu der ersten oder oberen Phase zählen die Tagebaue und die unmittelbar darunter folgenden ersten untertägigen Abbauhohlräume. Aus ihrem Pumpensumpf wurde das Grubenwasser wahrscheinlich mit Schöpfheimern und Handhaspeln zu den Stollen gehoben. Diese Handhaspel konnten bei guten Hanfseilen Teufen von bis zu 40 m überwinden. Nimmt man nun Stollenslängen von bis zu 100 m an und eine Hangneigung von $1:5 = 20$ m Teufe des Stollens unter Geländeoberkante, dann ließen sich in dieser ersten Phase ungefähr 60 m unter Geländeoberkante ent-

wässern. In den Gruben auf dem Plateau am heutigen Maltermeister Turm ergab das eine Teufenniveau von bis ungefähr + 350 m NN (zwanzig Meter über dem Niveau der heutigen Tagesförderstrecke). Die am Hang liegenden Gruben ließen sich bei gleichem Aufwand bereits tiefer entwässern. Es entstand eine dementsprechende Abstufung der Grubenteufen von Ost nach West, die auch in den folgenden Phasen und sogar in den zeichnerischen Darstellungen aus dem 18. Jahrhundert zu beobachten ist.

Grundlage der zweiten Phase war der Bau eines Wasserableitungsstollens auf +323 m NN. Er wurde übrigens 1909 beim Bau des Verwaltungsgebäudes und 1978 noch einmal unmittelbar südlich der Waschkaua gefunden. An ihn werden die westlichen Gruben unmittelbar angeschlossen gewesen sein und mittelbar, aber mit Höhenun-

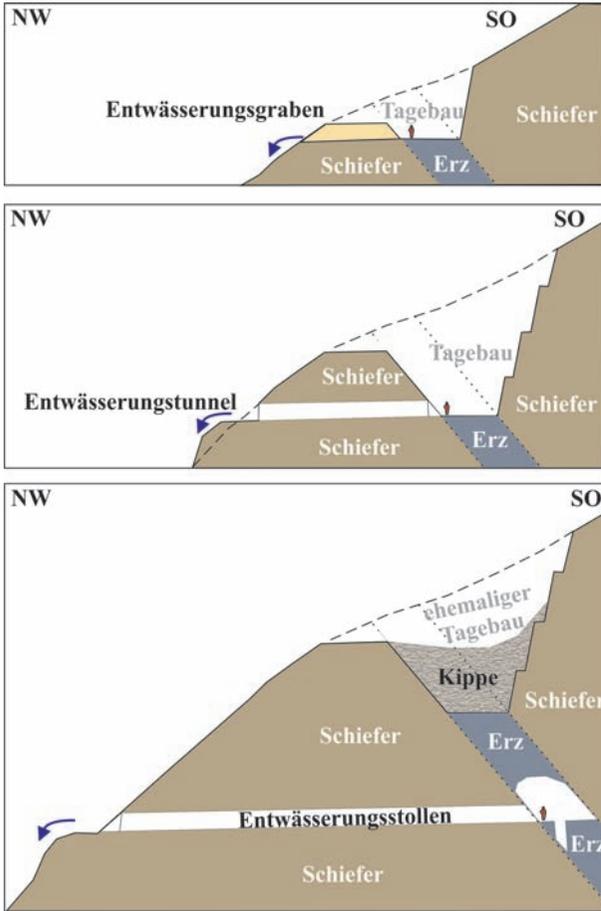


Abb. 2.6.3.b: Wasserhaltungsgräben, -tunnel und -stollen, Übergang vom Tagebau zum untertägigen Abbau

terschieden, wohl auch die östlichen. Von diesem Stollenniveau ließen sich wiederum tiefer liegende Grubenbereiche (vermutlich wieder mit Haspeln und Handpumpen) entwässern. Damit konnte das Grubenwasser aus einem Gebirgsbereich bis hinab auf ungefähr + 263 m NN gehoben werden. Das wäre ungefähr das Teufenniveau des späteren Tiefen Julius Fortunatusstollens.

Die dritten Phase hatte den auf +300 m NN angelegten Rathstiefsten

Stollen und die in seiner Verlängerung auf ungefähr + 310 m NN ansteigende Bergesfahrt zur Grundlage. Das Alter des Rathstiefsten Stollens wird in der Literatur oft als bekannt angenommen. Als Beweis wird eine Urkunde vom 25. April 1271 gewertet. Darin steht (Zitat) „agetucht det ut deme Rammesberge vlut“ (Abzucht, die aus dem Rammelsberg fließt). Bei der Abzucht handelt es sich aber nicht um den Ratstiefsten Stollen, sondern um den übertägigen Bachlauf, in den sowohl das Wasser aus dem Ratstiefsten Stollen fließt, als

auch das aus älteren, möglicher Weise etwas weiter oberhalb angelegten Stollen geflossen sein wird.

An den Rastiefsten Stollen beziehungsweise die Bergesfahrt werden, wie zuvor an die höher gelegenen Stollen, Handhaspel angeschlossen gewesen sein, die nun aber bis ungefähr + 270 m NN hinabreichten. Dort war die als Trostefahrt bezeichnete Strecke aufgefahren worden, an die viele der damaligen Gruben angeschlossen waren. Das entspricht ungefähr dem Höhenniveau wenige Meter über dem späteren Tiefen Julius Fortunatusstollen und ermöglichte bereits den Erzabbau in großen Teilen des Hangenden Trums. Die Handhaspel wurden am Ende dieser Phase durch Bulgenkünste und etwas später durch Heinzenkünste ersetzt, die beide ebenfalls ungefähr 40 m tief reichten, nur dass sie durch einen verbesserten Antrieb leistungsfähiger waren als ihre manuell angetriebenen Vorgänger. Sie befanden sich im Alten Kunstschacht (zuvor auch als Bulgenschacht bezeichnet) beziehungsweise im Feuergezäher Schacht.

Aus dem Vertrag vom 17. Januar 1360, den die Stadt Goslar mit Meister von Arnheim geschlossen hat, ist ersichtlich, dass der Abbau in der Zeit zuvor schon mehr als 20 m unter der Trostefahrt umgegangen war (bis + 248 m NN), nun aber alles bis zur Bergesfahrt unter Wasser stand (s. Abb. 2.6.3.c). Die in der Teufe von + 248 m NN aufgefahrne Strecke hieß „to dem Tanse“. Vermutlich gab es zusätzlich zu den Künsten noch Handhaspel, mit denen das Wasser von

dort zur Trostefahrt beziehungsweise zu den Pumpensümpfen im Bulgen- und Feuergezäher Schacht gehoben wurde. Offenbar ging die Wasserhaltung sogar noch etwas tiefer. Erwähnt werden in diesem Zusammenhang die Wasserhaltungsstrecken „to dem Plasse“ und „to dem Vastelavende“. Deren Teufe lässt sich jedoch noch nicht näher bestimmen.

Als Teufendifferenzen ergeben sich

Phase 1: + 400 m NN bis + 350 m NN
= 50 m,

Phase 2: + 350 m NN bis + 263 m NN
= 87 m und

Phase 3: + 263 m NN bis + 228 m NN
= 35 m.

In der ersten Phase (oberste untertage-“Sohle“) beträgt die mögliche Weitenhöhe abzüglich der Tagebauteufe ungefähr 30 m und auch in der dritten Phase ergibt sich abzüglich einer ungefähr fünf Meter mächtigen Sicherheitschwebe zu dem darüber befindlichen Alten Mann eine Weitenhöhe von 30 m. Das stimmt übrigens gut mit den in anderen Bergbaurevieren beobachteten Weitenhöhen überein (vgl. Kap. 3.2) und mit den damals möglichen Teufen, die in den tonnlägigen Erzförderschächten mit Handhaspeln überwunden werden konnten.

In der zweiten Phase wird es vermutlich eine oder zwei weitere Unterteilungen gegeben haben, verbunden mit weiteren, heute in Vergessenheit geratenen Wasserableitungsstollen oberhalb von + 350 m NN. Von einer strikten vertikalen Einteilung in der Art von

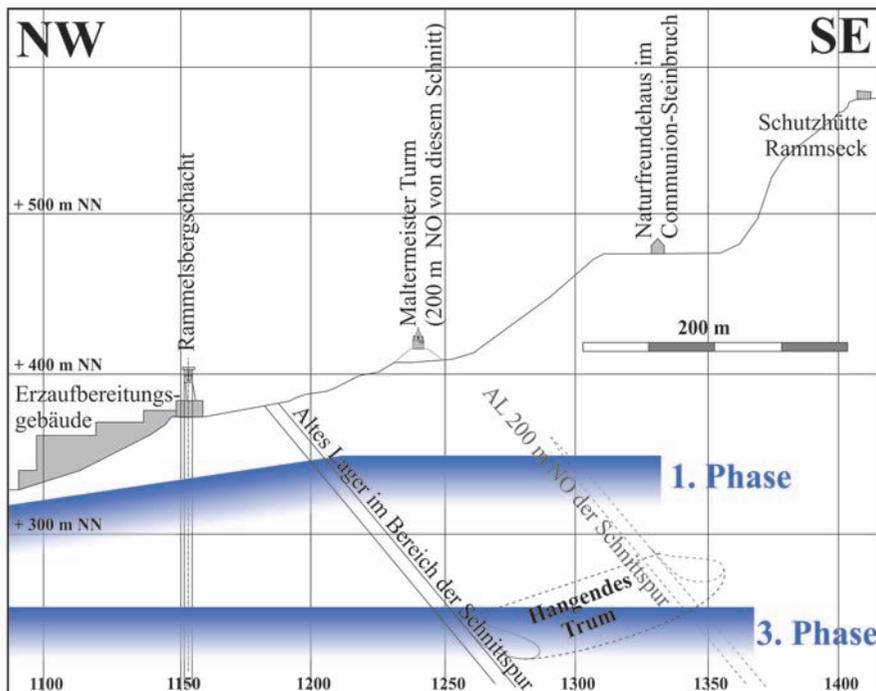


Abb. 2.6.3.c: Grubenwasserstände im Mittelalter

Sohlen kann aber nicht ausgegangen werden. Vielmehr wird es unterschiedliche, nebeneinander betriebene Wasserhaltungsanlagen und Fördersohlen gegeben haben.

Die beschriebenen Weitenhöhen stellen allerdings Höchstmaße dar, die sie nur in ihrer Endphase erreichen konnten. Wahrscheinlich wurden sie aufgrund der unregelmäßigen Erzqualitäten und der örtlich unterschiedlichen Abbaubedingungen selten erreicht. Die meisten Weiten werden auch in ihrer Endphase deutlich kleiner gewesen sein. Dazu wird es eine große Zahl von mehr oder minder großen Sicherheitsfesten (s. Abb. 2.6.3.a) und von zu Bruch gegangenen Bereichen gegeben

haben, die die Weitengröße noch weiter verringerten.

2.6.4 Weitenlänge und Bergrecht

Für die Abschätzung der Längen der Rammelsberger Abbauweiten lassen sich die schon erwähnten Goslarer Bergordnungen heranziehen. In der Fassung aus dem Jahre 1271 heißt es, wie schon erwähnt, in Art. 13: "Dritteyn grouen scal en berch to rechte hebbē". Es war offensichtlich üblich, das Erzabbaurecht an dreizehn Grubeneigentümer zu vergeben. Die Länge des Alten Lagers beträgt an der Erdoberfläche ungefähr 500 m. Abzüglich der Sicherheitsfesten zwi-

Grubenname	Ellen	Meter
Bleizeche	68,0	38,9
Oldegrove	50,5	28,9
Dudesche	82,0	46,9
Rottmann	27,0	15,4
Nachtigall	31,0	17,7
Kanekuhle	37,5	21,4
Silberhol	41,0	23,4
Breitling	44,0	25,1
Innie	37,5	21,4
Eschenstall	36,0	20,6
Haschenstall	35,0	20,0
Dedelebische	34,0	19,4
Voigtsche	30,5	17,4
Froborgsche	13,0	7,4
Hohe Warte	38,0	21,7
Hawschune	36,0	20,6
Lüdersstill	26,3	15,0

Länge von ungefähr 35 m geblieben (s. Abb. 2.6.4). Tatsächlich wurden 1489 folgende Grubenzlängen gemessen und niedergeschrieben (Reihenfolge von West nach Ost). /BOR 1930/

2.6.5 Firstspannweite und Standsicherheit

Sowohl im Hangenden Trum, als auch in den anderen Bereichen des Alten Lagers, ergab sich die mögliche Firstspannweite aus der Standsicherheit der Firsten. Offensichtlich haben die Grubenbetreiber die Belastbarkeitsgrenzen ausgetestet und dabei durchaus Zusammenbrüche in Kauf genommen.

Die Einstellung der Grubeneigentümer zu Tretungen war ambivalent. Einerseits wurden Tretungen gerne gesehen, weil dadurch Erz mit herein-

schen den Gruben von ungefähr vier Metern wäre pro Grube eine nutzbare

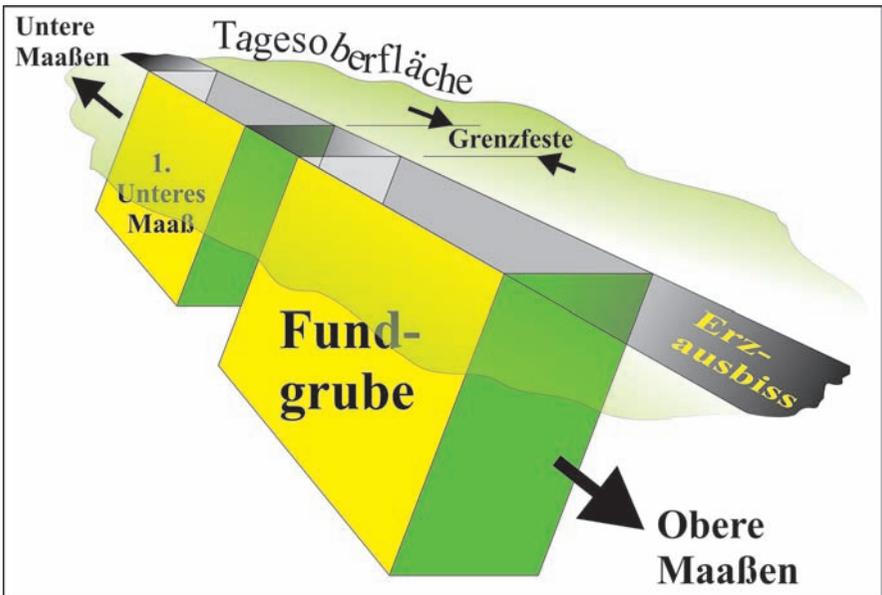


Abb. 2.6.4: Einteilung einer flächigen steilstehenden Lagerstätte in Gruben (Maaßen)

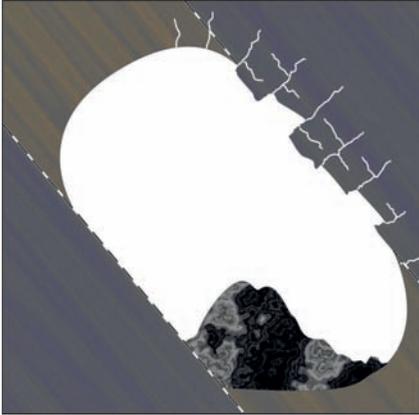


Abb. 2.6.5.a: Weite mit beginnendem Schiefernachfall aus der Firste



Abb. 2.6.5.b: Weite mit fortgeschrittenem Schiefernachfall aus der Firste

brach, ohne dafür viel Arbeit aufwenden zu müssen. Andererseits gefährdeten Tretungen, wenn sie zu groß und unbeherrschbar wurden, den Weiterbetrieb der betreffenden Grube und ihrer Nachbargruben (s. Abb. 2.6.5.a bis d).

Kleinere Tretungen wurden gezielt provoziert, indem genau dort Feuer gesetzt wurde, wo die Gebirgsspannungen am höchsten beziehungsweise

die Standsicherheit ohnehin gering war (s. Abb. 2.6.1.b). Größere Tretungen suchte man dagegen zu verhindern. Aber erst Ende des 17. Jahrhundert gab es ernsthafte Bemühungen, große Tretungen wirkungsvoll einzuschränken. Bis dahin scheinen sie eine gern angewendete Gewinnungsmethode gewesen zu sein, auch wenn es immer wieder zu übermäßigen, unbeherrschbaren Zusammenbrüchen kam.

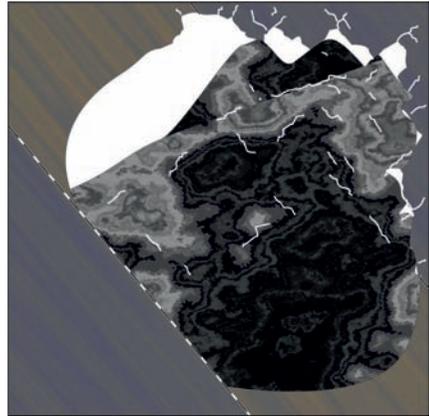


Abb. 2.6.5.c: Fast vollständig zusammengebrochene Weite

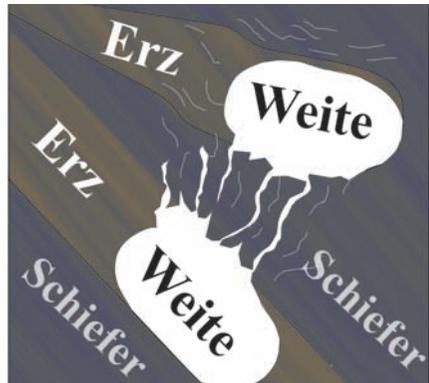


Abb. 2.6.5.d: Zusammenbruch einer Weite mit Auswirkungen auf eine darüber liegende Weite

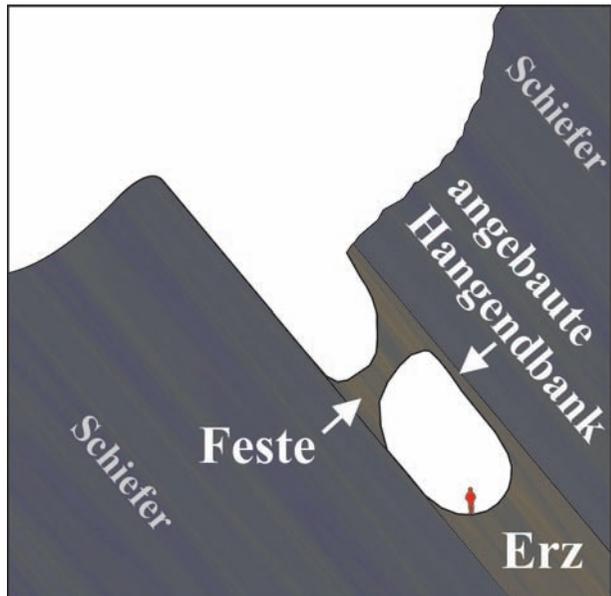
2.6.6 Sicherheitsschweben, Sicherheitsfesten und Ausbau

Schieferfirsten mit Spannweiten von mehr als ungefähr fünf Metern „entblößen“ Schiefers sind, wie Erfahrungen aus dem 20. Jahrhundert gezeigt haben, nicht standsicher. Deshalb wurde immer versucht, im Firstbereich möglichst wenig Schiefer freizulegen und stattdessen ungefähr einen Meter Erzschwebe am Übergang zum Schiefer stehen zu lassen (eine „Hangend-Bank anzubauen“), bis andere Sicherungsmaßnahmen griffen (s. Abb. 2.6.6.a). Wie das im Mittelalter gehandhabt wurde, lässt sich bislang noch nicht anhand von untertägigen Befunden einschätzen.

