

Neue Ansätze zur Entwicklung der Wasserhaltung im Rammelsberg und erste Einblicke in die dreidimensionale Aufnahme der historischen Bergbaumodelle im Rahmen des Vorhabens „Altbergbau 3D. Ein interdisziplinäres Projekt zur Erforschung des montanhistorischen Erbes im Harz.“

New approaches in the development of drainage in the Rammelsberg and initial insights into the three-dimensional recording of historical mining models as part of 'Altbergbau 3D: An interdisciplinary project exploring the history and heritage of mining in the Harz'.

Following on from the introduction to the general project in the previous article (Malek et al. 2020), several new findings are now put forward in greater detail. An insight into the second part of the project, which will focus on the historical mining models, is also presented.

The chronological consideration of cavities is key for reconstructing the drainage system on the Rammelsberg. From an archaeological viewpoint, the main difficulty is identifying sites remained in their original condition. This was achieved with reference to peripheral sections which originally had a direct functional relationship but which lost their function prematurely, thereby preserved their original condition. Through the identification of such sites, established dating was critically examined and new hypotheses regarding their function were developed.

A review of correspondence from the late Middle Ages with regard to drainage made it clear that the question of the number of outside experts commissioned for the purpose and the success or failure of their endeavours must be reconsidered. In addition to the correspondence on the unresolved ownership structures special attention is paid to a highly detailed set of pit accounts which suggests that around 1500 on the Rammelsberg ore extraction had already been practiced with horse gin (pulley system).

Interdisciplinary analysis ultimately resulted in partial reevaluation of the drainage system on the Rammelsberg in the 14th and 15th centuries.

The second part of the project will emphasize on the digitalisation of historical mining models. In contrast to underground recording on the Rammelsberg, a differentiated approach will be required on account of the size, different materials, varying construction methods and mechanical constructions. Background information concerning the history and purpose of the various models will also be compiled and evaluated in due course.

Einführung

Seit Frühjahr 2018 führt der Forschungsverbund, bestehend aus der Arbeitsstelle Montanarchäologie des Niedersächsischen Landesamtes für Denkmalpflege, dem WELTKULTURERBE RAMMELSBERGER – Museum & Besucherbergwerk sowie dem Institut für Geotechnik und Markscheidewesen der Technischen Universität Clausthal, ein durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung mit einer knappen halben Mio. € vollgefordertes Projekt zur Erforschung des montanhistorischen Erbes im Harz durch. Beteiligt sind zudem die Stiftung Welterbe im Harz mit dem Oberharzer Bergwerksmuseum und die Bergbau Goslar GmbH. Nachdem dieses Vorhaben und seine Ziele in einem früheren Artikel¹ ausführlich vorgestellt wurden, folgen nach einem kurzen Einblick in den Stand des Projektes einige neu entwickelte Hypothesen zur Entwicklung der Wasserhaltung. Dem schließt sich eine Einführung in die begonnenen Arbeiten zu den historischen Bergbaumodellen an. Es ist vorgesehen, in einem dritten Artikel weitere Einblicke in den Stand der Arbeiten zu geben, bevor die Ergebnisse ausführlich in einer Gesamtpublikation veröffentlicht werden.

Die Laufzeit des Projektes beträgt drei Jahre und setzt sich aus zwei Projektabschnitten zusammen. Im ersten Projektteil stand

Abb. 1: Der Rammelsberg. (© Foto: K. Malek/NLD)