Mit Sicherheit wurden aber in den Weiten, wie schon bei den Tagebauen mit Überhang, Sicherheitsfesten aus

Erz stehen gelassen. Sie waren entweder säulenartig und hatten große Durchmesser und standen inmitten der Weiten. (s. Abb. 2.6.6.b) Die Durchmesser werden abhängig von Druckbeanspruchung und Weitenhöhe gewesen sein. Die großen Weitenhöhen und die relativ hohe Eigendichte (über 4 t/m^3) der aus Erz bestehenden Festen haben am Rammelsberg dazu geführt, dass die Festen nicht exakt rechtwinklig zum Hangenden und Liegenden, sondern etwas steiler angelegt wurden.

Daneben gab es Sicherheitsfesten, die zwischen zwei benachbarten Weiten in der Art mächtiger Wände stehen gelassen wurden. Sie haben nicht nur der Standsicherheit gedient, sondern, wie schon beschrieben, auch der Vermeidung von Streit (s. Abb. 2.6.4). Bevorzugt wurden die Sicherheits- und Grenzpfiler natürlich dort stehen



**Abb. 2.6.6.a: Angebaute
Hangend-Bank**

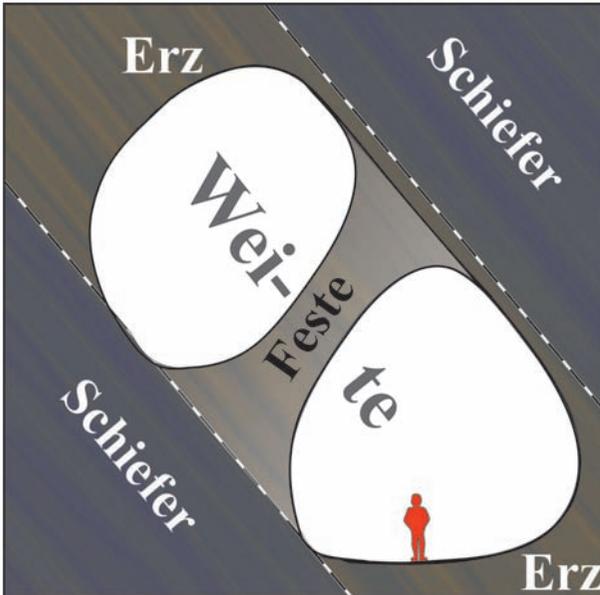


Abb. 2.6.6.b: Säulenförmige Sicherheitsfeste inmitten einer Weite

gelassen, wo die Erzqualitäten geringer waren.

Ein Ausbau der Rammelsberger Weiten mit Mauern (s. Abb. 2.6.6.c) ist für spätere Zeiten bekannt (s. Abb. 2.6.6.d). Er könnte auch schon im Mit-

telalter verwendet worden sein. Das ist aber noch nicht anhand von untertage-Funden belegt.

Der Ausbau der Rammelsberger Weiten mit Holzstämmen ist aufgrund der Befunde aus anderen Bergbaurevie-

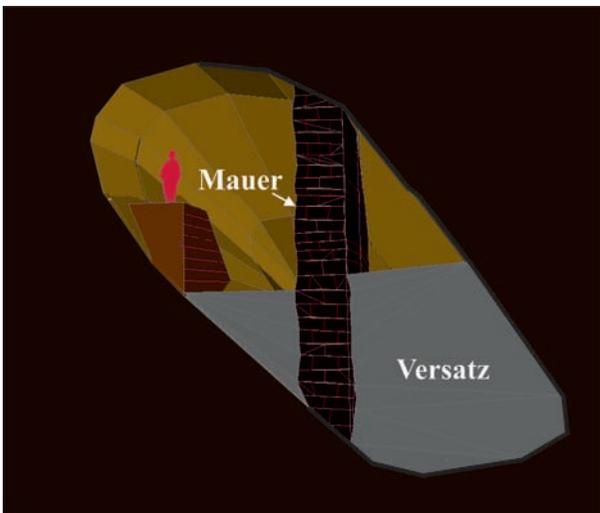
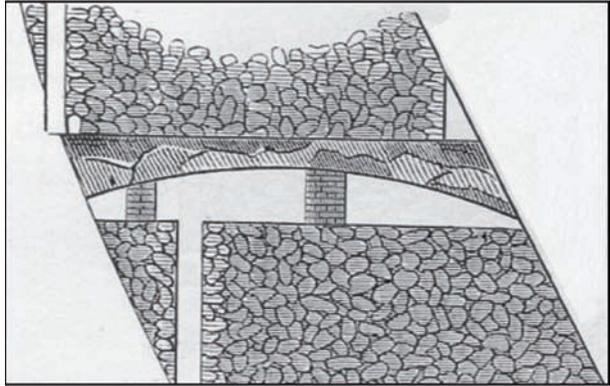


Abb. 2.6.6.c: Mauer-
ausbau in einer Weite,
Mauerbasis auf dem
Liegenden

**Abb. 2.6.6.d: Mauer-
ausbau in einer Weite,
Mauerbasis auf dem
Versatz. /AHR 1835/**

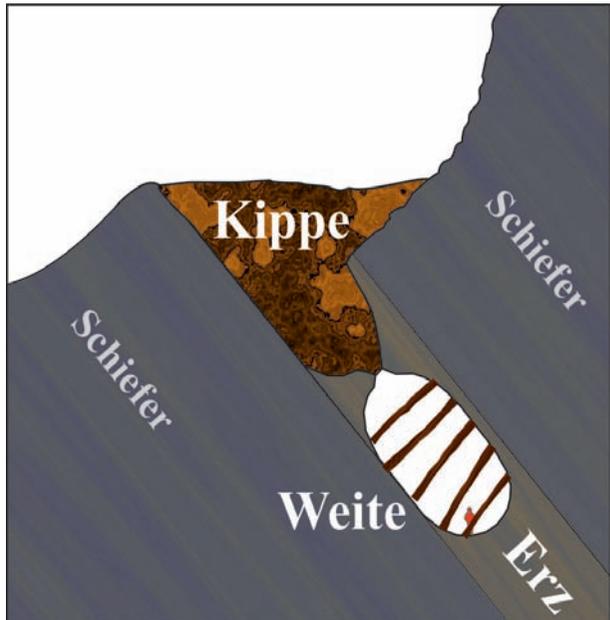


ren sehr wahrscheinlich, aber bislang noch nicht bewiesen (s. Abb. 2.6.6.e). Möglicher Weise reichten die Holzstempel nicht über die gesamte Breite der Abbauhohlräume beziehungsweise vom Liegenden bis zum Hangenden des Erzlagers. Sie könnten zum Beispiel auch zwischen Hangendem Schiefer und Sohle des Abbauhohl-

raums eingebaut gewesen sein (s. Titelbild dieses Heftes).

Versatz scheint dagegen im Mittelalter im Rammelsberg noch nicht planmäßig angewendet worden zu sein. Jedenfalls ist nichts darüber bekannt. Über zweihundert Jahre später musste ein großer Aufwand betrieben wer-

**Abb. 2.6.6.e: Holz-
ausbau in einer Weite**



den, um endlich den Versatzbetrieb im Rammelsberg einführen zu können.

2.7 Montanarchäologie am Rammelsberg

Die bislang einzige Möglichkeit, vor Ort Erkenntnisse über den frühen Rammelsberger Bergbau zu erlangen, bietet die Montanarchäologie. Momentan beschäftigt sich das Niedersächsische Landesamt für Denkmalpflege, Arbeitsstelle Montanarchäologie, mit Grabungen im heute oberflächennahen Bereich des ehemaligen Alten Lagers (s. Abb. 2.7.a).

1992 wurde vom damaligen Institut der Denkmalpflege in Hannover, das seit 1985 archäologische Untersu-

chungen im westlichen Harz betreibt, in Goslar der Stützpunkt Harzarchäologie gegründet. Seitdem erforschen seine Mitarbeiter zusammen mit verschiedenen Instituten der TU Clausthal, der Universitäten Göttingen, Freiburg, Siegen, Heidelberg, Hohenheim und London und dem Landesamt für Bodenforschung Hannover sowie dem Deutschen Bergbaumuseum Bochum das historische Berg- und Hüttenwesen des Harzes und seines Vorlands. Sitz der Arbeitsstelle ist seit 2008 unser Museum.

Ein herausragende archäologische Fundstelle, an der die Mitarbeiter der Arbeitsstelle seit 2011 Grabungen durchführen, ist der oberflächennahe Bereich des Rammelsberger Alten



Abb. 2.7.a: Altes Lager mit Lageverdeutlichung der archäologischen Arbeiten



Abb. 2.7.b: Montanarchäologische Grabung am ehemaligen Ausbiss des Alten Lagers. Foto von Bjorn Jobst, Niedersächsisches Landesamt für Denkmalpflege, 2015

Lagers. Träger der Maßnahme ist die Caritas Goslar, die dafür vom Jobcenter Goslar finanziert wird.

Bei den Grabungen erwies sich, dass das Gelände, nachdem dort das Erz im Tagebaubetrieb abgebaut worden war, jahrhundertlang als Halde für taubes Haufwerk, zum Beispiel damals unbrauchbares Blei-Zinkerz, gedient hatte. Entsorgt wurden dort, wie es auf Halden üblich ist, auch defekte Gezähe und anderes. Bereits 1999 wurden Reste eines Lederschuhs gefunden, der,

wie wissenschaftliche Untersuchungen ergaben, aus den Jahren um 1024 stammt.

Entdeckt wurden auch viele Holzteile aus der 2. Hälfte des 15. Jahrhunderts. Die Grabungsbefunde lassen vermuten, dass es sich um einen verfüllten Schacht mit einem Stollen handelt (s. Abb. 2.7.b). Beide sind nicht im Risswerk verzeichnet und entstanden ersten Einschätzungen der Archäologen zufolge während des Spätmittelalters. Beide Gruben-

hohlräume wurden wahrscheinlich für einen Nachlesebergbau in einem Teil des Alten Lagers angelegt, der zwar in den vorangegangenen Jahrhunderten bereits Ziel eines Tagebaubetriebs gewesen, dabei aber nicht vollständig abgebaut worden war.

Einen ebenfalls herausragenden Grabungsfund stellt die vielleicht älteste bislang in Deutschland gefundene Grubenlampe dar. Sie ist aus grobem Ton gefertigt und stammt aus dem 14. Jahrhundert. Außerdem wurden Werkzeuge und Kleidungsreste von Bergleuten und Reste von Seilen und Geweben gefunden. /KLA 2015/

Zum Teil sind noch heute Reste der ursprünglichen Tagebauböschung im Liegenden des Alten Lagers zu erkennen. Die Mitarbeiter der Montanarchäologischen Außenstelle haben dort Bühnlöcher mit Holzresten gefunden, die auf einen Ausbau des Tagebaueinschnitts mit großen Holzstempeln schließen lassen.

3 Vergleichbare Bergwerke

Das in Vergessenheit geratene Wissen über die mittelalterlichen Rammelsberger Grubenhohlräume lässt sich nicht einfach durch theoretische Betrachtungen ersetzen. Aufgrund ihrer Unzugänglichkeit ist es auch nicht möglich, durch Befahrungen Erkenntnisse zu sammeln. Es können aber Vergleiche zu anderen, jüngeren und besser dokumentierten Grubenbereichen des Rammelsbergs angestellt werden oder zu anderen, noch zugänglichen Grubenrevieren.

Bei den vergleichbaren Erzbergwerken im Oberharz oder im Erzgebirge handelte es sich in der Regel um Ganglagerstätten, das heißt um schmalere und mehr oder minder steil stehende Erzkörper, und nicht um mächtige Erzlager, wie beim Rammelsberg. In den Fällen mit mehreren gemeinsam abgebauten nahe beieinander liegenden parallel verlaufenden Gängen entstanden aber Abbaumächtigkeiten, die mit denen des Rammelsbergs vergleichbar sind.

Daneben lassen sich Bergwerke zu Vergleichen heranziehen, die auf mächtigeren Lagerstätten bauten, zum Beispiel im Eisenerz oder Marmor, denn dort waren die Lagerstättenmächtigkeiten und das Einfallen zum Teil ähnlich denen des Rammelsbergs.

Die Auswahl der in diesem Heft aufgeführten Bergwerke umfasst bei weitem nicht alle, die dafür in Frage kamen. Dafür wäre eine umfangreiche Recherche notwendig, die den Rahmen und die Möglichkeiten dieses Heftes weit überschritten hätte.

Trotz dieses beschränkten Spektrums lassen sich durchaus die in den vorangegangenen Kapiteln getroffenen Annahmen begründen. Zukünftig sollten aber noch weitere Daten und Fakten aus anderen Bergbaurevieren zusammengetragen werden, denn die Erfahrungen zeigen, dass sich beim gezielten Literaturstudium und bei auswärtigen Befahrungen oft Hinweise ergeben, die das Bild vom mittelalterlichen Rammelsberg schärfen können.

3.1 Vergleichbare Tagebaue

Vergleiche zwischen den ehemaligen, mittelalterlichen Rammelsberger Tagebauen und jüngeren Tagebauen, die ebenfalls am Rammelsberg betrieben wurden, sind vorteilhaft, weil die geomechanischen Verhältnisse, insbesondere die Böschungsbedingungen sehr ähnlich sind, auch wenn heute keine Böschungen mehr existieren, in denen das Erz des Alten Lagers angeschnitten ist.

Am Rammelsberg sind bis heute mehrere, wenn auch allesamt inaktive Tagebaue erhalten geblieben, insbesondere die drei Versatzsteinbrüche Schiefermühle, Communion-Steinbruch und Taternbruch. Allerdings steht nur in der Schiefermühle ein vergleichbarer Schiefer an. Dieser Tagebau liegt außerdem sehr nahe am Alten Lager und schneidet den Alten Mann sogar mit seiner südlichen Böschungsschulter in einem kleinen Bereich an.

Im Gegensatz zum Rammelsberg haben sich in anderen Bergbaurevieren zum Teil die ursprünglichen Erztagebaue erhalten. Eine Voraussetzung dafür ist, dass dort nach der Entstehungszeit der Tagebaue keine weitere Betriebsperiode folgte, in der die Tagebaukonturen überprägt wurden, zum Beispiel durch einen größeren Tagebau oder durch hinein gekipptes Haldenmaterial. Eine andere Voraussetzung ist ein standfestes Nebengestein, so dass die Tagebauböschungen nicht verwittern und erodieren. Zum Vergleich wurden alte Tagebaue aus dem Harz, dem sächsischen, böhmischen und sie-

benbürgischen Erzgebirge, vom Mont-Blanc-Massiv, aus Südnorwegen und Südafrika ausgewählt.

3.1.1 Tagebau Schiefermühle am Rammelsberg

Die Schiefermühle diente der Gewinnung von kleinstückigem Schiefer, der untertage als Versatz verwendet wurde. Anfangs bestand sie aus schachtähnlichen Bunkern, die von der Tagesoberfläche ungefähr siebzig Meter hinab zu einer Strecke führten. Die Bunker wurden später trichterförmig erweitert. In den 1950er Jahren entwickelte sich daraus ein regelrechter Tagebau.

In der Schiefermühle lässt sich erkennen, wie steil und hoch Böschungen im Wissenbacher Schiefer angelegt werden können, ohne dass Rutschungen oder Böschungsbrüche eintreten (s. Abb. 3.1.1.a und b).

In den oberen zwei bis fünfzehn Metern in der Schiefermühle, in denen der stark verwitterte und deshalb recht mürbe beziehungsweise wenig standfeste Gelschiefer ansteht, musste die Schieferböschung relativ flach gestaltet werden, um Rutschungen und Erosionserscheinungen vorzubeugen. Im darunter anstehenden, nicht verwitterten und recht standfesten Blauschiefer wurden in den 1980er Jahren in der Regel Böschungen mit einer Neigung von 70° und einer Höhe von nur etwa acht bis zehn Metern angelegt. Die relativ geringe Wandhöhe war aber eher dem Wunsch geschuldet, bei den Gewinnungssprengungen die Sprengenergie zu minimieren und damit die Wurf-



Abb. 3.1.1.a: Schiefermühle mit steilen Einzelböschungen (etwas oberhalb der Bildmitte), Foto aus der Sammlung Stöcker



Abb. 3.1.1.b: Schnitt durch die Schiefermühle, Planungsunterlage aus dem Bergarchiv Clausthal

weiten von Gesteinsstücken gering zu halten. Zuvor war es durchaus vorgekommen, dass bei den Sprengungen kleinere Steine bis zur Rammelsberger Straße geworfen wurden.

Mussten höhere Böschungen angelegt werden, dann wurden sie unterteilt in Einzelböschungen von jeweils acht bis zehn Meter Höhe. Untereinander waren sie durch Bermen getrennt. Diese horizontalen Zwischenebenen waren so breit, dass auf ihnen Planierraupen und Bohrmaschinen arbeiten konnten. Bei Endböschungen, die nicht weiter fortschreiten sollten, zum Beispiel unterhalb des Maltermeister Turms, wurde die Bermenbreite auf ungefähr zwei bis drei Meter verringert. Die Generalneigung aller Einzelböschungen betrug dann ungefähr 60°.

Nun ist allerdings anzunehmen, dass im Mittelalter kein so großer Sicherheitsaufwand getrieben wurde. Wichtiger wird damals gewesen sein, dass die Böschungen nicht wegrutschten oder -brachen und der im Tagebautiefsten

betriebene Erzabbau nicht verschüttet wurde. Bermen wird es also nicht gegeben haben. Die Generalneigung könnte im Blauschiefer durchaus 70° bis 80° betragen haben.

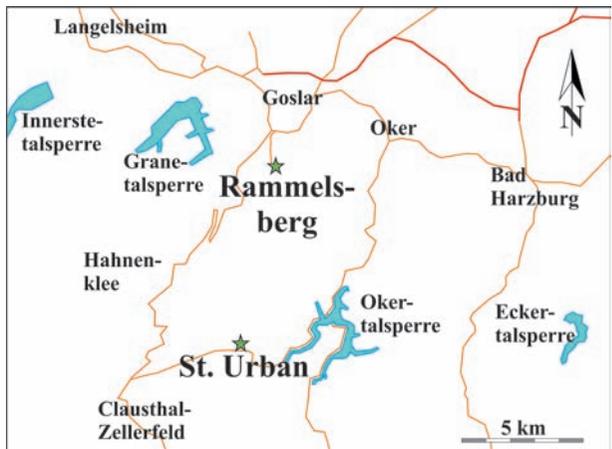
Steilere Böschungen oder sogar Überhänge anzulegen, erscheint aus heutiger Sicht ein unzumutbares Wagnis zu sein, besonders für die unterhalb arbeitenden Bergleute. Die weiter unten im Text angeführten Beispiele aus anderen Bergbaurevieren zeigen aber, dass durchaus Wandhöhen von bis zu vierzig Metern üblich waren.

Erzböschungen, die Hinweise geben könnten, wie steil die Erzböschungen in den mittelalterlichen Rammelsberger Tagebauen waren, gibt es in der Schiefermühle nicht.

3.1.2 Tagebau der Grube Sankt Urban in Oberschulenberg, Oberharz

In der Oberharzener Grube Sankt Urban, einem Silber- und Kupfer-

Abb. 3.1.2.a: Rammelsberg/Goslar und Grube St. Urban/Oberschulenberg



Gangerzbergwerk in Oberschulenberg, wurde wahrscheinlich bereits im Mittelalter im Tagebau und später untertage bis zu einer Teufe von über 250 m und einer streichenden Länge von 600 m Erz abgebaut. Die Tagebauwände haben sich zum Teil bis heute erhalten. Interessant ist der Vergleich zwischen Rammelsberg und Oberschulenberg vor allem deshalb, weil beide Gruben in einer Entfernung von nur zwölf Kilometern zueinander liegen (s. Abb. 3.1.2.a) und beide vermutlich fast gleichzeitig betrieben wurden.

Mit dem Rammelsberg lässt sich die Grube Sankt Urban insofern verglei-

chen, als dass in Oberschulenberg ebenfalls ein flächiger, stark geneigt einfallender und nach übertage ausbeißender Erzkörper abgebaut wurde. Allerdings handelte es sich hier um einen Erzgang und kein Erzlager, wie am Rammelsberg. Die Mächtigkeit des abgebauten Gesteinspakets betrug nur ein bis vier Meter und es stand viel steiler als das Rammelsberger Alte Lager. Das Nebengestein besteht in Oberschulenberg aus einer relativ festen Grauwacke, die wesentlich verwitterungs- und erosionsbeständiger ist als der Rammelsberger Schiefer. Das hat dazu geführt, dass in Oberschulenberg im Gegensatz zum Rammelsberg die Wände nicht zusam-



Abb. 3.1.2.b: Übertägige Reste des Erzabbaus, Grube St. Urban in Oberschulenberg. Im Bild Silke Svea Eichhorn

mengebrosen sind (s. Abb. 3.1.2.b). Außerdem musste dort nicht so viel Haufwerk im Tagebaubereich untergebracht werden. Der Tagebau blieb deshalb offen. Stattdessen entstanden weiter unterhalb Halden. /URB 2015/

Die Tiefe der Oberschulenberger Tagebaue beträgt heute nur noch bis zu zehn Meter. Es kann aber von einer ursprünglich beträchtlich größeren Tagebautiefe ausgegangen werden. Bis heute ist einiges Gestein nachgebrosen und es hat sich eine Schicht aus hineingefallenen Bäumen, Ästen und Fichtennadeln angesammelt, deren Mächtigkeit schwer einschätzbar ist.

Während des Tagebaubetriebs wurden nur in unregelmäßigen Abständen von ungefähr zehn bis zwanzig Metern

Sicherheitsfesten stehen gelassen. Sie bestehen aus taubem Gestein. Ihre Anordnung scheint eher nach Gesichtspunkten der maximalen Ausnutzung der Lagerstätte, als der Abgrenzung von Grubeneigentum gewählt worden zu sein. In ihrem unteren Bereich wurden sie durchbrochen, so dass die Tagebaue untereinander durchschlägig sind.

3.1.3 Sandgewinnung am Regenstein bei Blankenburg, Harz

Mehrere Jahrhunderte lang und bis zum 19. Jahrhundert wurde unmittelbar unter der fast einhundert Meter pultschollenförmig aus der Umgebung heraus gehobenen Sandsteinscholle, auf der die Burgruine Regenstein steht, Quarzsand gewonnen. /REG 2015/



Abb. 3.1.3: Weiten zur Quarzsandgewinnung in der Nähe der Burgruine Regenstein bei Blankenburg, Harz. Im Bild Jessica Boemigan

Dafür wurde ein Tagebau angelegt und von dessen Sohle Kammern in die steil stehenden Gesteinsböschungen vorgetrieben. Sie haben unregelmäßige Formen und sind bis zu fünfzehn Meter lang. Ihre Höhe beträgt bis zu sechs Metern. Im Sinne des Vergleichs zum Rammelsberg könnten diese Kammern als Weiten bezeichnet werden. Die Spannweiten waren offensichtlich so groß, dass Sicherheitsfesten stehen gelassen werden mussten. Sie sind zum Teil säulenartig in den Weiten angeordnet. Ihr Durchmesser beträgt an ihrer schwächsten Stelle ungefähr 1,5 m.

Die Gewinnung konnte aufgrund des geringen Zusammenhalts des Sandkorngefüges einfach, das heißt nur mit Schrämeisen, vorgenommen werden. Die Weiten haben durch die fast gleich-

mäßig nach allen Seiten vorgenommene Aufweitung eine halbkugelhähnliche Form. Mehrere dieser Halbkugeln bilden zusammen mit den Sicherheitsfesten größere Hohlräume

3.1.4 Tagebau auf dem Prinzler Gangzug in Ehrenfriedersdorf, Sächsisches Erzgebirge

Im Sächsischen Erzgebirge wurden am Sauberg bei Ehrenfriedersdorf Zinnerzgänge des Prinzler Gangzugs abgebaut. Diese Erzgänge verliefen dicht nebeneinander, so dass ein abbauwürdiger Bereich entstand, dessen Mächtigkeit die des Rammelsberger Alten Lagers ähnlich ist. Die streichende Länge beträgt mehrere hundert Meter. Die Erstreckung nach der Tiefe war



Abb. 3.1.4.a: Übertägige Reste des Erzabbaus, Prinzler Gangzug, Tagebau am Sauberg in Ehrenfriedersdorf



Abb. 3.1.4.b und c: Bühnlöcher in Erztagebauwand, Prinzler Gangzug, Tagebau am Sauberg in Ehrenfriedersdorf. Im Bild Jens Pfeifer und der Verfasser, Fotos von Volkmar Scholz 2004

wesentlich größer, als mit einem Tagebau abzubauen gewesen wäre. Das Einfallen der Gänge ist allerdings deutlich steiler als das des Rammelsberger Alten Lagers.

Der Erzabbau begann in Ehrenfriedersdorf Mitte des 13. Jahrhunderts. /SAU 2015/ Das Alter ist also mit dem des Rammelsbergs vergleichbar. Die Wandhöhe des Tagebaus betrug, bevor er in den letzten Jahren durch eine Mülldeponie überdeckt wurde, noch bis zu fünfzehn Meter (s. Abb. 3.1.4.a). Die Sohle bestand aus lockerem Haufwerk. Die ursprüngliche Tagebautiefe scheint deshalb wesentlich größer gewesen sein, was sich aber nicht mehr

genauer einschätzen lässt. Der Tagebau hatte eine Länge von mehreren hundert Metern. Es gab keine stehen gelassenen Sicherheitspfeiler.

Interessant war am Ehrenfriedersdorfer Tagebau, dass sich in seinen Wänden, fast gleichmäßig über die Wand verteilt, eine große Zahl von geschlängelten Löchern erhalten hatte. Zum Teil waren darin noch Holzreste zu finden. Die Löcher waren ungefähr quadratisch mit Kantenlängen von ungefähr 25 bis 35 cm und Tiefen von ungefähr 15 cm. Der Abstand zwischen den Löchern betrug zum Teil nur einen halben Meter (s. Abb. 3.1.4.b und c). Die Löcher dienten offensichtlich der



Abb. 3.1.5.a: Erztagebau Schnepfbruch, Grube Mauritius in Hengstererben von Osten gesehen. Oben in der Bildmitte Silke Svea Eichhorn

Aufnahme von Balken zur Tagebauwandaussteifung.

In Ehrenfriedersdorf wird deutlich, wie große Grubenhohlräume sich mit Hölzstämmen ausbauen ließen und mit welcher Intensität der Holzausbau im Mittelalter betrieben wurde.

3.1.5 Tagebau Schnepbruch der Grube Mauritius in Hrebecna, Böhmisches Erzgebirge

Auf dem Kamm des sächsisch-böhmischen Erzgebirges gibt es wenige Kilometer südlich von Oberwiesental nahe des Ortes Hrebecna (das frühere Hengstererben) das ehemalige Zinn-

erzbergwerk Mauritius. Dort verlaufen mehrere parallele und relativ schmale Erzgänge im Abstand von nur drei bis fünf Metern zueinander. Sie konnten in gemeinsamen Abbauhohlräumen mit einer Gesamtmächtigkeit von ungefähr 16 m abgebaut werden.

Der Abbau begann im 16. Jahrhundert in Form von Tagebauen. Das anstehende Gestein ist granitisch und sehr standfest. Das erlaubte einen Abbau in Tagebauen mit großen, steil stehenden Wänden. Später wurde die Lagerstätte von einem nahegelegenen Bachtal mit Stollen erschlossen. Die weiter nördlich gefundenen reicheren Erze wurden in Teufen bis zu 220 m abgebaut. Durch



Abb. 3.1.5.a: Erztagebau Schnepbruch, Grube Mauritius in Hengstererben von Süden gesehen. Oben in der Bildmitte Silke Svea Eichhorn

das Weiterwandern des Abbaugeschehens blieben die älteren Tagebaue ohne spätere Überprägung, so dass sie bis heute erhalten sind. Einer davon ist der sogenannte Schnepfbruch (s. Abb. 3.1.5.a und b), benannt nach dem ehemaligen Besitzer des nahegelegenen Gasthauses. Es handelt sich um einen Kesselbruch, der in seinem unteren Bereich von zwei Stollen erschlossen ist. Er entstand als Kombination

von Tagebau und untertägigem Abbau. /MAU 2015/

Ein Vergleich zwischen dem Schnepfbruch und den mittelalterlichen Rammelsberger Gruben lässt sich nicht ohne weiteres anstellen. Sowohl die Gesteinshärte und die Widerstandsfähigkeit gegen Erosion als auch die Art und das Einfallen der Lagerstätten sind sehr unterschiedlich. Aber die



3.1.6.a: Erztagebau der Julsgrube in Kongsberg. Im Bild Holger Lausch. Foto von Jens Pfeifer, 2015.

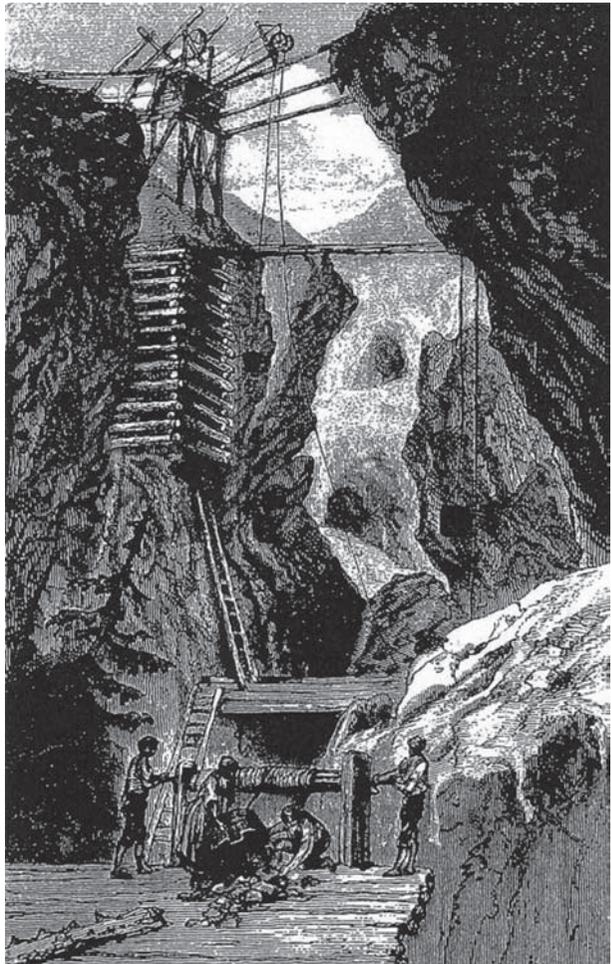
Dimensionen des Schnepfbruchs zeigen doch, welche Tagebaumaße damals üblich waren.

3.1.6 Tagebau der Julsgrube in Kongsberg, Norwegen

In Kongsberg, einer ungefähr achtzig Kilometer westsüdwestlich von Oslo liegenden Stadt, wurden Jahrhunderte lang Silbererze abgebaut. Erste Silbererzfunde werden dort auf das Jahr 1623

datiert. In den folgenden Jahrzehnten entwickelten sich mehrere Gruben. Seinen Höhepunkt erreichte der Kongsberger Silberbergbau um 1770. Anfangs konnten die Kongsberger Erze in Tagebauen abgebaut werden. Kurz darauf musste aber schon auf untertägige Gruben umgestellt werden. Die Länge dieses Grubenreviers betrug insgesamt ungefähr neun Kilometer. Es hatte etwa 300 Schächte und förderte bis 1958 Erz.

3.1.6. b: Erztagebau eines ehemaligen Tagebaus in Kongsberg. Schachthassel auf der Sohle des Tagebaus. Zeitgenössischer Stich, Künstler unbekannt. Abbildung aus der Sammlung von Peter Seroka



Das außerordentlich standfeste und harte Gebirge wird im Kongsberger Gebiet von sogenannten Fahlbändern durchzogen, steil stehenden, ungefähr zehn bis fünfzehn Meter mächtigen und mehrere Kilometer langen Gangstrukturen. Der gesamte Gebirgsbereich mit allen bauwürdigen Fahlbändern war bis zu 300 m breit. Nutzbare Vererzungen wurden fast nur an den Stellen gefunden, an denen die Fahlbänder von quer verlaufenden, ebenfalls steil stehenden Gängen gekreuzt wurden. Die Erzkörper hatten deshalb im Verhältnis zum Rammelsberger Alten Lager nur geringe Längen und Breiten, aber große Teufen. An den Ausbissflächen wurden große Tagebaue angelegt. Manche von ihnen erreichten Teufen von 25 m, Längen von 30 m und Breiten von 15 m. Die

Wände sind ungefähr senkrecht (s. Abb. 3.1.6.a und b).

Erwähnenswert ist übrigens, dass auch in Kongsberg bis zum Ende des 19. Jahrhunderts das Feuersetzen die wichtigste Gewinnungstechnik geblieben war, dort allerdings besonders im Nebengestein. Nur wenige Jahre zuvor war das Feuersetzen am Rammelsberg als wichtigste Gewinnungstechnik durch Bohr- und Sprengarbeit abgelöst worden. /BER 1997/

Die Kongsberger Tagebaue sind zwar wesentlich jünger als die ursprünglich am Rammelsberg entstandenen, bieten sich aber trotzdem als Vergleich an. Sie zeigen die Tagebaudimensionen, mit denen unter günstigen Bedingungen, das heißt bei guten Standfestig-



Abb. 3.1.7.a: Tagebau der Mittleren Gruben von Skuterud, Blick nach Norden. Foto von Jens Pfeifer, 2015

keiten des Nebengesteins zu rechnen ist.

3.1.7 Tagebaue in Skuterud, Norwegen

In Skuterud, ungefähr fünfzig Kilometer westnordwestlich von Oslo, wurden im 18. und 19. Jahrhundert Kobalterze abgebaut. Hauptanwendung von Kobalt war damals die Herstellung von blauen Farbstoffen.

1772 wurde in Skuterud erstmalig Kobalterz gefunden. Nach einer recht verhaltenen Anfangsphase erreichte der Skuteruder Grubenbetrieb Anfang des 19. Jahrhunderts seinen Höhe-

punkt. Mitte des 19. Jahrhunderts wurde die Konkurrenz alternativer Blaupigmenthersteller zu groß und der Skuteruder Bergbau musste eingestellt werden.

Ähnlich wie in Kongsberg waren die Vererzungen in Skuterud an steil einfallende Fahlbänder mit mehreren Metern Mächtigkeit gebunden, nur dass hier die Erze flächig auftraten und deshalb sehr lang gestreckte Grubenanlagen entstanden mit einer Kette von ineinander übergehenden Tagebauen.