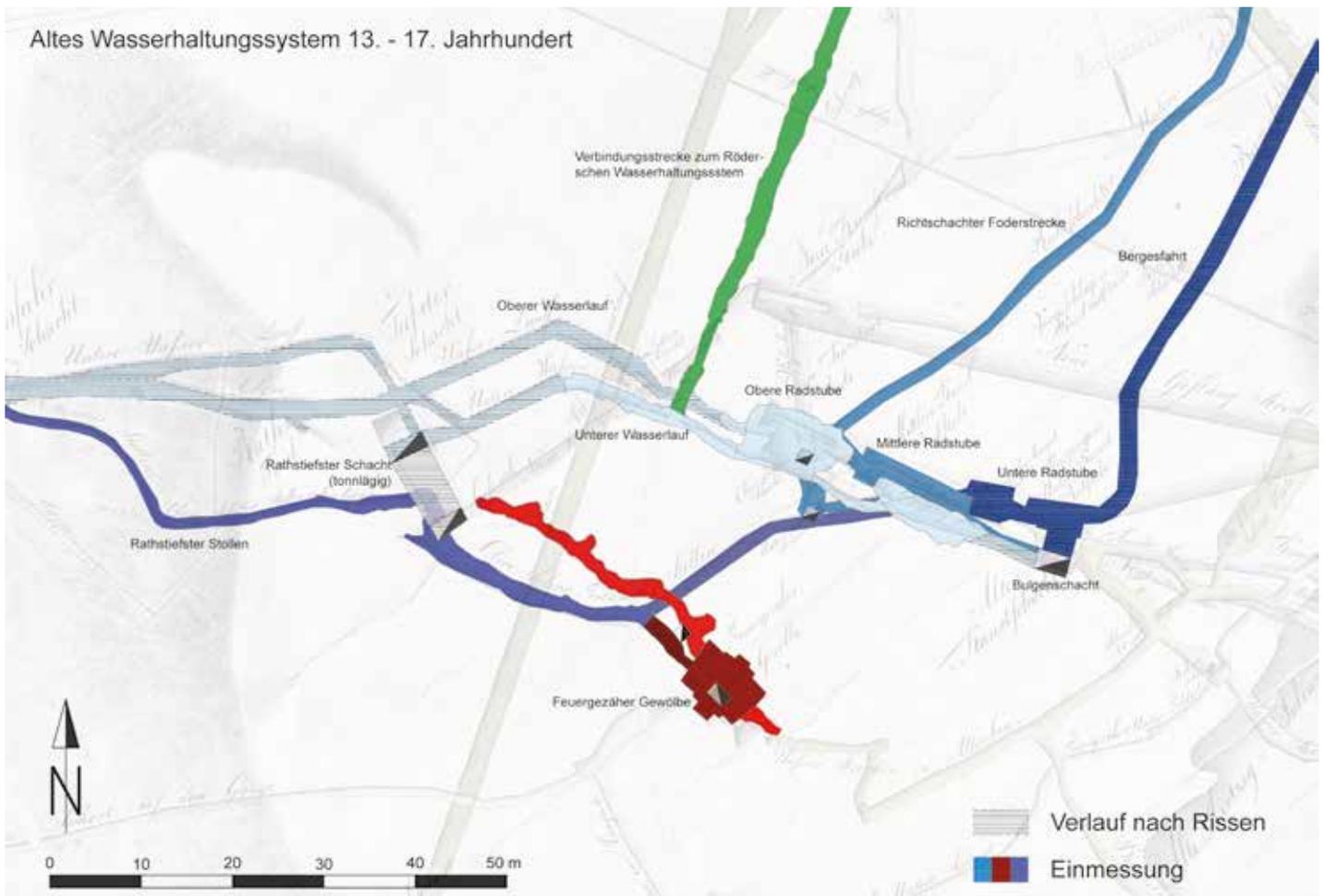


Abb. 2: Übersicht über die Elemente des alten Wasserhaltungssystems zwischen dem 13. und 17. Jahrhundert. (© Grafik: G. Drechsler/NLD)

das Erzbergwerk Rammelsberg (Abb. 1) im Fokus der Untersuchungen.² Dabei wurden drei Grubenräume: der Alte Bau, das Feuergezäher Gewölbe und die Obere Radstube dreidimensional aufgenommen und in einen Zusammenhang mit 50 Rissen unterschiedlicher Zeitstellung gesetzt, die zu diesem Zweck digitalisiert und georeferenziert wurden. Es erfolgte eine montanarchäologische Befundaufnahme der Bereiche untertage mit einer Auswertung am 3D-Modell. Aus historischer Sicht wurde das relevante Quellenmaterial gesichtet und ausgewertet. Da die Auswahl der Bereiche unter den Aspekten der Wasserhaltung und der Erzgewinnung erfolgte, soll in diesem Beitrag die Wasserhaltung im Zentrum stehen. (Abb. 2)

Die historischen Bergbaumodelle, vornehmlich aus der Sammlung des Oberharzer Bergwerksmuseums, sind der Schwerpunkt im zweiten Projektabschnitt. Sie werden zusammen mit den Fragen zum Erzabbau im nächsten Artikel genauer betrachtet. Derzeit finden dreidimensionale Aufnahmen dieser Objekte statt. Da die Herangehensweise sich deutlich von einer dreidimensionalen Erfassung untertage unterscheidet, soll sie bereits an dieser Stelle ausführlicher vorgestellt werden.

Wie bereits dargelegt, existiert im Hinblick auf das Bergwerk Rammelsberg eine umfangreiche Literatur.³ Neben neu gewonnenen Erkenntnissen durch die Ausgrabung „Altes Lager“ machen Ungenauigkeiten bei der Datierung besonders von den ältesten derzeit bekannten Bereichen der Wasserhaltung wie dem Rathstiefsten Stollen (12. oder 13. Jh.?) oder dem Feuergezäher Ge-

wölbe (13. oder 14. Jh.?) eine genauere wissenschaftliche Auseinandersetzung notwendig. Gerade für diese frühen Zeiten ist ein enges Zusammenspiel zwischen den spärlichen historischen Quellen und der archäologischen Betrachtungsweise lohnend. Daraus resultierend, wurde im Projekt der Versuch unternommen, neue Denkansätze über die gängigen Erklärungsmodelle hinaus zu entwickeln.

Die Auswertung der historischen Quellen

In dem vorangegangenen Beitrag⁴ wurden bereits die verschiedenen Arten schriftlicher Quellen vorgestellt, die hierfür einen Erkenntnisgewinn versprochen. Für die Untersuchung sind an archivalischen Quellen vor allem Urkunden, Korrespondenzen, Akten, Befahrungsberichte sowie Grund- und Seigerisse heranzuziehen. Auch wenn die Bearbeitung noch nicht vollständig abgeschlossen ist, lassen sich einige neu gewonnene Erkenntnisse festhalten.

Die Sumpfungverträge und Korrespondenzen als ergänzende Quelle

Bei der Auswertung dieser Schriftstücke rückten zunächst die Urkunden in den Vordergrund, in denen Rechtshandlungen ver-

bindlich festgehalten wurden. Vor allem die Sumpfungsverträge mit auswärtigen Experten, die im Zuge der Krise durch das Steigen der Grubenwasser ab Mitte des 14. Jahrhunderts abgeschlossen wurden, bildeten dabei die Grundlage.⁵ Der Bestand dieser Urkunden aus dem Spätmittelalter ist überschaubar und wurde zum Teil bereits in verschiedenen Veröffentlichungen untersucht.⁶ Manche Inhalte bieten allerdings einen Interpretationsspielraum, sodass zur Klärung einzelner Bestimmungen oder Sachverhalte weitere Quellen heranzuziehen waren. Korrespondenzen, die den jeweiligen Rechtsprozess begleiteten oder in dessen Vorfeld oder im Nachhinein Auseinandersetzungen schlichteten, verdienten hierbei besondere Beachtung. Erfreulicherweise ist der überlieferte Schriftverkehr, den Rammelsberg betreffend, sehr umfangreich. Zahlreiche Streitfälle, die auch aufgrund der Anzahl der verschiedenen beteiligten Gewerke und Städte einen längeren Briefwechsel erforderten – beispielsweise in der Vorbereitung eines lokalen Schlichtungstages zur Vereinbarung des Termins, zur Klärung des Geleitschutzes oder der Vertretung durch Bevollmächtigte – sind gut dokumentiert.⁷