Die Längserstreckung des Grubenreviers Skuterud beträgt ungefähr zwei Kilometer. Es gibt dort vierzig größere



Abb. 3.1.7.b: Tagebau der Mittleren Gruben von Skuterud. Reste von Sicherheitsfesten. Blick in den südlichsten Bereich. Foto von Jens Pfeifer, 2015

und mehrere kleinere Tagebaue. Sie sind fast vollständig erhalten geblieben, weil der Lagerstättenausbiss auf einem Bergrücken liegt und dort nur wenig taubes Haufwerk anfiel, das in die Tagebaue hätte verkippt werden können. Die Aufbereitungsrückstände wurden weiter unten am Berg deponiert. Außerdem ist das Nebengestein außerordentlich hart und als senkrechte oder sogar überhängende Tagebauwand sehr standsicher (s. Abb. 3.1.7.a).

Im mittleren Grubenfeld erreicht die Gesamtlänge aller Tagebaue mehrere hundert Meter. Ihre Breite schwankt

zwischen zehn und zwanzig Metern und die größte Tagebautiefe beträgt dreißig Meter. Der Übergang vom Tagebaubetrieb zum Untertagebergbau erfolgte in den 1820er Jahren. /LIE 1994/

Trotz des im Verhältnis zum Ramsmelsberg geringen Alters der Skuteruder Tagebaue bietet sich ein Vergleich an. Die Abbauverfahren und Gewinnungsmethoden hatten sich in der Zwischenzeit nicht grundlegend geändert. Eher muss beim Vergleich berücksichtigt werden, dass das Nebengestein in Skuterud standfest und vor allem resistenter gegen Verwitterung ist. Das hat



Abb. 3.1.7.c : Tagebau der Mittleren Gruben von Skuterud. Übergang von Tagebau zum untertägigen Erzabbau. Blick aus dem mittleren Bereich nach Süden. Foto von Jens Pfeifer, 2015



Abb. 3.1.7.d : Tagebau der Mittleren Gruben von Skuterud. Übergang von Tagebau zum untertägigen Erzabbau. Blick aus dem mittleren Bereich nach Norden. Foto von Jens Pfeifer, 2015

steilere Böschungen beziehungsweise Wände ermöglicht, die sogar bis heute nahezu ohne Beeinträchtigungen stehen geblieben sind. /LIE 1994/

Zum Teil sind in den Tagebauen noch Reste der Sicherheitsfesten zu erkennen, die die Gruben voneinander getrennt hatten (s. Abb. 3.1.7.b).

Besonders deutlich zu sehen sind in Skuterud, wie aus Tagebauen heraus untertägige Hohlräume aufgefahren wurden (s. Abb. 3.1.7 c und d).

3.1.8 Tagebaue im Grubenrevier Rosia Montana, Rumänien

Rosia Montana ist eins der ältesten und wichtigsten Golderzbergbaureviere

Europas. Es befindet sich im Siebenbürgischen Erzgebirge (Muntii Metaliferi). Seit über 2000 Jahren wird hier Gold abgebaut. Bereits im zweiten Jahrhundert wurde dieses Gebiet wegen seiner reichen Goldvorkommen vom Römischen Reich zu einer seiner Provinzen gemacht. Die wirtschaftlichen Einrichtungen und die Infrastruktur verfielen allerdings in der Spätantike und bis zum Ende des Mittelalters ließ die politisch, militärisch und wirtschaftlich problematische Grenzlage keine wesentliche Bergbauentwicklung zu.

Das änderte sich erst Ende des 16. Jahrhunderts. Im Rahmen der Zuwanderungsmaßnahmen der ungarischen Könige entstand in dem nun Vöröspatak genannten Bergbaurevier die sächsische Bergbausiedlung Großschlatten

(Abrud) und, besonders nachdem die Gefahr türkischer Übergriffe gebannt war, auch ein Bergbau in größerem Maßstab. /SLO 2002/

Rosia Montana (nun auch Felsöbanya genannt) wurde eines der größten Bergwerke der österreichischen Monarchie und zur finanziellen Stütze des Staats. Diese Rolle behielt es auch nach der Gründung Rumäniens. Neudings plant ein kanadischer Konzern in Rosia Montana die Entwicklung eines modernen Tagebaus. Vorgesehen ist eine Erzförderung von 10 Mio. t/a beziehungsweise eine Goldproduktion von 12,4 t/a. /ROS 2015/

Aus der Zeit des ursprünglichen Erzabbaus waren bis vor kurzem in Rosia

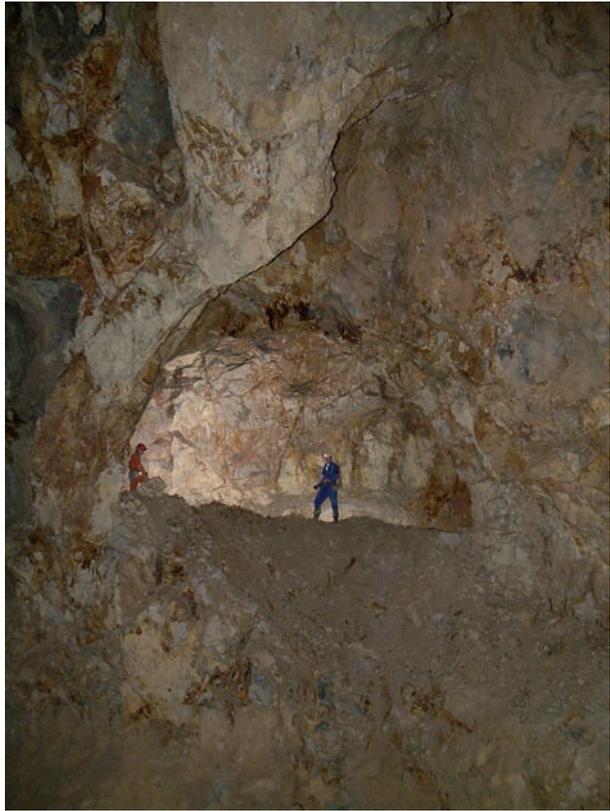
Montana noch viele Spuren an der Erdoberfläche und auch untertage erhalten geblieben. Ein großer Tagebau von über vierhundert Metern Länge, ungefähr zwanzig Metern Breite und bis zu dreißig Metern Tiefe zog sich über eine Bergkuppe hinweg. /SLO 2002/ Einige kleinere Tagebaue sind noch heute zu erkennen. Sie sind allerdings nur bis zu zwanzig Meter lang und wenige Meter breit und tief.

Beachtlich ist an Rosia Montana, wenn es um den Vergleich zum mittelalterlichen Rammelsberger Bergbau geht, das hohe Alter der Tagebaue. Es zeigt, dass es schon in der Antike in Europa Erztagebaue dieser Dimensionen gegeben hat (s. Abb. 3.1.8.a und b).



Abb. 3.1.8.a: Gruben in Rosia Montana. Übergang vom Erztagebau zum untertägigen Erzabbau. Foto von Sven Schreiter

Abb. 3.1.8.b: Gruben in Rosia Montana. Übergang vom Erztagebau zum untertägigen Erzabbau. Foto von Sven Schreiter



3.1.9 Tagebau bei Brandes en Oisans, französische Alpen

Im Wintersportgebiet Huez-Isere, ungefähr sechzig Kilometer von Grenoble entfernt in den französischen Alpen und ungefähr 1800 m über dem Meeresspiegel befinden sich in unmittelbarer Nähe von Brandes en Oisans Reste eines ehemaligen Bergwerks. Dort wurde im 12. und 13. Jahrhundert silberhaltiges Bleierz abgebaut. Deutlich sind noch die Konturen des ehemaligen Tagebaus zu erkennen (s. Abb. 3.1.9.a und b). Das Bergwerk wurde bereits 1330 eingestellt und geriet danach

in Vergessenheit bis es schließlich Ziel montanarchäologischer Untersuchungen wurde.

Der große Vorteil von Brandes en Oisans ist, dass dort nach dem 14. Jahrhundert keine weiteren Bergbauaktivitäten folgten, so dass das ehemalige Bergbaugelände nicht von Kippen, Halden und Gruben überprägt wurde und viel von der ursprünglichen Situation erhalten geblieben ist. /BAI 2009 und 2012/

Hinsichtlich des Vergleichs mit dem mittelalterlichen Rammelsberg ist Brandes en Oisans nicht nur wegen



Abb. 3.1.9.a: Reste des Tagebaus in Brandes en Oisans. Fotos von Marie-Christine Bailly-Maire

seines ähnlichen Alters, sondern besonders wegen der noch zu erkennenden Tagebaukontur interessant. Offensichtlich wurde das Erz hier, wie möglicher Weise auch am Rammelsberg, mit einheitlichen Tagebauböschungen abgebaut. Auch in Brandes en Oisans wurde eine steil stehende Lagerstätte in einem durchgehenden Tagebau von mehreren hundert Metern Länge abgebaut und auch hier schließen sich unter dem Tagebau untertägige Grubenanlagen an.

Bei den Erzkörpern handelte es sich im Gegensatz zum Rammelsberg allerdings um Erzgänge geringerer Mächtigkeit. Davon verliefen jedoch mehrere parallel und in kurzem Abstand zu einander, so dass sie gemeinsam, einschließlich ihres Zwischenmittels als mehrere Meter mächtige Bank hereingewonnen werden konnten. Die Öffnungsweite des Tagebaus beträgt heute, zwischen den Böschungsschultern gemessen, ungefähr zehn bis fünfzehn Meter.

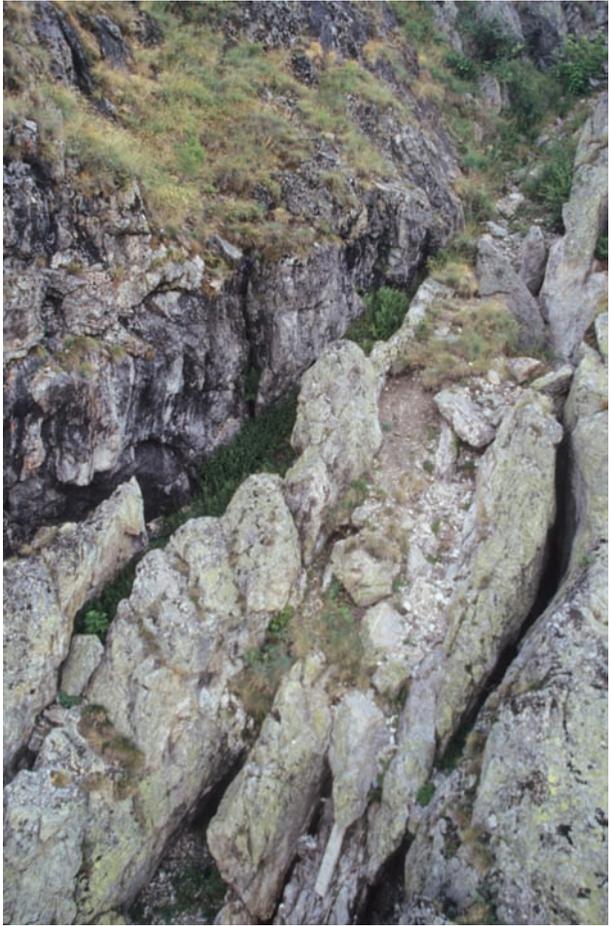


Abb. 3.1.9.b: Reste des Tagebaus in Brandes en Oisans. Fotos von Marie-Christine Bailly-Maire

Im Unterschied zum Rammelsberg sind in Brandes en Oisans untertage keine großen Weiten entstanden. Das lag daran, dass untertage die tauben Zwischenmittel stehen gelassen und nur die Erzgänge abgebaut wurden.

3.1.10 Tagebau in Witwatersrand, Südafrika

In vielen Kolonialgebieten Afrikas gab es im Vergleich zu den typischen mitteleuropäischen Bergbaurevieren

noch im 20. Jahrhundert tagesnahe Lagerstätten mit guten Erzqualitäten. Dort begann der Bergbau erst relativ spät und unter Lagerstättenbedingungen, wie sie in Mitteleuropa viele Jahrhunderte früher üblich waren.

Eine dieser Lagerstätten befindet sich in Witwatersrand in der heutigen Republik Südafrika. Es handelt sich um die größte Goldlagerstätte der Welt. Das Gold ist im Erz sehr fein verteilt. Es ließ sich nur mit



Abb. 3.1.10: Tagebau in Witwatersrand Anfang des 20. Jahrhunderts. Foto Emil Treptow /TRE 1900/

aufwendigen großtechnischen Aufbereitungsmethoden für die Verhüttung vorbereiten. Eine direkte Verhüttung des aus den Gruben kommenden Erzes war nicht möglich. Das hatte in den Jahrhunderten zuvor den Abbau noch nicht lukrativ werden lassen. Er erforderte große und aufwändige technische Aufbereitungsanlagen. Der Abbau begann deshalb erst 1886, entwickelte sich dann aber so rasant, dass dort binnen weniger Jahre eine riesige Stadt entstand, die heute die größte im südafrikanischen Raum ist: Johannesburg.

Bei den Erzen handelt es sich um Konglomeratflöze mit Mächtigkeiten von wenigen Dezimetern bis zu dreißig Metern. Die Goldkonzentrationen schwanken von 0,01 bis zu 1‰.

Der Abbau der ungefähr 55° steil stehenden und bis zur Tagesoberfläche reichenden Flöze begann in Tagebauen und wurde kurze Zeit später auf tonnlägige Schächte und einen untertägigen Bergbaubetrieb umgestellt. Ab Ende

der 1890er Jahre gab es dort bereits senkrechte Schächte mit Teufen von mehr als einem Kilometer.

Trotz des großen zeitlichen Unterschieds ist der Vergleich zum Rammelsberg interessant, denn in Witwatersrand wurde ein Abbaufverfahren verwendet, das möglicher Weise auch im Mittelalter am Rammelsberg üblich war.

Der mit starker Neigung einfallende, nach übertage ausgehende Gang wurde komplett abgebaut, ohne das Nebengestein mit abzubauen. Stattdessen hatten die Tagebaue einen Überhang, der mit Holzstempeln abgestützt wurde (s. Abb. 3.1.10).

Bei der Betrachtung dieser Technik muss natürlich der Zeitfaktor berücksichtigt werden. Es kann davon ausgegangen werden, dass diese Tagebaukontur bestimmt nicht dauerhaft stand-sicher war. Das Beispiel zeigt aber, was auch am Rammelsberg kurzfristig im unverwitterten Schiefer hätte möglich sein können.

3.2 Vergleichbare untertägige Gruben

Auch für die untertägigen mittelalterlichen Rammelsberger Grubenhohlräume führen Vergleiche mit jüngeren Grubenhohlräumen des Rammelsbergs und mit Gruben anderer Bergbaureviere zu plausiblen Anhaltspunkten hinsichtlich der Einschätzung von Form und Größe der Weiten.

Die jüngeren Grubenhohlräume des Rammelsbergs bieten sich an, weil sowohl das Abbaufahren (unregelmäßige Kammerbau, Weiten), als auch die Gewinnungstechnik (Feuersetzen) und damit höchstwahrscheinlich auch die Form und Größe der entstandenen Grubenhohlräume seit dem Mittelalter noch bis in das 18. Jahrhundert sehr ähnlich blieben. Erst Ende des 18. Jahrhundert wurde begonnen, den Abbau systematischer zu führen und auf vollständigen Versatz umzustellen. Damit eignen sich die später entstandenen Abbauhohlräume kaum noch zu Vergleichen. /AHR 1853/

Ein Vergleich mit anderen Bergwerken im Harz ist schwierig. Einerseits ist hier der Rammelsberg das einzige Bergwerk, für das schon im Mittelalter ein ausgedehnter untertägiger Grubenbetrieb bezeugt ist. Andererseits sind die besondere Lagerstättenform und das Feuersetzen für die anderen Harzer Bergwerke in dieser Art und in diesem Umfang nicht typisch. Für einen Vergleich ausgewählt wurde lediglich das Südharzer Bergwerk Weintraube bei Lerbach.

Aber in anderen Bergbaureviere gibt es durchaus vergleichbare Bergwerke. Ausgesucht wurden dafür wiederum Beispiele aus dem sächsischen, böhmischen und siebenbürgischen Erzgebirge, aber auch aus den Blei-Zink-, Silber-, Kobalt- und Eisenerz-Bergbaureviere Norwegens und Sloweniens.

Zusätzlich zu diesen Bunt- und Edelmetall-Erzbergwerken bieten sich Vergleiche zu einigen untertägigen Marmor- und Kalkbergwerken an, weil die Mächtigkeiten und die räumliche Lage der abgebauten Lagerstätten in vielen Fällen ähnlich waren. Dabei sind besonders die Formen und Dimensionen der Abbauhohlräume und der stehen gelassenen Sicherheitsfesten interessant.

3.2.1 Neuzeitliche Grubenbereiche des Rammelsbergs

Wie bereits in Kapitel 2.2 dargestellt, war es der Stadt Goslar bis zum Ende des 15. Jahrhunderts gelungen, die etwa ein Jahrhundert lang gefluteten Gruben des Rammelsbergs zu sumpfen und dort wieder den Erzabbau beginnen zu lassen. Vergleiche zwischen dieser Phase und der vor dem Absaufen wären zwar interessant, weil sich die Abbauhohlräume zwischenzeitlich kaum verändert hatten. Aber ungünstiger Weise sind auch für diese spätere Zeit bislang keine Angaben verfügbar.

Erst seit dem Dreißigjährigen Krieg entstanden schriftlichen Unterlagen, aus denen man sich eine klarere Vor-

stellung von den damaligen Grubenhohlräumen machen kann. Auch, wenn damals bereits über 250 Jahre seit dem Absaufen der mittelalterlichen Rammsberger Gruben vergangen waren, können daraus mit der gebotenen kritischen Sicht Schlüsse auf die früheren Verhältnisse gezogen werden.

Das Abbauverfahren und die Gewinnungstechnik waren im Laufe der Jahrhunderte zwar immer weiter verfeinert, optimiert und seit dem späten 18. Jahrhundert auch immer stärker systematisiert worden. Aber das Prinzip

hatte sich nicht geändert. Zudem waren die geomechanischen Rahmenbedingungen gleich, abgesehen vom mit wachsender Teufe größer werdenden geostatischen Druck. Die Form und Größe der entstandenen Weiten müssten deshalb ähnlich gewesen sein.

Der Abbau wurde im Normalfall, das heißt in den Bereichen des Alten Lagers, wo es mit etwa 50° einfällt, entlang des Liegenden aufwärts geführt. Nur im Hangenden Trum war das anders, denn dort war das Einfallen, wie bereits geschildert, sehr flach beziehungsweise

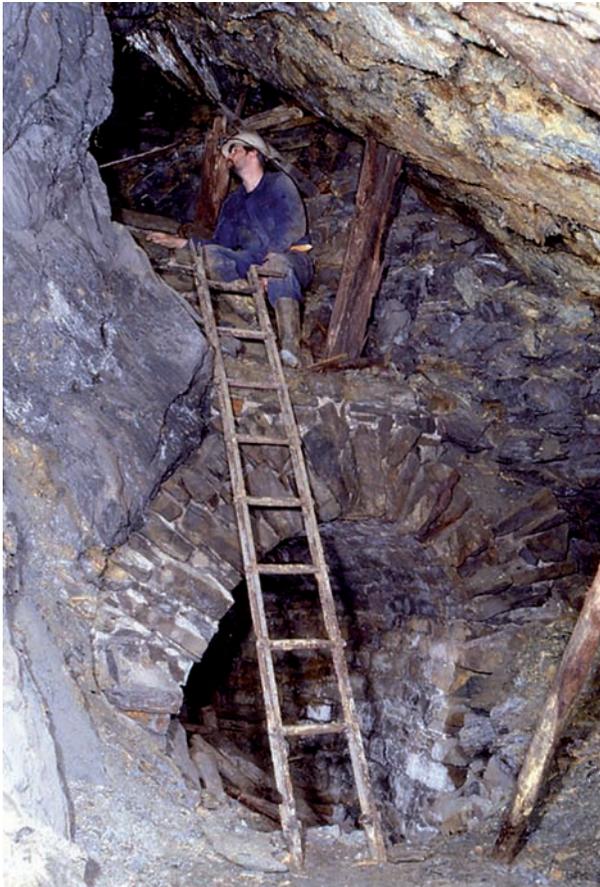


Abb. 3.2.1.a: Abbauhohlraum im östlichen Alten Lager. Im Bild Volkmar Scholz. Foto von Jens Kugler 1996

se die horizontal gemessenen Erzmächtigkeiten bedeutend größer (vgl. Abb. 2.f). Deshalb wurde dort vor allem horizontal vom Liegenden zum Hangenden gebaut und bestimmt wurden viele Sicherheitsfesten stehen gelassen. /EIC 1998/, /EIC 2009/

Ungünstiger Weise liegen diese Erzabbaustellen heute in einem Bereich, der mittlerweile abgesoffen und deshalb nicht mehr zugänglich ist. Es gibt zwar heute noch Weiten, die auch zukünftig trocken bleiben, zum Beispiel die Kniestweiten am Winkler Wetterschacht, die Weiten oberhalb der östlichen Bergesfahrt (s. Abb. 3.2.1.a) und die in der Oberen Sohle. Aber sie lassen sich nicht zu Vergleichen mit ihren mittelalterlichen Vorgängern heran ziehen, denn sie sind deutlich jünger und wurden völlig anders aufgefahren.

Die bislang einzige Möglichkeit, sich ein Bild von den mittelalterlichen Verhältnissen zu machen, bieten die Archive. Die dort sedimentierten Akten lassen allerdings nur selten statistisch abgesicherte Aussagen zu. Die Abschät-

zungen von Tendenzen der Grubentwicklung sind dadurch erschwert. Das liegt daran, dass die Akten nur selten über einen längeren Zeitraum im gleichen Stil angelegt wurden und sie deshalb untereinander nicht vergleichbar sind. Eine Ausnahme bilden die relativ gut auswertbaren Jahresberichte aus den Jahren 1714, 1715 und 1716. Besonders interessant ist, dass darin unter anderem die Maße der einzelnen Erzabbauhohlräume erwähnt werden.

Der jährliche Abbaufortschritt der Weiten soll hier beispielhaft an den Angaben gezeigt werden, die über die Kanekuhler Weite vorliegen. Die Länge und die Höhe wuchsen demzufolge von Jahr zu Jahr um ein bis zwei Meter, währenddessen die Breite gleich blieb (s. Tabelle S. 90).

Bildliche Darstellungen gibt es von den Rammelsberger Abbauhohlräumen ebenfalls erst seit dem 17. Jahrhundert. Manche von ihnen sind recht anschaulich. Auf der 1680er Zeichnung des Markscheiders Buchholtz (s. Abb. 3.2.1.b) sind untertägige Abbau-

**Maße ausgewählter Abbauhohlräume um das Jahr 1716
(Angaben aus dem Jahresbefahrungsprotokoll von 1716) /EIC 1998/**

Grubenteil	Länge	Breite	Höhe
Obere Weite der Rathstiefsten Grube	15,5 m	15,5 m	4,8 m
Serenissimum Tiefste Weite	22,6 m	22,6 m	9,6 m
Schlanger Weite	36,5 m	37,4 m	25,0 m
Kanekuhler Weite	54,5 m	23,0 m	10,1 m
Breidlinger Weite	48,5 m	41,7 m	9,6 m
Bleyzecher Weite	28,8 m	13,4 m	10,1 m
Voigtsche Weite	62,9 m	24,0 m	23,5 m

	Länge	Breite	Höhe
19.06.1714	51,8 m	23,0 m	5,8 m
18.06.1715	53,7 m	23,0 m	7,7 m
09.06.1716	54,5 m	23,0 m	10,1 m

hohlräume zu sehen, die aus heutiger Sicht merkwürdig klein anmuten. Sie scheinen auch sehr weit voneinander entfernt zu liegen. Es drängt sich der Eindruck auf, dass sich der Zeichner in dieser Hinsicht vertan hat.

Der große Abstand wird aber erklärlich, wenn berücksichtigt wird, dass hier nur die in diesem Zeitraum als interessant eingestuft Grubenhohlräume dargestellt sind. Und das waren die Grubenhohlräume, in denen der Erzabbau gerade umging, das heißt im Teufenniveau unter dem späteren Tiefen Julius Fortunatusstollen. Im darüber liegenden Bereich galt das Alte Lager bereits als ausgeerzt und nicht mehr bauwürdig. Deshalb sind jegliche Abbauhohlräume aus der Zeit zuvor, das heißt aus dem oberen

Bereich des Alten Lagers, nicht wiedergegeben.

Im dargestellten Teufenniveau gab es zu dieser Zeit noch keine durchgängige Durchbauung. Der Erzabbau fand seit der Stümpfung nur an wenigen Punkten statt, wahrscheinlich an denen mit den besten Erzqualitäten. Die Erzreserven zwischen diesen Grubenhohlräumen wurden erst später abgebaut.

Auf der Zeichnung von Buchholtz fehlen auch jegliche Teufenangaben. Das liegt daran, dass das zu dieser Zeit noch nicht üblich war. Man kann sie aber aus den Archivakten entnehmen.

Wenn der 1714 bis 1716 aufgezeichnete Abbaufortschritt der Kanekuhler Weite auch in den zweihundert Jahren

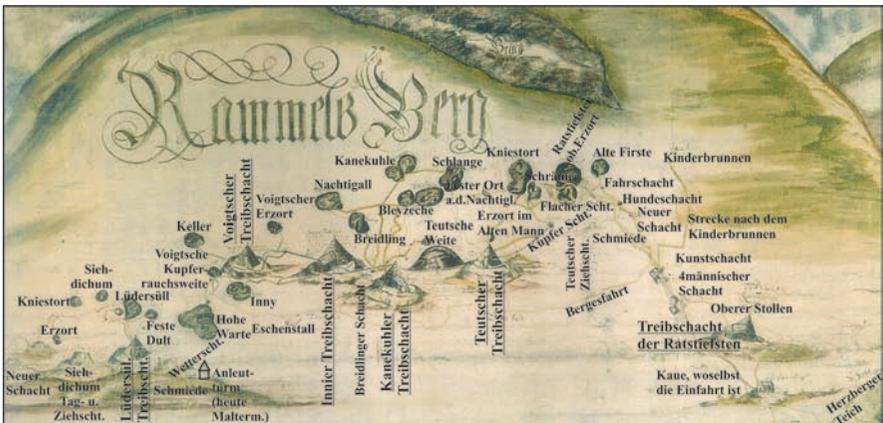


Abb. 3.2.1.b: Ausschnitt aus einer Zeichnung von Markscheider Buchholtz aus dem Jahre 1680 mit nachträglichen Beschriftungen vom Verfasser

zuvor ähnlich groß war, dann wären die Weiten mehrere hundert Meter lang geworden. Das ist nicht plausibel und zeigt, dass es sich bei den auf dem Riss von Buchholtz dargestellten Weiten nicht mehr um die spätmittelalterlichen handeln kann, sondern um jüngere, später begonnene.

Auch die Größen der Abbauweiten lassen sich aus der Zeichnung von Buchholtz nur indirekt ablesen. Es muss unterstellt werden, dass sie nicht maßstäblich gezeichnet wurden. Möglicherweise war die von Buchholtz vorgesehene Zielgruppe ohnehin nicht in der Lage, mit maßstäblichen Zeichnungen umzugehen.

Bekannt ist die horizontale Erstreckung des Alten Lagers im Teufenniveau des Tiefen Julius Fortunatusstollens. Sie beträgt etwa 400 m. Es sind zwar keine Himmelsrichtung und kein Maßstab angegeben, aber es fällt auf, dass die Abstände der Schächte zueinander im richtigen Verhältnis dargestellt sind und dass die Größe der eingezeichneten Pferdegöpel dazu passt. Geht man nun davon aus, dass auch die Weiten der Gruben ebenfalls in diesem Maßstab gezeichnet sind, dann kann abgeschätzt werden, wie lang sie ungefähr gewesen sein könnten und zwar von links nach rechts:

Siehdichumer Erzort	5 m
Siehdichumer Kniestort	7 m
Siehdichumer Weite	8 m
Lüdersüller Weite	13 m
Feste Dult	10 m
Voigtsche Kupferrauchsw.	8 m
Der Keller	14 m

Hohe Warter Weite	28 m
Innier Weite	17 m
Voigtscher Erzort	11 m
Eschenstaller Weite	12 m
Nachtigaller Weite	19 m
Breidlinger Weite	14 m
Kanekuhler Weite	22 m
Bleyzecher Weite	32 m
Teutsche Weite	40 m
Schlanger Weite	19 m
Fester Ort a. d. Nachtigall	5 m
Erzort im Alten Mann	4 m
Ratstiefster Kniestort	17 m
Ratstiefste Schräme	9 m
Ratstiefster Oberer Erzort	17 m
Ratstiefste Alte Firste	12 m

Eine andere Art von betrieblichen Zuständen beziehungsweise Ereignissen, die in den Bergamtsakten des späten 17. und frühen 18. Jahrhunderts detailliert beschrieben werden, sind die Tretungen. Diese Beschreibungen erlauben durchaus Rückschlüsse auf die Verhältnisse im Mittelalter. Beispielsweise geben die Bergbeamten im Bergamtsprotokoll vom 02.03.1695 ihrer Hoffnung Ausdruck, dass aus der vor kurzem eröffneten Kunststrecke Grube eine *richtige* Grube werde, mit Tretungen und deshalb niedrigen Gewinnungskosten. Bislang werde diese Technik noch nicht angewandt, weshalb hohe Kosten entstehen würden.

Im Bergamtsprotokoll vom 28.09.1718 wird zusammenfassend eingeschätzt, dass, abgesehen von einigen Schrämen, wo man *niedergeht*, alles in alten *zergänzten* Firsten steht. /EIC 1998/

Offensichtlich waren instabile Firsten und Brüche die Regel. Das Bergamtsprotokoll vom 20.03.1676 beschreibt eine Tretung, die sich infolge des großen Bruchs im Bereich Rathstiefste und Serenissimorum Tiefste Grube ereignet hatte. Die Erze, die vormals die Grenzsicherheitsfeste zwischen beiden Gruben gebildet hatten, waren in die Rathstiefste Grube hineingebrochen, so dass beide Gruben vereinigt seien. Problematisch gestaltete sich die Frage nach den Besitzrechten am nun in der Rathstiefsten Grube liegenden Haufwerk. Das Bergamt Goslar bat die Berghauptleute in dieser Sache um eine Entscheidung.

Die Rathstiefste Grube war damals die größte der städtischen Gruben und die Serenissimorum Tiefste Grube die größte der landesherrlichen Gruben. Sie förderten jeweils fast das Anderthalbfache von dem, was für die anderen Gruben typisch war. Diese herausragende Bedeutung wird zum Anlass genommen, im Folgenden speziell Auszüge aus Archivakten der Jahre 1655 bis 1712 wiederzugeben, die Tretungen in der Serenissimorum Tiefsten Grube beschreiben:

- 10.05.1665: 20.00 Uhr großer Bruch in der Teutschen Weite; starke Fördermengeneinbußen zu erwarten
- 17.12.1672: gerade großer Bruch getreten; geschätztes Volumen größer als 7.500 m³ (alle Volumenangaben vom Verfasser aus den ursprünglichen Maßangaben errechnet)
- 26.03.1675: in dieser Nacht war dreimal ein gewaltiger Knall; die Steiger der Nachbargruben habens

auch gehört; die Sohle ist völlig verschüttet

- 22.06.1675 neuerliche gewaltige Tretung, viel Kniest herunterkommen, das Laden ist deshalb gefährlich
- 28.06.1677 Erze stehen gewölbeförmig in der Firste und sind deshalb schlecht angreifbar
- 19.03.1678 ca. 150 m³ Erz getreten
- 25.11.1678 Förderung von Brüchen; Problem: Schiefer könnte *haufenweis* herunterkommen
- 02.04.1679 eine Stunde vor der Befahrung ca. 80 m³ Erz und Schiefer getreten; zwei Mann fast erschlagen worden
- 02.06.1683 immer noch Laden von *getretenen Lasten*
- 19.09.1684 vor etlichen Wochen große Erz- und Schiefertretung; die Weitung ist fast voll; die Tretung hat noch nicht aufgehört, Lebensgefahr für die Bergleute
- 18.12.1685 vor ein paar Tagen Schiefer und kurz zuvor Erz von vor Jahren getretenen Lasten heruntergekommen
- 17.09.1686 gestern Nacht viel Schiefer getreten, der große Bruch wird wieder rege
- 24.09.1687 die ganze Firste schiebt zur Rathstiefsten und Schlanger Grube; einige Strecken gehen zusammen; Erze stehen nur noch in der Seite; Gefahr für Bergleute
- 16.12.1687 Förderung immer noch von der großen Tretung von vor Jahren
- 20.01.1688 die Grube läßt sich gefährlich an; die beiden Unterbergmeister Buchholtz und Bär sowie Steiger Bock wurden *heruntergesandt*

09.03.1688 viele hundert Tonnen sind vom großen Bruch von vor 17 Jahren weggeladen; Laden meist von unten; nun hängt das Haufwerk; Gefahr für Bergleute

16.06.1688 es knackt und knallt in der Firste, kommt jedoch nur wenig herunter

06.09.1689 immer noch alles voll Erz; Angst vor nachbrechendem Schiefer, der dann die ganze Weitung ausfüllen könnte

06.03.1693 ca. 200 m³ Erz getreten; kein Schaden

09.09.1695 Firste knackt

12.03.1696 Firste hat sich merklich gesetzt; wird bald herunterkommen

23.07.1697 Firste hat sich *auseinandergethan* und kommt bald herunter

05.11.1698 wiederum etwa 200 m³ geringhaltige graue Erzte getreten; kein Schaden; Firste knackt noch

08.09.1699 Firste hat sich *herniedergelassen*; viel graues Erz dabei mit schlechter Qualität; wird über Tage *ausgehalten*

22.09.1701 vor zehn Tagen Tretung der Firste in der Cluß ohne Schaden

12.06.1705 in den letzten Jahren regelmäßiges Knallen in der Firste; vor kurzem ein paar größere Stücke getreten

11.03.1707 etwa 375 m³ Schiefer heruntergekommen

27.03.1711 seit 1709 erwarteter Tretung wird vorgebaut

08.07.1711 etwa 105 bis 112 m³ reinen Erzes getreten



Abb. 3.2.1.c: Zusammenbruch von Grube Eschenstall (rechts von der Bildmitte) und Grube Hohe Warte (Bildmitte). Ausschnitt aus einer Zeichnung von Just Schreiber, 1712

Protokolle

vom	Grube	Bemerkungen
29.12.1674	Serenissimum	die untergebaute Schiefermauer hat eine Grundfläche von 7,7 m mal 1,9 m
20.01.1675	Bleyzeche	Steiger gibt vor, eine Schiefermauer gesetzt zu haben, Bergbeamte halten ihm jedoch vor, er habe stattdessen nur Schiefer verstützt, weshalb nun ungewollt eine Tretung gekommen sei
23.12.1680	Rathstiefste	Schiefermauer fast bis zur Firste fertiggestellt, ein hölzerner Ausbau ebenfalls
30.08.1684	Bleyzeche	anhaltendes Rieseln nach einer Tretung von ca. 1.300 t Erz und Schiefer, es soll eine Schiefermauer an gantzen vorhandenen Ertzen aufgeführt werden, <i>umb zu verhindern, daß selbige Ertze sich belauften möchten</i>
16.06.1688	Siehdichum	vor eine bestehende Holzmauer ist zu ihrer Stabilisierung eine Schiefermauer gesetzt worden
29.01.1711	Serenissimum	eine Schiefermauer in der Weitung soll Tretungen vorbeugen
	Inny	zu einer Tretung neigende Firste durch eine Schiefermauer <i>beruhigt</i>
	Hohe Warte	einer Tretung wird durch eine Schiefermauer und hölzerne Stützen vorgebeugt

/EIC 1998/

18.06.1712 etwa 210 bis 225 m³ Erz getreten; kein Schaden

In den anderen Gruben sah es in dieser Zeit im Prinzip ähnlich aus. Der Umfang der Tretungen war dort jedoch entsprechend der Grubengröße beziehungsweise ihrer Fördermengen etwas kleiner. /EIC 1998/

Mauern zur Unterstützung der Firsten werden in den Bergamtsprotokollen oft erwähnt. Sie verliefen gewöhnlich streichend unter dem Hangenden der Weiten und wurden so gesetzt, dass die Firste *in Vertrag gebracht*, das heißt die Gefahr des unplanmäßigen Zubruchgehens der Firste verringert wurde. Mauern standen vor allem in den alten

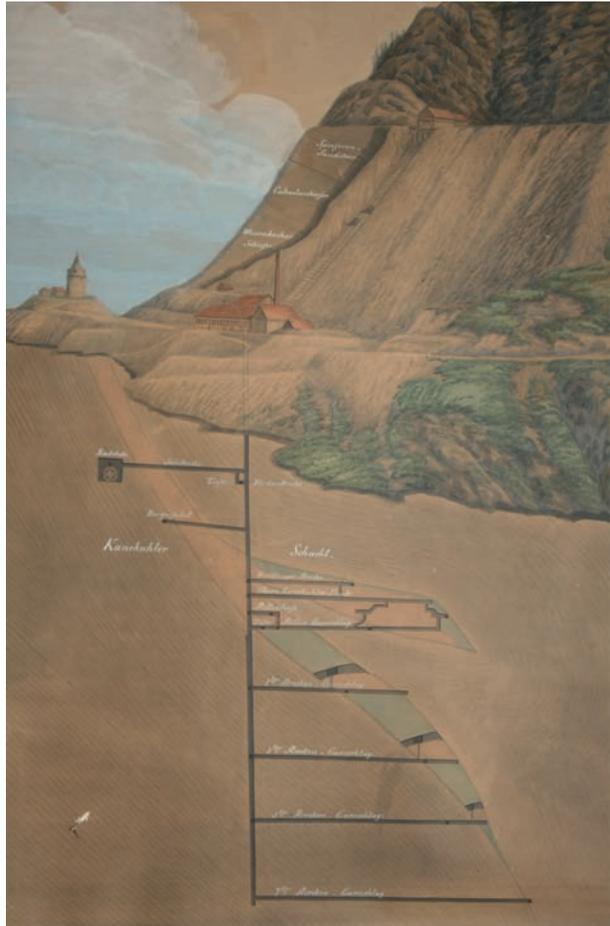


Abb. 3.2.1.d: Ausschnitt aus einem Gemälde von Fr. W. Wimmer und W. Riepe, 1879. Foto von Stefanie Kammer, 2008

Weitungen, deren Firste mittlerweile zum Teil erhebliche Spannweiten aufwiesen. Die Akten vom 23.12.1680, 16.06.1688 und 29.01.1711 geben eindeutige Hinweise auf den Holzausbau in diesen Weiten.