Arnd von Arnheim

Bei dem ersten Bergbaukundigen, mit dem ein Vertrag zur Hebung der Grubenwasser geschlossen wurde, handelte es sich um Meister Arnd von Arnheim, über den jedoch sonst nichts bekannt ist. Die Urkunde vom 17. Januar 1360 besagt, „[...] dat he dat water mit goddes hulpe unde mit siner kunst scal bringhen ute der Trostesvard unde vellen dat XX oder XXII clachter up unse kost [...]“⁸. Des Weiteren sollte er das Wasser unterhalb der Trostesfahrt nochmals um weitere 20 Lachter auf Kosten des Rates senken. Über den Erfolg dieser Arbeiten ist nichts bekannt. Rückschlüsse auf bauliche Gegebenheiten des Bergwerks lassen sich aber insofern ziehen, als die sogenannte Trostesfahrt nur über den „Alten Kunstschacht oder Bulgenschacht“ zu erreichen war, der hierfür die nötige Teufe aufwies, und folglich zu dieser Zeit schon existiert haben muss.

Gabriel von Magdeburg

Der Sumpfung durch Arnd von Arnheim kann kein dauerhafter Erfolg beschieden gewesen sein, da im Jahr 1407 der aus Freiberg stammende Meister Gabriel von Magdeburg verpflichtet wurde.⁹ Sein Vertrag aus der Osterwoche sicherte ihm im Gegensatz zu Arnd von Arnheim als eines von vier Gewerken eine Beteiligung am Rammelsberger Bergbau zu. Er erwarb zudem das Goslarer Bürgerrecht. Neben Gabriel von Magdeburg waren der Rat der Stadt Goslar und zwei Gruppen von Goslarer Bürgern Anteilseigner. Nähere Bestimmungen zur Sumpfung wurden nicht genannt. Seine Tätigkeit war nicht von langer Dauer, da er bereits 1410 nicht mehr am Rammelsberg wirkte, wie einem Schriftwechsel zwischen Gabriel von Magdeburg und dem Rat der Stadt zu entnehmen ist. Er hielt sich zu dieser Zeit wieder in Freiberg auf und verhandelte mit dem Rat von Goslar über einen Schlichtungstermin mit Schiedsleuten, was darauf schließen lässt, dass es während seiner Tätigkeit zu Unstimmigkeiten gekommen sein muss.¹⁰

Michael von Broda

1418 folgte ihm bereits Michael von Broda als Sumpfungsexperte am Rammelsberg, ein in Prag tätiger Pfarrer aus dem böhmischen Deutschbrod. Sein Vertrag ist in mehreren lateinischen Ausfertigungen zwischen dem 28. Juni und 13. Juli sowie einer Bestätigung durch Kaiser Sigismund vom 15. Oktober 1422

überliefert.¹¹ Auch er war wie Gabriel von Magdeburg als Gewerke am Rammelsberger Bergbau beteiligt. In seinen Verträgen finden sich detailliertere Bestimmungen zur Wasserführung. So wurde festgelegt, dass die Wasserableitung über das *aqueductum* – worunter hier, wie die Verwendung des Singulars nahelegt, der Rathstiefste Stollen zu verstehen ist – erfolgen sollte und ihm das Recht eingeräumt wurde, Wasserläufe über und unter Tage anzulegen oder zu verändern. Auch die erste direkte Erwähnung des Feuergezäher Gewölbes und der alten, als Gewölbe ausgemauerten unteren Radstube sind in diesem Vertrag zu finden. Ein deutlich höheres Alter der Radstuben ist jedoch nicht ausgeschlossen, da hier von den „von alters her“ errichteten Gewölben die Rede ist.¹² Auch in diesem Fall können bisher über den Fortgang und Erfolg der Arbeiten keine Aussagen gemacht werden.

Nicolaus van Ryden

Anders sieht es bei Nicolaus van Ryden aus, der am 20. Januar 1432 einen Vertrag mit dem Rat der Stadt schloss. Mit ihm wurden deutlich ungünstigere Bedingungen ausgehandelt. So sollte er das Wasser auf eigene Kosten aus dem Berg bringen und wurde nicht als Gewerke aufgenommen. Das Sechstel des Rammelsberges als Anteil sollte er erst im Falle des Erfolges erhalten: „[...] wanne nu de kunst so beredet vullenbracht unnd dat water also sesse unde twyntich klachter deipp vormyddelst der kunst uth gebracht unnd de sulve kunst ganghafftich vulstendich unde al berede is so dat we se denne vordt uppe unser aller koste nutzam ganghafftich unnd yn beholdinge beholden kunnen so schal Mester Nicolaus [...] hebben den sesten deil des genanten berges [...]“¹³. Zugestanden wurde ihm dafür, dass er von den alten vorhandenen Künsten das, was ihm von Nutzen wäre, verwenden und auch Holz schlagen könnte. Zur Wirkung von Nicolaus van Rydens Tätigkeit meint Wilhelm Bornhardt: „Tatsächlich hört man nichts von einem durchschlagenden Erfolge und ist Nicolaus nie in den Besitz des vertragsmäßigen Sechstels gekommen.“¹⁴ Dass Nicolaus van Ryden nicht in den Besitz des Anteils gekommen sei, mag richtig sein. Das Gelingen seiner Arbeit betonte er selbst allerdings in einem Brief an den Rat der Stadt Goslar, in dem er auch den ihm vertragsmäßig zustehenden Anteil mit fast demselben Wortlaut seines Vertrages einforderte: „[...] vor myne kunst de ek beredet und gemaket hebbe de dat water sessound twintich lachter deyp ut dem genanten berge und ut den groven ut gebracht hefft und ghanghafftich is so datmen se nutzen und inbeholdinge holden kan [...]“¹⁵. Er erwähnte also ausdrücklich, dass seine Kunst funktionsfähig und in Betrieb sei und der Berg damit bereits 26 Lachter gesumpft wurde.