Eine andere zeichnerische Unterlage, die wertvolle Hinweise auf Weituingsmaße und Tretungen gibt, ist die Zeichnung von Just Schreiber, die er 1712 vom Rammelsberg angefertigt hat. Auch hier werden über- und untertägige Bauwerke gemeinsam in einer

Art Zentralperspektive abgebildet. Auffällig ist die sehr große Weitung der Grube Hohe Warte (Bildmitte), die zu dieser Zeit bereits zum Teil zusammengebrochen war. Rechts daneben ist die ehemalige Weite der Grube Eschenstall zu sehen, die bereits völlig einer Tretung zum Opfer gefallen ist (s. Abb. 3.2.1.c).

Aus der Grube Eschenstall kam zu dieser Zeit bereits keine Erzförderung mehr. Der vollständige Zusammenbruch der Grube Hohe Warte geschah

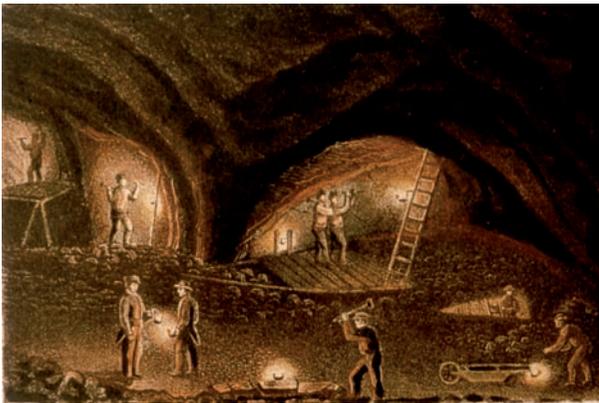


Abb. 3.2.1.e und f:
Künstlerische Darstellungen vom Bohren und Erzzerkleinern in einer Rammelsberger Weite, Rosenbaum, 1837

Mitte der 1750er Jahre. Er beeinträchtigte damit auch große Teile der Nachbargruben.

Aus dem Jahr 1879 stammt ein großformatiges Bild von Wimmer und Riepe, bei dem die Übertage-Anlagen und die Tagesoberfläche im Stil der Landschaftsmalerei gehalten sind, und die Untertage-Anlagen als Blick in den Rammelsberg hinein, im Stil technischer Schnittdarstellungen.

Die Schnittlinien verlaufen im Hauptteil des Bildes entlang des Alten Lagers und in einem getrennt dargestellten Nebenbild senkrecht dazu durch den

Kanekuhler Schacht. Auch hier fehlen zwar die mittelalterlichen Abbauhohlräume und besonders die Bereiche oberhalb der Bergesfahrt, aber die darunter liegenden vermitteln einen sehr guten und wirklichkeitsnahen Eindruck (s. Abb. 3.2.1.d).

Ebenfalls aus dem 19. Jahrhundert stammen drei künstlerische Darstellungen von Rosenbaum. Sie zeigen Rammelsberger Weiten (s. Abb. 3.2.1.e bis g), zwei davon das Bohren von Sprengbohrlöchern und das Zerkleinern zu großer Erzstücke und das dritte in stilisierter Form ein Feuersetzen, wie es für Besucher vorgeführt wurde. Der

**Abb. 3.2.1.g: Künstle-
rische Darstellung vom
Feuersetzen im Rammels-
berg, Rosenbaum, 1837**



große, merkwürdig ebenmäßige und rechtwinklige Quader in der Bildmitte stellt einen mit Mauern eingefassten Versatzkörper dar.

Diese Art von Versatzstabilisierung war seit Ende des 18. Jahrhunderts im Rammelsberg üblich, wenn auch bestimmt nicht in dieser akkuraten Form.

Die Bilder zeigen wahrscheinlich Weiten im Hangenden Trum, denn ihre horizontalen Maße sind erheblich größer, als sie im restlichen Alten Lager möglich gewesen wären.

Auf dem Bild 3.2.1.f sind die damals üblichen Formen der Sicherheitsfesten erkennbar und auf allen drei Bildern die gewölbte Firste, wie sie beim Feuersetzen entstand.

Es wäre natürlich vermessen, aus den angeführten Abbildungen und Archivatzen ablesen zu wollen, wie die entsprechenden Verhältnisse 350 Jahre zuvor hätten gewesen sein müssen. Aber prinzipielle Ähnlichkeiten können durchaus angenommen werden.

3.2.2 Roteisensteinsgrube Weintraube bei Lerbach, Harz

Am südlichen Harz oberhalb von Osterode gibt es in Lerbach ein Bergbaurevier, in dem von der Mitte des 16. Jahrhunderts bis zum Ende des 19. Jahrhunderts und versuchsweise sogar bis 1941, Roteisenstein, ein massiges, festes Eisenerz abgebaut wurde. Die größten Erzlager "Weintraube", "Blauer Busch" und "Juliuszeche" haben Mächtigkeiten von bis zu zwanzig Metern. Das Eisenerz ist eingebettet in den sogenannten Harzer Diabaszug und der wiederum in Sedimentgesteine, die vor allem aus Kalk bestehen. Sowohl der Diabas als auch der Kalk sind hart und standfest. /LER 2015/

Die Grube Weintraube wurde 1782 bis 1861 betrieben. Das Erzlager fällt dort mit ungefähr 35° ein. Es wurde in einem unregelmäßigen Kammerbau mit strossenartigem Verhieb gewonnen. In unregelmäßigen Abständen wurden im Erz Sicherheitsfesten von drei bis fünf Metern Durchmesser stehen gelassen, um die Firste stabil zu halten (s. Abb. 3.2.2).



Abb. 3.2.2: Abbauhohlraum in Lerbach 2014. Im Bild Olf Sack und Michael Klein

Die Kammern der Grube Weintraube scheinen den mittelalterlichen Rammelsberger Weiten hinsichtlich der Form und Größe durchaus ähnlich zu sein, wenn auch das Einfallen in Lerbach etwas flacher ist und die Gesamtspannweite größer.

3.2.3 Blei-Zink-Kupfererzgrube Unverhofft Glück in Antonsthal, Sachsen

In Antonsthal, einem Ort im südwestlichen Erzgebirge zwischen Schwarzenberg und Breitenbrunn, gab es eine Blei-Zink-Kupfer-Skarnerzlagstätte. Ihr voller Name ist Unverhofft Glück an der Achte. Die hier gezeigten Abbauhohlräume wurden in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts

angelegt. Sie haben Höhen von bis zu sechs Metern (bankrecht gemessen). Das Einfallen beträgt ungefähr 45° . Beides ähnelt den betreffenden Maßen des Rammelsberger Alten Lagers und macht einen Vergleich interessant. (s. Abb. 3.2.3). /ANT 2015/

3.2.4 Eisenerzgrube Marie-Louise-Stolln in Berggießhübel, Sachsen

In dem bei Pirna in der Sächsischen Schweiz gelegenen Bergbaurevier Berggießhübel wurde wahrscheinlich bereits seit dem 13. Jahrhundert Eisenerz abgebaut. Ursprünglich hieß der Ort Gißhobel. Schon 1466 hatte er ein eigenes Bergamt, was die damalige bergbauliche Bedeutung belegt. Um



Abb. 3.2.3: Kammer in Antonsthal. Im Bild v.l.n.r Thomas Liebisch, Volkmar Scholz und Silvio Stute. Foto von Holger Lausch



Abb. 3.2.4: Abbauhohlraum in der Grube Marie-Louise-Stolln in Berggießhübel. Im Bild Jens Pfeifer. Foto von Jens Kugler

1600 gab es dort ungefähr 90 Gruben. Bis in die 1840er Jahre wurde zur Erzgewinnung das Feuersetzen eingesetzt und anschließend durch Bohr- und Sprengarbeit abgelöst. Ende des 19. Jahrhunderts waren die Erzreserven erschöpft und der Bergwerksbetrieb wurde eingestellt. /MAR 2015/

Die ehemalige Erzlagerstätte fällt mit ungefähr 35° ein und hat eine Mächtigkeit von bis zu fünf Metern (s. Abb. 3.2.4).

3.2.5 Kalkgrube Schwedenlöcher in Flöha, Sachsen

Im mittleren Erzgebirge, südöstlich der Stadt Flöha befinden sich die sogenannten Schwedenlöcher. Es handelt

sich dabei um Reste einer untertage betriebenen Kalksteingewinnung. Die ehemalige Lagerstätte hat eine Mächtigkeit von fünf bis zehn Metern und fällt mit ungefähr 40° ein. Das umgebende Gebirge ist phyllitisch und von guter Standfestigkeit.

Als Abbauverfahren wurde ein unregelmäßiger Kammerbau mit mehreren Sicherheitsfesten pro Kammer angewendet (s. Abb. 3.2.5).

Der Bergbaubetrieb begann vermutlich im 15. Jahrhundert und endete Mitte des 19. Jahrhunderts. Ziel des Abbaus war eine kleine Lagerstätte kristallinen Kalks (Marmor). Die erhalten gebliebenen Grubenhohlräume liegen, bedingt durch die Form und Lage der Lagerstätte, größtenteils untertage.



Abb. 3.2.5: Abbauhohlraum in der Kalkgrube Schwedenlöcher, Flöha. Im Bild Jens Pfeifer und Falk Meyer. Foto von Jens Kugler

Der Name Schwedenlöcher stammt vermutlich aus der Zeit des Dreißigjährigen Kriegs. Damals sollen sich dort die Einwohner der Umgebung vor den schwedischen Truppen versteckt haben. /FLO 2015/

Die Ähnlichkeit von Einfallen und Mächtigkeit machen einen Vergleich der hier und im Rammelsberg aufgeführten Abbauhohlräume sinnvoll.

3.2.6 Marmorgrube Heidelbachtal bei Drebach, Sachsen

Das Heidelbachtal, ein Nebental des Zschopautals, liegt im mittleren Erzgebirge zwischen Drebach und Wolkenstein beziehungsweise zwischen den Bergbaurevieren Ehrenfrieders-

dorf und Marienberg. Bei der ehemaligen Lagerstätte handelt es sich um einen relativ kleinen Körper kristallinen Kalksteins mit einer Mächtigkeit von drei bis vier Metern. Das Einfallen beträgt ungefähr 20°. Das umgebende Gebirge ist ein standfester Gneisglimmerschiefer.

Wahrscheinlich begann der Bergbau dort im 16. Jahrhundert. Er wurde aber erst Mitte des 18. Jahrhunderts urkundlich erwähnt. Anfangs handelte es sich um einen Tagebaubetrieb. Das Abbau-geschehen verlagerte sich Anfang des 19. Jahrhunderts nach untertage. Anfang des 20. Jahrhunderts endete die Kalksteingewinnung im Heidelbachtal. Die Mächtigkeit der abgebauten Lagerstätte war hier relativ gering, so dass die säulenartigen Sicherheitsfes-



Abb. 3.2.6: Abbauhohlraum in der Grube Heidelbach bei Drebach. Im Bild Thomas Liebisch und Silvio Stute. Foto von Jens Kugler

ten senkrecht zu Schichtung gestellt werden konnten (s. Abb. 3.2.6). /HEI 2015/

3.2.7 Kalkwerk Rabenstein bei Chemnitz, Sachsen

In Rabenstein bei Chemnitz wurde seit dem 16. Jahrhundert Kalkstein abgebaut, anfangs offensichtlich im Tagebau. Das Kalkvorkommen befindet sich in dem Dorf Stein, das später Niederrabenstein hieß, 1897 mit Ober-rabenstein zur Landgemeinde Rabenstein vereinigt wurde und seit 1950 zur Stadt Chemnitz gehört.

Zum Teil war der Kalkstein so fest, dass er durch Feuer setzen vom Gebirgsverband gelöst werden musste. Der Untertageabbau begann in den 1830er Jahren. Der abgebildete Abbauhohlraum (s. Abb. 3.2.7) war 1863 bereits über einhundert Meter lang und fünfzehn Meter hoch. Die Firste wurde durch neun säulenartige Sicherheitsfesten unterstützt. Es gab vier Sohlen, zwei davon durch Stollen entwässert

und zwei unterhalb des Grundwasserspiegels. /RAB 2015/

3.2.8 Kalkwerk Zaunhaus bei Rehefeld, Sachsen

Östlich der Straße Rehefeld-Altenberg wurde seit dem frühen 17. Jahrhundert Kalkstein (Marmor) abgebaut. Das Kalkvorkommen befindet sich oberhalb des Teichweges, östlich des ehemaligen königlichen Jagdschlusses. Die Lagerstätte bestand aus großen, langgestreckten elliptischen Kalksteinschollen mit schichtweise wechselnden Qualitäten und eingebetteten Mergel- und Phyllitschichten. Das Nebengestein ist Glimmerschiefer.

Bis 1900 handelte es sich um einen Tagebau. Danach begann ein untertägiger Abbau. Es gab drei Sohlen. Das Abbauverfahren war ein Kammerbau. Die Kammern erreichten Höhen von bis zu fünfzehn Metern. /HOT 2010/

Hinsichtlich eines Vergleichs mit dem Rammelsberg sind die Form und



Abb. 3.2.7: Abbauhohlraum im Kalkwerk Rabenstein bei Chemnitz. /RAB 2015/

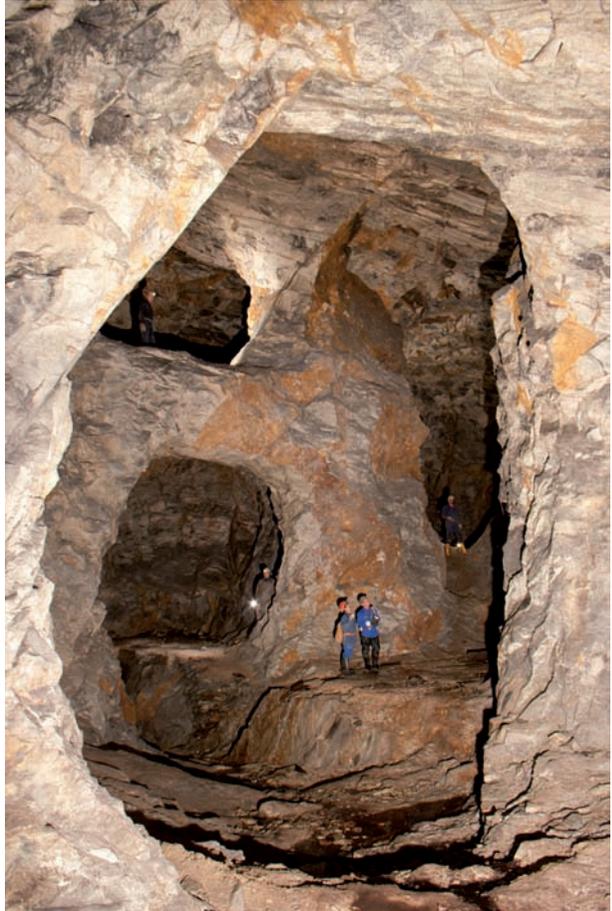


Abb. 3.2.8: Kammern mit Sicherheitsfeste im Kalkwerk Zaunhaus bei Rehefeld. Foto von Jens Kugler

die Maße der Sicherheitsfesten interessant (s. Abb. 3.2.8).

3.2.9 Zinnerzgrube Mauritius in Hrebecna, Böhmisches Erzgebirge

Die untertägigen Hohlräume des bereits erwähnten ehemaligen Zinnerzbergwerks Mauritius in Hrebecna (Hengstererben) werden heute teilweise als Besucherbergwerk genutzt. Erhalten geblieben sind aufgrund der guten Standfestigkeit des Gebirges

einige riesige Kammern. Sie wurden wie am Rammelsberg mit Feuer setzen aufgeföhren, aber mit viel größeren Höhen, Breiten und Längen, als am Rammelsberg (s. Abb. 3.2.9.a und b).

Die Maße der Weiten betragen bis zu 200 m Länge, 30 m Höhe und 10 m Breite. Der Abbau der Sicherheitsfesten führte schon im Mittelalter zu einer Reihe von katastrophalen Zusammenbrüchen. In diesem Revier endete der Zinnerzabbau im 18. Jahrhundert. /HEN 2015/, /MAU 2015/

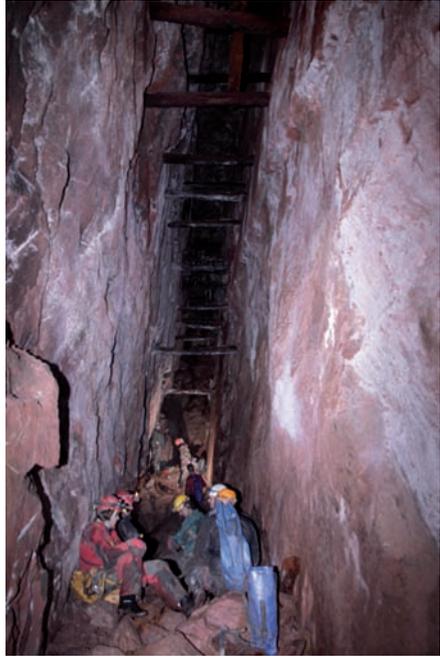


Abb. 3.2.9.a und b: Kammern in der Grube Mauritius. Fotos von Sven Schreiter

Das zeigt anschaulich, dass die Bergwerksbetreiber zur Maximierung der Grubenmaße neigten, soweit es die geomechanischen Bedingungen zuzulassen schienen.

3.2.10 Kobalterzgruben in Skuterud, Norwegen

Die bereits erwähnten Skuteruder Erztagebaue hatten in den 1820er Jahren ihre Endteufe erreicht. Die Erzgewinnung wurde danach nach Untertage verlegt. Dabei gab es, wie auch für den mittelalterlichen Rammelsberg zu vermuten, eine Übergangsphase, in der viele Grubenhohlräume nicht eindeutig als Tagebau- oder als Tiefbaugrube einzustufen waren. Diese Skuteruder Gruben haben sich allerdings im

Gegensatz zu denen des Rammelsbergs bis heute erhalten, so dass sie noch befahren werden können. Die Lagerung ist in Skuterud allerdings im Gegensatz zum Rammelsberg viel steiler und das Nebengebirge standfester. Hier wurde das Erz im Strossenbau, das heißt abwärts führend abgebaut. Es entstanden riesige Kammern (s. Abb. 3.2.10.a und b).

Die Abbaukammern wurden zum Teil auch nach oben erweitert, bis schließlich ein Teil von ihnen mit den oberhalb liegenden Tagebauen durchschlägig wurde. Hier gibt es Durchschläge von so großen Abmessungen, dass es schwierig ist, zu entscheiden, ob es sich noch um regelrechte Untertagehohlräume handelt, oder schon um

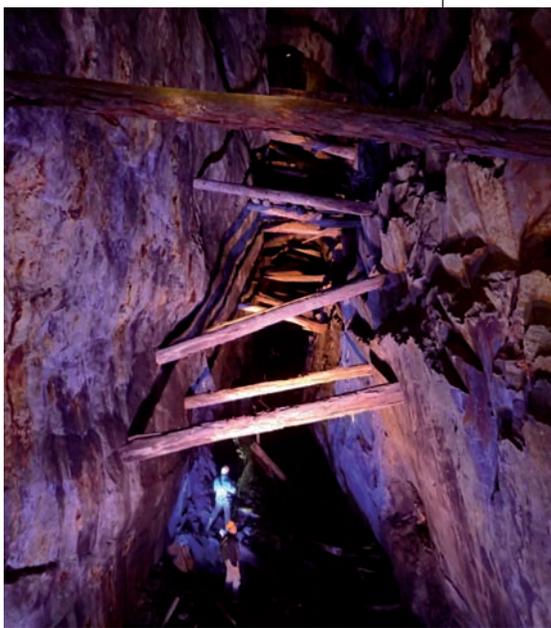
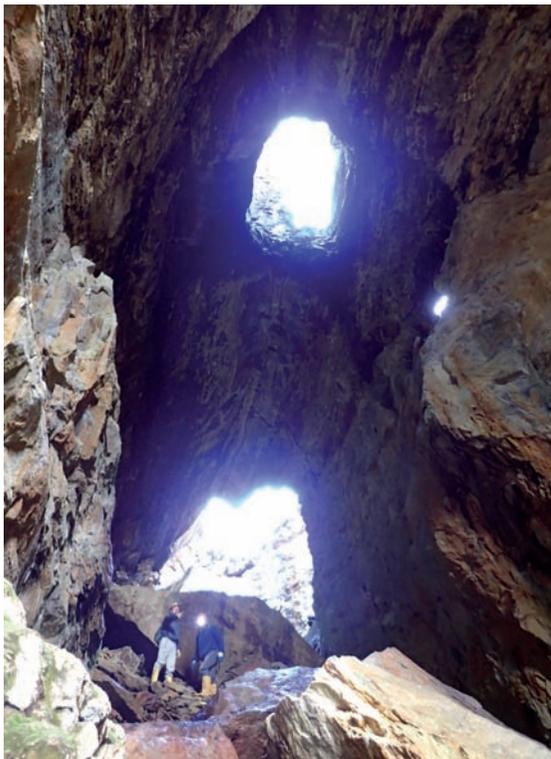


Abb. 3.2.10.a und b: Kammern in Skuterud, Fotos von Jens Pfeifer und vom Verfasser, 2015

Teile von Tagebauen (s. Abb. 3.2.9.c und d).

Ein weiteres Phänomen der Skuteruder Gruben ist, dass in den großen Kammern Teile des Holzausbaus erhalten geblieben sind. Daran ist beispielhaft zu sehen, dass durchaus auch Hohlräume mit Holzstempeln ausgebaut werden können (s. Abb. 3.2.10.e bis g), wie sie beim Abbau der oberen Bereiche des Rammelsberger Alten Lagers entstanden waren. Voraussetzung dafür ist allerdings

eine intakte hangende Wand/Firste. In tieferen Grubenbereichen, in denen der Gebirgsdruck größer ist, wird ein Holzausbau dieser Art allerdings nicht mehr möglich gewesen sein. Interessant ist übrigens, dass sowohl für die Skuteruder als auch für die Kongsberger Gruben im 18. Jahrhundert gezielt Bergleute aus dem Harz und aus Sachsen angeworben wurden. Sie brachten ihre Erfahrungen mit und sollten hier die damals üblichen Bergbautechniken einsetzen. /LIE 1994/



Linke Seite: Abb. 3.2.10.c, d und e: Skuterud, Kammern mit Durchschlag nach über Tage. Im Bild c Marcel Naumann und Marco Drechsel und in Bild d (v.l.n.r) Matthias Dietrich, ein norwegischer Kollege, Thomas Witzke, ein weiterer norwegischer Kollege, Marcel Naumann, Silvio Stute (größtenteils verdeckt), Marco Drechsel und Rainer Sennewald

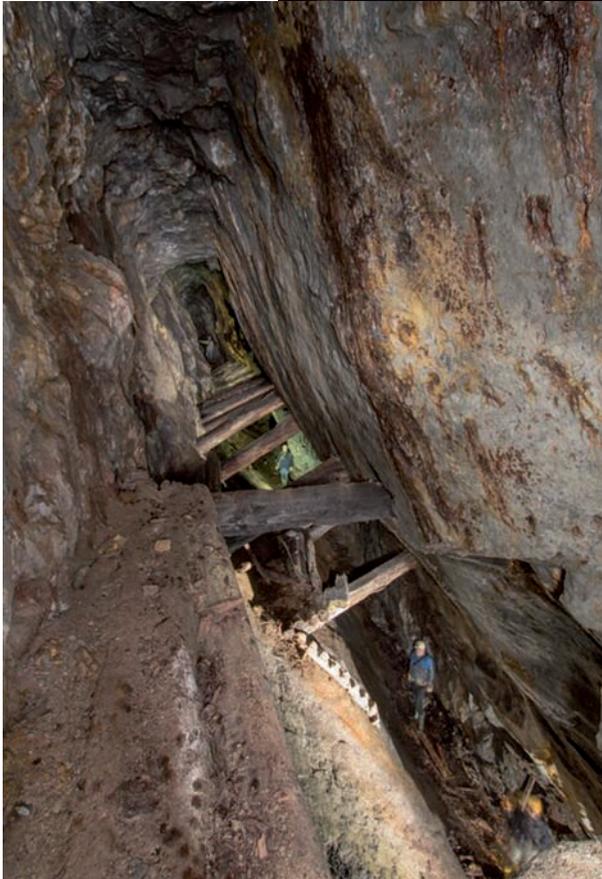
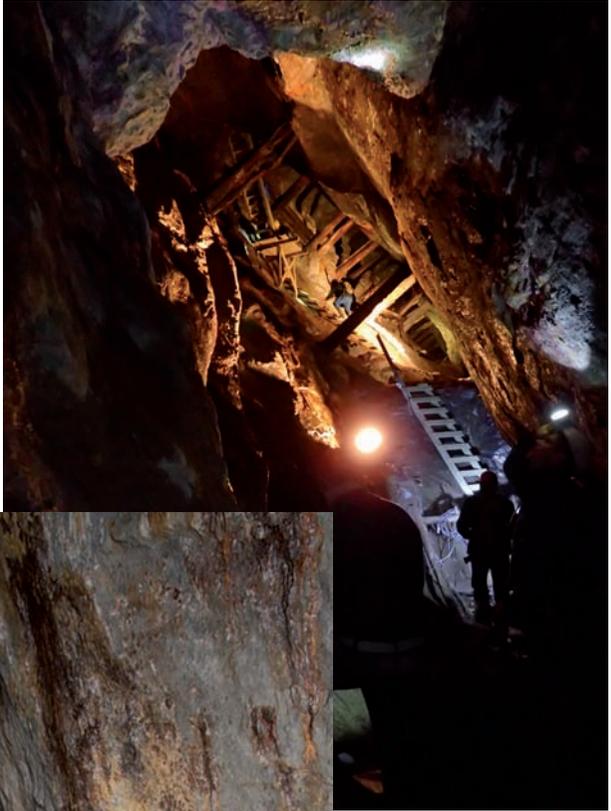


Abb. 3.2.10.f und g:
Skuterud, Kammern mit Holz ausgebaut, Fotos von Jens Pfeifer, 2015



Abb. 3.2.11.a: Abbauhohlraum der Eisenerzgrube Blajfell, Blick aus der Weite heraus Richtung Mundloch. Im Bild (v.l.n.r) Matthias Dietrich, Steve Püschel, Rainer Sennewald, Volkmar Scholz, der Verfasser und Lutz Reuter. Foto von Jens Kugler

3.2.11 Eisenerzgrube Blajfell bei Sokndal, Norwegen

Die Eisenerzgrube Blajfell befindet sich in der Nähe von Sokndal in Südwestnorwegen. Abgebaut wurde dort in der Zeit von 1863 bis 1876 titanhaltiges Eisenerz. Betreiber der Gruben war ein englisches Unternehmen. Insgesamt wurden 80.000 t Erz abgebaut. /BLA 2015//

Die Abbauhohlräume liegen in einem Berg mit sehr steiler natürlicher

Böschung. Es handelt sich zwar um untertägige Kammern, aber ihre Entfernung von der Tagesoberfläche beziehungsweise zur Böschung beträgt nur wenige Meter (s. Abb. 3.2.11.a) und ihre Zugänge ähneln eher großen Toren als Stollenmundlöchern. Offensichtlich sollte trotz der widrigen klimatischen Bedingungen ganzjährig gearbeitet werden, was im Tagebaubetrieb nicht möglich gewesen wäre. Die Kammern haben auf der Sohle maximale Breiten von ungefähr fünfzehn Metern und Längen von ungefähr dreißig Metern

Abb. 3.2.11.b: Abbauhohlraum der Eisenerzgrube Blajfell, Blick in eine Weite. Im Bild (v.l.n.r) Volkmar Scholz, Jens Pfeifer und der Verfasser. Foto von Jens Kugler



(s. Abb. 3.2.11.b). Es gibt unregelmäßige seitliche Fortsetzungen geringerer Höhe und Breite.

3.2.12 Blei-Zinkerzgrube Moring in Mezica, Slowenien

Das über 400 Jahre alte Erzbergwerk von Mezica (früher Mießdorf oder auch Miess) liegt nordwestlich von Velenje im slowenischen Karawankengebirge, nahe der Grenze zu Österreich. Im 17. Jahrhundert war es einer der wichtigsten Kupferlieferanten Österreichs. Die

Blei-Zinkerzförderung erreichte hier in den Jahren nach dem Zweiten Weltkrieg ihren Höhepunkt, als das Gebiet bereits zu Jugoslawien gehörte. 1994 endete der Bergbaubetrieb. Heute ist ein kleiner Teil des Bergwerks, besonders der Bereich Moring, für Besucher zugänglich. /MIE 2015/

Dort sind ausgedehnte Abbauhohlräume erhalten geblieben, die durch ihre unregelmäßige Form und durch die Anordnung der säulenartigen Sicherheitsfesten an die mittelalterli-



Abb. 3.2.12.a: Abbauhohlräume mit Sicherheitsfesten. Blei-Zinkerzgrube Moring in Mezica, Slowenien. Im Bild Thomas Liebisch (links) und der Verfasser (rechts). Foto Holger Lausch 2014



Abb. 3.2.12.b: Abbauhohlraum mit Sicherheitsfeste. Blei-Zinkerzgrube Moring in Mezica, Slowenien. Im Bild Thomas Klug (links), Lutz Reuter (oben) und Volkmar Scholz (rechts-unten). Foto Holger Lausch 2014

chen Rammelsberger Weiten erinnern (s. Abb. 3.2.12.a und b).

4 Schlussbemerkung

Über die Anfänge des geregelten Rammelsberger Bergbaus und seine Entwicklung bis zum Ende des Mittelalters ist noch (fast) nichts bekannt. Vergleiche zu anderen historischen Bergwerken lassen aber erwarten, dass auch bei den laufenden archäologischen Grabungen und bei der vorgesehenen systematischen Erfassung des heute noch zugänglichen Grubenbereichs viel Interessantes gefunden wird. Man darf gespannt sein, was die nächsten Jahre an neuen Erkenntnissen bringen werden.

Danksagung

Ausdrücklich gedankt sei den Freiburger Freunden und Kollegen Volkmar Scholz, Jens Pfeifer, Jens Kugler und Holger Lausch für die vielen Hinweise auf vergleichbare Gruben und besonders für ihre Einschätzung, was am Rammelsberg im Mittelalter technisch und wirtschaftlich möglich war und wie es dort wahrscheinlich ausgesehen haben könnte. Ihr unvergleichlich großes Wissen, das sie in jahrzehntelangem intensiven Quellenstudium über das Thema Altbergbau und durch ihre zahlreichen Altbergbauexkursionen zusammengetragen haben, war eine wesentliche Grundlage für das vorliegende Heft.

Mein Dank gilt auch Lothar Klappauf und Christoph Bartels. Beide haben in den letzten Jahrzehnten grundlegen-

de archäologische und Geschichtsforschungen am und über den Rammelsberg betrieben, darüber fundamentale Standardwerke geschrieben und auch sie haben mir wertvolle Hinweise gegeben

Und nicht zuletzt möchte ich Renate Rehm, Dietrich Bartmann und Jens Pfeifer danken für die Durchsicht des Manuskripts sowie Ulrich Kammer für das Layout.