Claus von Gotha

Ein gewisser Erfolg scheint Nicolaus van Ryden also tatsächlich beschieden gewesen zu sein, zumal auch etwa zwanzig Jahre später, als erneut ein auswärtiger Experte an den Berg geholt wurde, die Künste nochmals erwähnt wurden und dieser davon noch Teile verwenden durfte. Insgesamt sind drei Verträge zwischen Claus von Gotha und den beteiligten Gewerken aus dem Zeitraum zwischen 1453 und 1456 überliefert.¹⁶ Auch er musste – wie Nicolaus van Ryden – die Arbeiten auf eigene Kosten vornehmen und für die Beaufschlagung selbst sorgen. Vorbereitungsarbeiten und Material wurden dagegen vom Rat bereitgestellt.¹⁷ Es erfolgte ebenfalls keine Beteiligung als Gewerke, dafür sollte er jedoch im Falle des Erfolges für zehn Jahre das Abbaurecht in den trockengelegten Gruben erhalten. Sollte seine Kunst

aber nicht erfolgreich sein, wurde ihm auferlegt, diese auf eigene Kosten abzubauen und wieder aus dem Berg zu entfernen. Dies drohte auch einzutreten. Obwohl er bereits große Investitionen vorgenommen hatte, stand Claus von Gotha zwischenzeitlich kurz vor dem Scheitern, wie ein Schreiben des Rates von Goslar an den Rat von Lüneburg deutlich macht. Claus von Gotha hatte angekündigt, dass er seine Arbeit nicht fortführen könnte und seine Künste wieder abbauen müsste. Der Brief des Rates verrät auch den Grund für die Schwierigkeiten, der auf die zu dieser Zeit äußerst ungünstigen Wetterbedingungen und großen Wassermassen zurückzuführen war: „[...] na dem dusse grote weterunge unde vele regen on sere torugge hebben gesat [...]“.¹⁸ Unwetter und große Regenmengen hatten sein Projekt also sehr zurückgeworfen. Um die bisherigen Arbeiten nicht zu gefährden, war der Rat zu neuen Verhandlungen bereit, was 1456 eine Vertragsanpassung zur Folge hatte. Die Sumpfung des Berges durch Claus von Gotha wurde danach erfolgreich fortgeführt.

Laurencin Nedderlin

Unklar ist, ob an dieser Stelle nicht noch ein weiterer, bis heute unbekannter Sumpfungsexperte einzufügen ist. Die Goslarer Quellen schweigen zwar bisher zu diesem Namen, ein Brief aus dem Stadtarchiv Lüneburg wirft jedoch neue Fragen auf.¹⁹ Die Abschrift dieses Beschwerdebriefes des Lüneburger Stadtrates an den Rat von Goslar ist undatiert, die Erwähnung des Rezesses von 1460 zeigt allerdings, dass er nach diesem Zeitpunkt verfasst worden sein muss. Da die Gesellschaft des Johann Thurzo ab 1478 in großem Umfang am Rammelsberg tätig wurde, ist anzunehmen, dass der Brief aus dem Zeitraum zwischen 1460 und 1478 stammt. Der in dem Schreiben erwähnte „mester laurencin nedderlin“ scheint allerdings nicht sehr erfolgreich gewesen zu sein, da der Rat von Lüneburg – neben verschiedenen weiteren Vorwürfen an Goslar – seinen Ärger über ihn zum Ausdruck brachte: „[...] to unser heren und unsem groten scaden desulve mester laurens bewijset sek an neynen merkliken kunsten [...] desgelik is ehr in dem berge in vor jaren gewesen unde mester Clawes van gota kunste de beter sin na unsem gud [...]“. Seine Künste waren nach Meinung des Lüneburger Rates also nicht nur unbrauchbar, durch seine Tätigkeit scheint der Lüneburger Rat seiner Ansicht nach sogar zu Schaden gekommen zu sein und zog die, wie sie fanden, besseren und erfolgreicheren Künste des Claus von Gotha zum Vergleich heran.

Johann Thurzo und seine Gesellschaften

Die Gesellschaft des Krakauer Unternehmers und Metallhändlers Johann Thurzo sollte sich in erster Linie der Kupfergewinnung widmen, das Senken der Grubenwasser war allerdings ebenso ein Bestandteil des Vertrages.²⁰ Initiiert wurde das Engagement am Rammelsberg von seinem Mitgesellschafter Johann Pedick aus Bautzen, der zusammen mit dem Nürnberger Johann Koler 1478 am Berg tätig wurde. Für die erfolgreiche Sumpfung sollten die Gesellschafter die Hälfte des Rammelsberges unterhalb der sogenannten Trostesfahrt erhalten. Der Einbau der Künste erfolgte im Bereich der Grube Redding, die oberhalb der Trostesfahrt lag. Die Besitzverhältnisse dieser Grube waren – damals wie heute – nicht eindeutig geklärt, was auch der Grund für einen umfangreichen Briefwechsel war. Viele der überlieferten Schriftstücke beziehen sich vor allem auf das Recht, die Grube als Lehen an Dr. Arnold Obelen, Cord von Schwichelde und Borchard van Cramme zu vergeben, das der Rat der Stadt Lüneburg und der Bischof von Verden im Jahr 1482 für sich geltend

machten.²¹ Allerdings erhob auch der Rat der Stadt Goslar Anspruch auf einen Anteil an der Grube. Dieser wurde dann zwar letztendlich mit einem Rezess bestätigt, die Streitigkeiten um Zuständigkeiten und Rechtsansprüche konnten damit jedoch nicht völlig beigelegt werden.²²

Der Schriftverkehr des Johan Pedick

Zu langwierigen Auseinandersetzungen kam es infolgedessen zwischen den oben erwähnten Belehnten der Grube Redding und Johann Pedick, dem vorgeworfen wurde, beim Einbau der Künste unbefugten Abbau betrieben und dabei zudem Schäden in der Grube verursacht zu haben. Pedick schilderte in einem ausführlichen Beschwerdebrief an den Bürgermeister von Goslar sehr lebhaft, was ihm in diesem Zusammenhang alles widerfahren war: „Ebenso, ehrsamer Herr Bürgermeister, als eure Weisheit, Cord von Schwichelde und Doktor Obelen, eure Amtsleute des Berges, und etliche Personen der Ratsliste in den Berg einführen, da forderte euer Stadtvogt Hans Kannengießer im Auftrag des Rates die Schlüssel von der neuen Kunst, die ich im Redding bauen wollte, von mir. Also wollte ich mit ihnen in den Berg einfahren und hätte ihnen selbst aufschließen wollen und sie unterwiesen und ihnen erklärt, wie ich die Kunst bauen und einrichten wollte. Sie wollten jedoch nicht, und Kannengießer sprach, ich sollte herausen bleiben. Also musste ich die Schlüssel unter Gewalt herausgeben [...] Kannengießer, der Stadtvogt sprach danach zu mir, dass ich, wenn ich nicht aus dem Berg herausen geblieben wäre und mit in den Berg eingefahren wäre, sie mich in einen Schacht hätten werfen wollen.“²³

Der Streit eskalierte schließlich, wie Pedick beschrieb: „Auch ist mir derselbe Grymmer dazu in eurer kaiserlichen Stadt auf der freien Straße in den Weg gelaufen und hat mich mit seinen bösen lästerlichen Worten übel gescholten und wollte mich dazu mit seinem Messer bedrohen [...] Ebenso ließ er mich danach von seinen Arbeitern mit Messern und Barthen vom Berg bis in die Rathshütte jagen und wollte mich erschlagen und ermorden lassen; also sorgte ich mich und blieb in der Rathshütte, da ist Grymmers Arbeiter, der Brome genannt wurde, in die Stadt gegangen und kam mit einer gespannten Armbrust auf der freien kaiserlichen Straße bis vor die Hütte und wollte mich ermorden und erschießen.“²⁴

Johann Pedick fällt in der Folge mit einer äußerst umfangreichen Korrespondenz auf.²⁵ Er bat gegen Ende des 15. Jahrhunderts, nach der Auflösung der Gesellschaft mit Johann Thurzo 1486, in Briefen an verschiedene Adressaten wie Fürsten, Institutionen und Städte, vehement um Unterstützung bei der Durchsetzung seiner Ansprüche und Wahrung seiner Rechte. Eine detailliertere Auswertung dieses Schriftverkehrs brächte sicherlich noch einige interessante Aspekte zum Rechtsverständnis und den Besitzverhältnissen im spätmittelalterlichen Bergbau am Rammelsberg zu Tage, kann aber an dieser Stelle nicht geleistet werden.

„Streitsachen“

Generell haben „Streitsachen“ einen sehr großen Anteil am überlieferten Schriftverkehr zum spätmittelalterlichen Rammelsberger Bergbau. Ein Grund dafür waren sicher auch die Bemühungen des Goslarer Stadtrates, das Eigentum am Rammelsberg so weit wie möglich in seine Hand zu bekommen. Dies spiegelt auch eine Beschwerde des Rates von Lüneburg wider, in der er dem Rat der Stadt Goslar im Jahr 1486 vorwarf, dass dieser offensichtlich versucht hätte, ihm seine Bergwerksanteile wegzunehmen. Grund für diese Annahme waren die Anschuldigungen

Goslar, dass Lüneburg seinen Verpflichtungen, die Abgaben für die Wasserkünste zu leisten, nicht nachgekommen sei. Dieser Vorwurf verärgerte den Lüneburger Rat, da er doch betonte, dass das Bergwerk mit seiner Hilfe gesümpft und zum größten Teil trockengelegt worden sei.²⁶ Zudem sei mit der Auffahrung eines neuen Stollens begonnen worden, über die sie nicht informiert worden wären. Hierbei handelt es sich um den späteren Tiefen-Julius-Fortunatus Stollen, der nach dem Beginn durch die „Meissener“ um Johann Thurzo, allerdings erst hundert Jahre später, im Jahr 1585, durchschlägig wurde. Die Auseinandersetzung um die Grube Redding zwischen den Räten von Goslar und Lüneburg bzw. den Belehnten sollte sich noch über etliche Jahre hinziehen und bietet ebenfalls viel Raum für Untersuchungen. Letztendlich gelang es dem Rat von Goslar zu Beginn des 16. Jahrhunderts, alle Anteile in seiner Hand zu vereinen.

Die Anlage dieses neuen Erbstollens, der die Abführung der Grubenwässer weit unterhalb des Rathstiefsten Stollens möglich machen sollte, sowie der Bau eines neuen Richtschachtes in der „Dudeschen“ Grube, sind Bestandteil der Verträge, die die zweite am Berg tätige Gesellschaft Johann Thurzos mit den Gewerken des Rammelsberges im Mai 1486 und im April 1487 abgeschlossen hatte.²⁷ Hierin werden als weitere Beteiligte unter anderem Martin Bauer und Hans Leimbach aus Leipzig, Johann Papen aus Goslar und Ulrich Schütz aus Chemnitz genannt.

Richtschacht

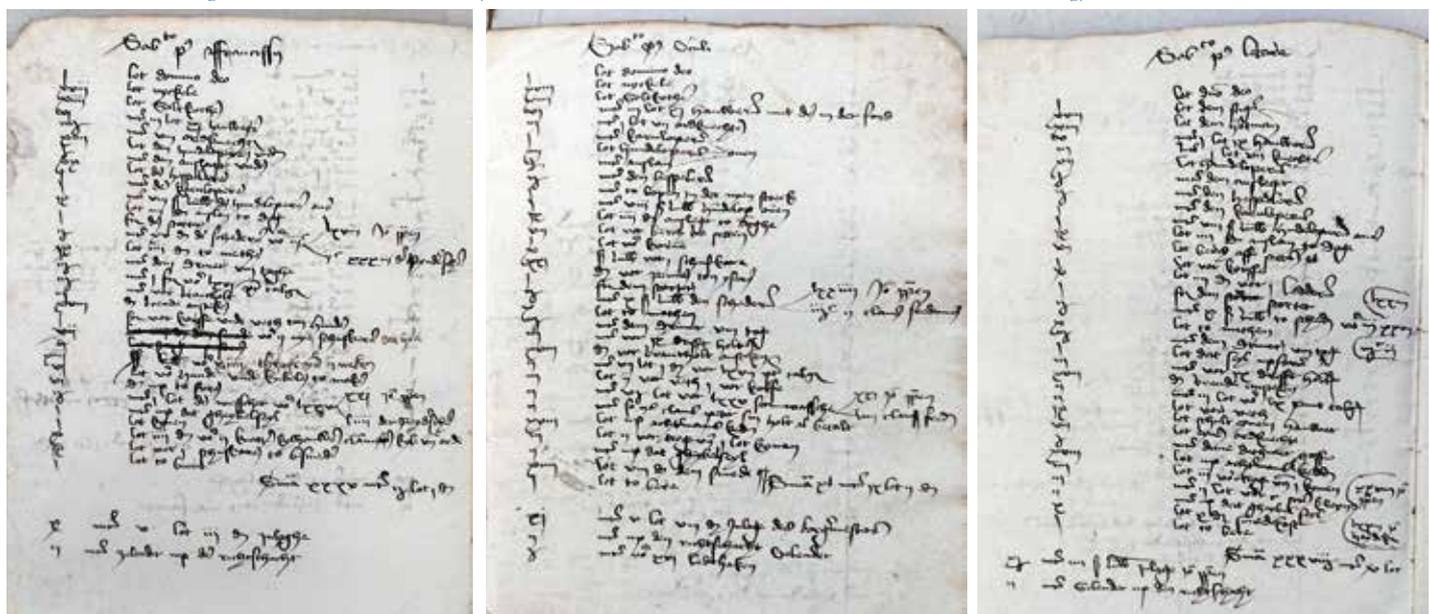
Über den neu anzulegenden Richtschacht war bisher wenig bekannt. Ein weiterer Vertrag vom 27. August 1487, der zwischen dem Goslarer Peter Grymmer²⁸ und den Gesellschaftern Thurzos, Ulrich Schütz, Martin Bauer und Hans Leimbach, geschlossen wurde, besagt aber, dass Grymmer in der Grube Bleizeche tatsächlich bereits begonnen hatte, einen Schacht zu bauen. Diesen sollte er auf eigene Kosten zwanzig Lachter abteufen und die Kosten für die nächsten zwanzig Lachter sollte die genannte Gesellschaft übernehmen. Die letzten zwanzig Lachter würden gemeinsam finanziert.²⁹ Wilhelm Bornhart vermutete: „Über den Fortgang des Unternehmens verlautet nichts. Anscheinend

ist auch dieser Plan in den Anfängen stecken geblieben. Wohl sind auf alten Rissen im Bereich der Deutschen Grube und der Bleizeche zwei ‚Richtschächte‘ angegeben, von denen einer der von Grymmer angesetzte Richtschacht gewesen sein wird. Beide Schächte gehen aber nicht bis zur Trostesfahrt hernieder, sondern endigen schon oberhalb der Bergesfahrt.“³⁰ Die von Bornhardt erwähnten Richtschächte sind auf den aktuell noch erhaltenen Rissen in diesem Bereich nicht zu lokalisieren.

Abrechnung Richtschacht

Eine im Stadtarchiv Goslar überlieferte Grubenrechnung lässt nun vermuten, dass die Gesellschaft mit der Anlage ihres Richtschachtes tatsächlich erfolgreich gewesen sein könnte.³¹ Die Rechnung unter dem Titel „Rechnung des Richtschachtes“ ist undatiert und soll vom Ende des 15. Jahrhunderts stammen. Das Bemerkenswerte an dieser Rechnung ist, dass sie ein komplettes Abrechnungsjahr umfasst und auf 52 gebundenen Blättern jeweils samstags die Ausgaben einer Grube sehr detailliert festhält (Abb. 3a-c). Um welche Grube es sich handelt, wird in der Abrechnung selbst leider nicht genannt. Aus dem 17. Jahrhundert ist zwar eine Grube mit dem Namen Richtschacht bekannt, die auch auf den Rissen verzeichnet ist, sich allerdings im östlichen Teil des Alten Lagers befindet. Diese dürfte demnach nichts mit dem Richtschacht des 15. Jahrhunderts in der Grube Bleizeche zu tun haben, die im westlichen Teil des Grubenbereiches lag. Außergewöhnlich sind der Umfang und die genannten Einzelheiten der Abrechnung, zumal Wilhelm Bornhardt noch davon ausgegangen ist: „Aus der Zeit bis zur Wiederaufnahme des Bergbaues im 15. Jahrhundert hat sich von Kostenangaben so gut wie nichts erhalten. Auch aus der nächstfolgenden Zeit, dem Ende des 15. und dem Anfang des 16. Jahrhunderts, sind die vorhandenen Nachrichten so spärlich, dass sich klare Vorstellungen nicht daraus gewinnen lassen. Erst von 1525 an finden sich im Goslarer Archiv, wenn auch sehr lückenhaft, Wochenrechnungen der Einzelgruben, die aber auch noch der Zusammenfassung, sei es am Ende der Jahre oder der Vierteljahre, und einer solchen für die Gesamtheit der Gruben entbehren.“³²

Abb. 3a-c: Abrechnungen der Grube Richtschacht. (StadtA Goslar B 6747; © Foto: A. Schmidt-Händel/Rammelsberg)



Auch wenn die Rechnung nicht datiert ist, lässt sie sich zeitlich eingrenzen. Die einzelnen Wochenabrechnungen erfolgten immer samstags und wurden mit der zu dieser Zeit üblichen Datierung nach Heiligtagen überschrieben. Jede Seite weist also als Titel in der Regel die Bezeichnung „Sabbato post [...]“, also „Samstag nach [...]“ auf. Zwei der Abrechnungssamstage, „Sabbato Anthonii“ (17. Januar) und „Sabbato Valentini“ (14. Februar), fallen hier allerdings direkt mit dem genannten Heiligtage zusammen. Diese liegen in dem Zeitraum um 1500, der für diese Rechnung anzunehmen ist, nur 1489, 1495, 1506 und 1512 auf einem Samstag. Durch die regelmäßige Erwähnung Johann Papens, des Angehörigen der Thurzo-Gesellschaft, der in der Rechnung auch als Bürgermeister bezeichnet wird, lässt sich das Jahr bestimmen, in dem diese Rechnung verfasst worden sein muss. Johann Papen wurde erst 1497 Bürgermeister von Goslar und verstarb schließlich im Jahr 1509, sodass diese Abrechnung folglich in das Jahr 1506 zu datieren sein müsste. Untermuert wird dies durch die Tatsache, dass ein Großteil der erwähnten Personen auch im Schossregister von 1501 genannt wird.³³

Dass es sich bei dem in der Rechnung erwähnten Richtschacht, um denjenigen handeln müsste, der von Peter Grymmer angelegt wurde, liegt aufgrund der genannten Personen nahe. Nicht nur der Gesellschafter Johann Papen wird hier als Bürgermeister und Verantwortlicher für das Scheiden und Messen der Erze regelmäßig angeführt, auch die Namen etlicher Angehöriger des Peter Grymmer sind vertreten. Die Urkunde zu einem Erbstreit zwischen den Kindern und Enkeln des 1503 verstorbenen Peter Grymmer nennt als Kläger seine Enkel aus erster Ehe, die Brüder Georg und Bertolt Achtermann, die Brüder Jasper, Hans und Baltasar Robeyn sowie Henning Meigenberch und seine Schwester, die als „Frau von Marten Symon“ bezeichnet wird. Beklagt wurden die Kinder aus Grymmers zweiter Ehe, Paul, Johannes und Jacob Grymmer sowie die Schwiegersöhne Henning Dethmer und Statz Mechtshusen, die ihre Ehefrauen vertraten.³⁴ Es ist auffällig, dass die Namen Johann und Paul Grymmer ebenso wie die Nachnamen „Achtermann“, „Robeyn“, „Simon“ und „Dethmer“ regelmäßig in der Abrechnung erwähnt werden.

Aus dieser Abrechnung lassen sich noch weitere Rückschlüsse ziehen. Neben den Ausgaben für den Arbeitslohn der verschiedenen im Bergbau tätigen Berufe, wie Steiger, Häuer, Knechte, Anschläger, Karrenläufer, Hundeläufer oder Haspeler, werden detaillierte Materialkosten genannt. Hunte, Kübel, Körbe, Nägel, Leitern, Schubkarren, Schachtholz, Haspelseile, Talg, Fett, Bier und vieles mehr musste angeschafft werden. Die Ketten, für die „Achtermann“ mehrmals Zahlungen erhielt, dürften für die Förderung der Erze verwendet worden sein. Dass zu diesem Zweck definitiv ein Geipel in Betrieb war, zeigen die immer wiederkehrenden Kosten für ein „Geipelseil“, wobei es sich um einen der frühesten Nachweise für einen Geipelbetrieb im Harz handeln dürfte. Wöchentliche Zahlungen wurden zudem „up dem richtschacht“ geleistet, was sowohl Abgaben für die Nutzung als auch Zuzahlungen für weitere Baumaßnahmen gewesen sein könnten. Mit den Arbeiten zu dem von der Thurzo-Gesellschaft geplanten Richtschacht zur Förderung war, wie oben erwähnt, bereits 1487 in der Grube Bleizeche begonnen worden. Die Beteiligung Johann Papens an diesem Projekt und seine nahezu durchgehende Erwähnung in dieser Rechnung legen ebenso wie die Nennung der Mitglieder der Familie Grymmer und die in der Abrechnung erwähnte Anschaffung von Geipelseilen nahe, dass der geplante Richtschacht tatsächlich in Betrieb genommen wurde. Ausgaben

für eine „bischicht in trostfahrd“, also eine zusätzliche Schicht in der Trostesfahrt, untermauern zudem die Annahme, dass der geplante und begonnene Richtschacht bis auf die Trostesfahrt hinab fertiggestellt wurde. Aufgrund der Lage im Bereich Deutsche Grube/Grube Bleizeche, müsste es sich dann dabei um den späteren „Deutschen Treibschacht“ gehandelt haben.

Dies sicher zu belegen würde allerdings noch weitere Untersuchungen erfordern. Desgleichen wäre auch eine detaillierte Auswertung der Abrechnung für den Ablauf und die Organisation des Grubenbetriebes am Rammelsberg um 1500 sicherlich von Interesse.

Die montanarchäologische Auswertung

Für die Rekonstruktion der Wasserhaltung in konkreten Zeiträumen ist eine zeitliche Bestimmung unerlässlich. Durch das lange Offenstehen der Grubenräume sind die Möglichkeiten der Datierung jedoch rar. Festsustellen, wann ein Befund zuletzt verändert oder vollständig überprägt wurde, ist schwierig und die Wahrscheinlichkeit, einen unangetasteten Hohlraum vorzufinden, ist gering.

Während prominente Grubenräume wie Radstuben oder Stollen des Rammelsberges in den historischen Quellen erwähnt und dadurch wenigstens grob datiert werden können, sind deren periphere Verbindungsstrecken, die für ihren Betrieb ebenso notwendig waren, in keiner Weise überliefert. Wenngleich eine absolute Datierung der Hohlräume nur wenig Aussicht auf Erfolg hat, erscheint es hingegen möglich, eine relative Zeitabfolge der Auffahrung und nachträglicher Veränderungen der Grubenräume zu erstellen, um auf diese Weise konkretere chronologische Hinweise zu erhalten. Zu diesem Zweck wurden die Hohlräume archäologisch auf Merkmale hin untersucht, die nicht konsistent zusammenpassen, sowie Streckenprofile miteinander verglichen.

Rathstiefster Stollen

Der Rathstiefste Stollen, zuerst 1271 als „aghetucht“ erwähnt und später als Oberer-Julius-Fortunatus-Stollen benannt, ist noch immer in Funktion und führt Grubenwasser aus dem Berg (Abb. 4; vgl. Abb. 2). Da er seit seiner Entstehungszeit kontinuierlich offen stand, war stets eine Anpassung an aktuelle Anforderungen wie eine Erneuerung des Ausbaus notwendig. Aber auch die Bildung einer eindrucksvollen Übersinterung war möglich. Über die genaue Auffahrung des Stollens ist aus der Entstehungszeit nichts überliefert worden. In der Literatur hat sich als Entstehungszeit die Angabe „um 1150“ etabliert,³⁵ der Ursprung dieses Datums konnte jedoch auch nach intensiver Recherche der Autoren nicht identifiziert werden.

Da der Stollen dennoch als einer der ältesten Wasserlösestollen gilt, bietet sich eine einmalige Gelegenheit für eine archäologische Betrachtung. Durch die zahlreich vorstellbaren Veränderungen seit der Auffahrung ist es jedoch schwierig, originale Bereiche zu identifizieren und auch zu datieren, da von einer stetigen Erneuerung des hölzernen Ausbaus ausgegangen werden muss. Den größtmöglichen Aussagewert hat daher ein Vergleich der Querschnitte. Eine große Arbeitserleichterung dafür ist das 3D-Modell, aus dem an jeder beliebigen Stelle Profilschnitte erzeugt werden können.



Abb. 4: Rathstiefster Stollen mit Übersinterung der nachgerissenen Stöße. (© Foto G. Drechsler/NLD)

Die Sohle ist durch ein modernes Tretwerk verborgen, unter dem das Grubenwasser abfließt. Auch die Firste ist durch Sinterüberzüge, einen hölzernen oder steingewölbten Ausbau nicht sichtbar. Allerdings lässt sich an kleinen Lücken oder Ausbrüchen sporadisch dahinter schauen und in unterschiedlichen Abständen zwischen 20 und 50 cm das anstehende, grob ausgebrochene Gebirge erkennen. Die Sohle wiederum lässt sich an unterschiedlichen Stellen 20 bis 30 cm unter dem Tretwerk ertasten. Die Höhe zwischen Tretwerk und Firste beträgt sowohl bei hölzernem als auch steinernem Firstausbau zwischen 1,77 m und 2,20 m, stets um 2 m. Dazu sind mindestens jeweils 30 cm dahinter zu rechnen, was eine ungefähre Auffahrtshöhe von 2,60 m ergibt. Da dies jeweils nicht lückenlos untersucht werden konnte, sind die Maße zur Höhe als ausschnitthaft anzusehen. Im Allgemeinen sind die Stöße seiger ausgearbeitet und stehen sich daher parallel im Abstand von etwa 80 cm gegenüber. Häufig sind jedoch auch sie stark mit Sinter überzogen, der sich besonders in den Ecken zur Firste und zur Sohle teilweise in über 20 cm Stärke anlagert hat, wodurch sich an einigen Stellen zunehmend ein ovaler Streckenquerschnitt herausbildet. An einigen Stellen wurden die Sinterschichten entfernt, was vermutlich in jüngerer Zeit geschah, da sich noch kein neuer Überzug gebildet hat. Diese Eingriffe dienen der Überprüfung der Standsicherheit des Gebirges und der Instandhaltung des Ausbaus.



Abb. 5: Nur auf 5 m erhaltener, älterer Streckenquerschnitt des Rathstiefsten Stollens. (© Foto: G. Drechsler/NLD)