Abbildungsverzeichnis

1.1.: Haus Schulenburger Suchort im Oktober 2015

1.2.a: Schnitt durch eine Weite. Bergleute beim Feuersetzen Lösen, Laden und Abfördern des Erzes

1.2.b: Schnitt durch eine Weite. Bergleute beim Bohren, Laden und Abfördern des Erzes

1.2.c: Schnitt durch eine Weitung. Bergleute beim Bohren, Laden und Abfördern des Erzes

2.a: Grubenwasserstände im 14. Und 16. Jahrhundert mit zugehörigen Stollen

2.b: Altes Lager mit Schächten, Stollen und Strecken, die noch im 19. Jahrhundert genutzt wurden. Emil Kraume, 1951

2.c: Alte Tagesförderstrecke und Altes Lager. Emil Kraume, 1951

2.d: Bergesfahrt und Altes Lager. Ahrend, 1853

2.e: Erzrippen und Erzstücke im verbrochenen Bereich ehemaliger Weiten

2.f: Hangendes Trum und Liegendes Trum

2.g und h: Im östlichen Alten Lager bis über die Bergesfahrt hinauf reichende Gruben. Emil Kraume, 1951

2.1.a: Ehemaliger Ausbiss des Alten Lagers, Luftbild von einem Punkt über dem Rammelsberg aufgenommen

2.1.b: Ehemaliger Ausbiss des Alten Lagers, Luftbild von einem Punkt über dem Herzberg aufgenommen

2.1.c: Diagramm Erzsorten und Metallgehalte. Nach Sperling 1990

2.2.a: Grubenwasserspiegel im 14. und 15. Jahrhundert und heutiger Stand der Spalten in der Kuppe des Rammelsbergs

2.2.b: Spalten oberhalb der Gruben. Ausschnitt aus einer Zeichnung von Buchholtz, 1680

2.2.c: Spalten oberhalb der Gruben auf der Kuppe des Rammelsbergs. Luftbild von einem Punkt über dem Rammelsberg aufgenommen

2.2.d: Spalten auf der Kuppe des Rammelsbergs und ehemaliger Ausbiss des Alten Lagers

2.4.a: Ehemaliger Tagebau. Idealisierte Darstellung des Hangbereichs

2.4.b: Ehemaliger Tagebau. Idealisierte Darstellung des Plateaubereichs

2.4.c: Böschungssystem, hohe steil stehende Böschung im Erz und im Blauschiefer, flache Böschung im Gelschiefer

2.4.d: Modernes Böschungssystem, bestehend aus Einzelböschungen und zwischengeschalteten Bermen

2.4.e: Ehemaliger Tagebau mit tauben Massen verfüllt

2.4.f: Tagebaurest. Hier zu sehen zwischen Kanekuhler Schacht und Stollenvorhaus der Tagesförderstrecke. /HÄS 1890/

2.4.g: Ehemaliger Tagebau. Hier quer unterhalb des Kanekuhler Schachts verlaufend zu sehen. Foto um 1909. Aus der Sammlung Heinrich Stöcker

2.4.h: Ehemaliger Tagebau. Hier zwischen Maltermeister Turm und Herzberger Teich verlaufend, Foto um 1920. Aus der Sammlung Heinrich Stöcker

2.4.i: Ehemaliger Tagebau. unterhalb des Maltermeister Turms

2.4.j: Maltermeister Turm (hier „Anleute Turm“) mit Brücke über den Rest des ehemaligen Tagebaus, Ausschnitt aus einer Zeichnung von Eggers 1735

2.4.k: Brücke über den ehemaligen Tagebau. Nachzeichnung eines Ausschnitts aus dem Riss von Eggers. /SPE 1990/

2.5.a: Tagebau mit Überhang und Sicherheitspfeiler (Feste)

2.5.b: Tagebau mit Überhang und Holzausbau

2.5.c: Untertägiger Grubenhohlraum mit Durchschlag zu einem darüber liegenden Tagebau

2.6: Weite mit Schacht im Einfallen des Alten Lagers, oben Haspelkaue, Schacht mit steigender Höhe der Verfüllmassen nach oben verlängert, weiter unten im Schacht eine Hornstatt

2.6.1.a: Feuersetzen im Streckenvortrieb, Bergbaumuseum Kongsberg, Foto von Jens Kugler

2.6.1.b: Feuersetzen am Liegenden

2.6.1.c: Feuersetzen und Spannungsverläufe

2.6.2.a: Erzfeste bei Annäherung zweier Weiten im Hangenden Trum

2.6.2.b: Spannungsverläufe in einer Erzfeste bei Annäherung zweier Weiten im Hangenden Trum

2.6.3.a: Weite zwischen Altem Mann und Grubenwasserspiegel

2.6.3.b: Wasserhaltungsgräben, -tunnel und -stollen, Übergang vom Tagebau zum untertägigen Abbau

2.6.3.c: Grubenwasserstände im Mittelalter

2.6.4: Einteilung einer flächigen Lagerstätte in Gruben (Maaßen)

2.6.5.a: Weite mit beginnendem Schiefernachfall aus der Firste

2.6.5.b: Weite mit fortgeschrittenem Schiefernachfall aus der Firste

2.6.5.c: Fast vollständig zusammengebrochene Weite

2.6.5.d: Zusammenbruch einer Weite mit Auswirkungen auf eine darüber liegende Weite

2.6.6.a: Angebaute Hangend-Bank

2.6.6.b: Säulenförmige Sicherheitsfeste inmitten einer Weite

2.6.6.c: Mauerausbau in einer Weite, Mauerbasis auf dem Liegenden

2.6.6.d: Mauerausbau in einer Weite, Mauerbasis auf dem Versatz. /AHR 1835/

2.6.6.e: Holzausbau in einer Weite

2.7.a: Altes Lager mit Lageverdeutlichung der archäologischen Arbeiten

2.7.b: Montanarchäologische Grabung am ehemaligen Ausbiss des Alten Lagers. Foto von Bjorn Jobst, Niedersächsisches Landesamt für Denkmalpflege, 2015

3.1.1.a: Schiefermühle mit steilen Einzelböschungen

3.1.1.b: Schnitt durch die Schiefermühle, Planungsunterlage aus dem Bergarchiv Clausthal

3.1.2.a: Landkarte mit Rammelsberg und Grube St. Urban in Oberschulenberg

3.1.2.b: Übertägige Reste des Erzabbaus, Grube St. Urban in Oberschulenberg

3.1.3: Weiten zur Quarzsandgewinnung in der Nähe der Burgruine Regenstein bei Blankenburg, Harz. In der Bildmitte Jessica Boemigan

3.1.4.a: Übertägige Reste des Erzabbaus, Prinzler Gangzug, Tagebau am Sauberg in Ehrenfriedersdorf

3.1.4.b und c: Bühnlöcher in Erztagebauwand, Prinzler Gangzug, Tagebau am Sauberg in Ehrenfriedersdorf

3.1.5.a und b: Erztagebau Schnepfbruch, Grube Mauritius in Hengsterben von Osten (a) und Süden (b) gesehen. Jeweils oben in der Bildmitte Silke Svea Eichhorn

3.1.6.a: Erztagebau der Julsgrube in Kongsberg. Foto von Jens Pfeifer, 2015

3.1.6. b: Erztagebau eines ehemaligen Tagebaus in Kongsberg. Zeitgenössischer Stich, Künstler unbekannt. Abbildung aus der Sammlung von Peter Seroka

3.1.7.a: Tagebau der Mittleren Gruben von Skuterud, Blick nach Norden. Foto von Jens Pfeifer, 2015

3.1.7.b: Tagebau der Mittleren Gruben von Skuterud. Reste von Sicherheitsfesten. Blick in den südlichsten Bereich. Foto von Jens Pfeifer, 2015

3.1.7.c : Tagebau der Mittleren Gruben von Skuterud. Übergang von Tagebau zum untertägigen Erzabbau. Blick aus dem mittleren Bereich nach Süden. Foto von Jens Pfeifer, 2015

3.1.7.d : Tagebau der Mittleren Gruben von Skuterud. Übergang von Tagebau zum untertägigen Erzabbau. Blick aus dem mittleren Bereich nach Norden. Foto von Jens Pfeifer, 2015

3.1.8.a und b: Gruben in Rosia Montana. Übergang vom Erztagebau zum untertägigen Erzabbau. Foto von Sven Schreiter

3.1.9.a und b: Reste des Tagebaus in Brandes en Oisans. Foto von Marie-Christine Bailly-Maire

3.1.10: Tagebau in Witwatersrand Anfang des 20. Jahrhunderts. /TRE 1900/

3.2.1.a: Abbauhohraum im östlichen Alten Lager. Im Bild Volkmar Scholz. Foto von Jens Kugler 1996

3.2.1.b: Ausschnitt aus einer Zeichnung von Markscheider Buchholtz aus dem Jahre 1680 mit nachträglichen Beschriftungen vom Verfasser

3.2.1.c: Zusammenbruch von Grube Eschenstall und Grube Hohe Warte. Ausschnitt aus einer Zeichnung von Just Schreiber, 1712

3.2.1.d: Ausschnitt aus einem Gemälde von Fr. W. Wimmer und W. Riepe, 1879. Foto von Steffi Kammer, 2008

3.2.1.e und f: Künstlerische Darstellungen vom Bohren und Erzzerkleinern, Rosenbaum, 1837

3.2.1.g: Künstlerische Darstellung vom Feuer setzen, Rosenbaum, 1837

3.2.2: Weite in Lerbach 2014. Im Bild Olf Sack und Michael Klein

3.2.3: Weite in Antonsthal. Im Bild v.l.n.r Thomas Liebisch, Volkmar Scholz und Silvio Stute. Foto von Holger Lausch

3.2.4: Weite in der Grube Marie-Louise-Stolln in Berggießhübel. Foto von Jens Kugler

3.2.5: Weite in der Kalkgrube Flöha. Im Bild Jens Pfeifer und Falk Meyer. Foto von Jens Kugler

3.2.6: Weite in der Grube Heidelberg bei Drebach. Im Bild Thomas Liebisch und Silvio Stute. Foto von Jens Kugler

3.2.7: Weite im Kalkwerk Rabenstein bei Chemnitz. /RAB 2015/

3.2.8: Kammer im Kalkwerk Zaunhaus bei Rehefeld. Foto von Jens Kugler

3.2.9.a und b: Weiten in der Grube Mauritius. Fotos von Sven Schreiter

3.2.10.a und b: Kammern in Skuterud, Fotos von Jens Pfeifer und vom Verfasser, 2015

3.2.11.c und d: Skuterud, Kammern mit Durchschlag nach übertage. Im Bild (v.l.n.r) Matthias Dietrich, ein norwegischer Kollege, Thomas Witzke, ein weiterer norwegischer Kollege, Marcel Naumann, Silvio Stute (größtenteils verdeckt), Marco Drechsel und Rainer Sennewald

3.2.3.e, f und g: Skuterud, Kammern mit Holz ausgebaut, Fotos von Jens Pfeifer, 2015

3.2.11.a: Abbauhohlraum der Eisenerzgrube Blajfell, Blick aus der Kammer heraus Richtung

Mundloch. Im Bild (v.l.n.r) Matthias Dietrich, Steve Püschel, Rainer Sennewald, Volkmar Scholz, der Verfasser und Lutz Reuter

3.2.11.b: Abbauhohlraum der Eisenerzgrube Blajfell, Blick in eine Kammer. Im Bild (v.l.n.r) Volkmar Scholz, Jens Pfeifer und der Verfasser

3.2.12.a: Abbauhohlräume mit Sicherheitsfesten. Blei-Zinkerzgrube Moring in Mezica, Slowenien. Im Bild Thomas Liebisch (links) und der Verfasser (rechts). Foto Holger Lausch 2014

3.2.12.b: Abbauhohlraum mit Sicherheitsfeste. Blei-Zinkerzgrube Moring in Mezica, Slowenien. Im Bild Thomas Klug (links), Lutz Reuter (oben) und Volkmar Scholz (rechts-unten). Foto Holger Lausch 2014

Quellenverzeichnis

/AHR 1853/ Ahrend, Heinrich Georg: Beschreibung des Bergbaus im Rammelsberge. Goslar 1853

/ANT 2015/ www.unbekannter-bergbau.de/inhalte/spot_12_2015_antonsthal.htm

/ANT 2015/ <https://de.wikipedia.org/wiki/Antonsthal>

/BAC 129/ Bergarchiv Clausthal: Repertorium über die in der Registratur der vormaligen Berghauptmannschaft Clausthal vorhandenen Akten der Kommunion-Unterharzischen Verwaltung. Fach 129, Akte 2, Grubenbefahrungen 1700-1711

/BAC 132/ Bergarchiv Clausthal: Repertorium über die in der Registratur der vormaligen Berghauptmannschaft Clausthal vorhandenen Akten der Kommunion-Unterharzischen Verwaltung. Fach 132, Akte 1, Goslarische Grubenberichte 1666-1669

/BAC 703/ Bergarchiv Clausthal: Repertorium über die in der Registratur der vormaligen Berghauptmannschaft Clausthal vorhandenen Akten der Kommunion-Unterharzischen Verwaltung. Fach 70, Akte 3, Bergamtsprotokolle 1674-1679

/BAI 2012/ Bailly-Maitre, Marie-Christine: Extraction and treatment of lead and silver ore in the Middle Ages in Brandes en Oisans. In: Aufbruch unter Tage. Stand und Aufgaben der montanarchäologischen Forschung in Sachsen.

- /BAI 2009/ Bailly-Maitre, Marie-Christine: The Medieval Minuing District of Hierle, Saint Laurent-le-Minier. In: Claughton, Peter: Mining Perspectives. Stirling 2009
- /BAR 1992/ Bartels, Christoph: Vom frühneuezeitlichen Montangewerbe zur Bergbauindustrie. Erzbergbau im Oberharz 1635-1866. Bochum 1992
- /BAR 1988/ Bartels, Christoph: Das Erzbergwerk Rammelsber, Betriebsgeschichte. Goslar 1988
- /BER 1997/ Berg, Björn Ivar: Das Kongsberger Silberbergwerk. In: Beiträge zur Geschichte von Bergbau, Geologie und Denkmalpflege. Freiberg 1997
- /BER 2015/ www.badgottleuba-berggiesshuebel.de/besucherbergwerk-marie-louise-stolln
- /BOR 1931/ Bornhardt, Wilhelm: Geschichte des Rammelsberger Bergbaus von seiner Aufnahme bis zur Neuzeit. Berlin 1931
- /CAL 1763/ Calvör, Henning: Historisch-chronologische Nachricht und theoretische und praktische Beschreibung des Maschinenwesens und der Hilfsmittel bey dem Bergbau auf dem Oberharz. 2. Teil, Braunschweig 1763
- /CAN 1767/ Cancrinus, Franz Ludwig: Beschreibung der vorzüglichsten Bergwerke in Hessen, in dem Waldeckschen, an dem Harz usw. Frankfurt 1767, Neudruck Kassel 1971
- /EIC 2009/ Eichhorn, Peter: Abbauverfahren am Rammelsberg. Jahresgabe unseres Fördervereins 2009/2010
- /EIC 1998/ Eichhorn, Peter: Vertiefende Erkenntnisse zum Bergbau im Rammelsberg an der Wende vom 17. Zum 18. Jahrhundert. Dissertation, Clausthal 1998
- /EIC 2008/ Eichhorn, Peter: Tagesanlagen am Rammelsberg. Jahresgabe unseres Fördervereins 2008/2009
- /FLO 2015/ www.schindlerandreas.de/Floeha/schwedenloecher.html
- /FRE 1795/ Freiesleben, Johann Carl: Bemerkungen über den Harz. Leipzig 1795
- /FÜR 1986/ Fürer, Gotthart: Bergbau und Bergverwaltung im Oberharz von 1524 bis 1807. In: Der Oberharz zur Zeit Henning Calvörs. Clausthal 1986
- /HÄS 1890/ Häseler, Ernst: Das Bergwerk im Rammelsberg bei Goslar. Harzburg 1890
- /HEI 2015/ <https://de.wikipedia.org/wiki/Heidelbachtal>
- /HEN 2015/ o.V. Schautafel Nr. 7 „Schneppbruch“ am Wanderweg Hengstererben
- /HEN 2015/ www.unbekannter-bergbau.de/inhalte/spot_12_2012_hengstererben.htm
- /HOT 2010/ Hoth, Klaus et al: Marmor im Erzgebirge, Bergbau in Sachsen, Band 16. Freiberg 2010
- /KLA 2015/ Klappauf, Lothar: Archäologie eines Mittelgebirges. Die Arbeitsstelle Montamarchäologie in Goslar. www.harzarchaeologie.de
- /KRA 1990/ Kraschewski, Hans-Joachim: Quellen zum Goslarer Bleihandel in der frühen Neuzeit (1525-1625), Hildesheim 1990
- /KRA 1989/ Kraschewski, Hans-Joachim: Zur Arbeitsverfassung des Goslarer Bergbaus am Rammelsbergs im 15. Und 16. Jahrhundert. In: Ludwig, Karl Heinz: Bergbau und Arbeitsrecht. Wien 1989
- /KRA 1951/ Kraume, Emil: Erzbergwerk Rammelsberg. Sechsteilige innerbetriebliche Abhandlung. Goslar 1946 bis 1951
- /KRO 1984/ Kroker, Werner und Westermann, Ekkehard: Miontanwirtschaft Mitteleuropas vom 12. Bis 17. Jahrhundert. Beiheft 2, Der Anschnitt, Bochum 1984
- /KUN 1894/ Kunze, K.: Zur Geschichte des Goslarer Kupferhandels. In: Hansische Geschichtsblätter 20, 1894
- /LER 2015/ <https://de.wikipedia.org/wiki/Lerbach>
- /LIE 1994/ Ließmann, Wilfried: Vom Kobalterz zum Königsblau – Zur Geschichte des Skuteruder Kobaltbergbaus. Emser Hefte Jahrgang 15, Nr. 4, 1994
- /LIE 2010/ Ließmann, Wilfried: Historischer Bergbau im Harz. Kurzführer. Berlin und Heidelberg 2010, Hier: Lerbach/Weintraube
- /LUD 1992/ Ludwig, Karl Heinz et al: Metalle und Macht 1000 bis 1600. In: Propyläen Technikgeschichte. Berlin 1992

/MAR 2015/ https://de.wikipedia.org/wiki/Bad_Gottleuba-Berggießhübel

/MEH 1993/ Mehner, Wolfgang: Geschichte der Blei- und Kupfererzeugung am Unterharz 1500 bis 1992. Goslar 1993

/MAU 2015/ <https://de.wikipedia.org/wiki/Hřebečná>

/RAB 2015/ www.rabenstein-sa.de/...Felsendome/geschichte_der_felsendome.htm

/REG 2015/ <https://de.wikipedia.org/wiki/Sandhöhlen>

/REG 2015/ www.harzlife.de/harzrand/sandhoehlen.html

/ROS 1968/ Rosenhainer, Franz: Die Geschichte des Unterharzer Hüttenwesens von seinen Anfängen bis zur Gründung der Kommunalverwaltung im Jahre 1635. Goslar 1968

/SAN 1568/ Sander, Christoph: Bericht über das Bergwerk Rammelsberg 1568 und 1575. In: Denker, Heinrich: Die Bertgchronik des Hardanus Hake. Wernigerode 1911

/SAU 2015/ <https://de.wikipedia.org/wiki/Ehrenfriedersdorf>

/SAU 2015/ www.stadt-ehrenfriedersdorf.de/leben/bergbau.html

/SCH 1970/ Schmidt, Ursula: Die Bedeutung des Fremdkapitals im Goslarer Bergbau um 1500. In: Beiträge zur Geschichte der Stadt Goslar 27. Goslar 1970

/SLO 2002/ Slotta, Rainer et al: Bergbauevier Verespatak oder Vöröspataker Gebirge, heute Rosia Montana. In: Silber und Salz in Siebenbürgen. Bochum 2002, Band IV

/SPE 1990/ Sperling, Herbert und Walcher, Eckhardt: Die Blei-Zink-Erzlagerstätte Rammelsberg. In: Gerologisches Jahrbuch Reihe D, Het 91, Stuttgart 1990

/TRE 1900/ Treptow, Emil: Lehrbuch Bergbau und Hüttenwesen. Freiberg 1900

/URB 2015/ https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_von_Bergwerken_im_Harz

/URB 2015/ www.schulenberg-harz.de/chronik/frueher.html

/WES 1971/ Westermann, Ekkehard: Der Goslarer Bergbau vom 14. Bis 16. Jahrhundert. In:

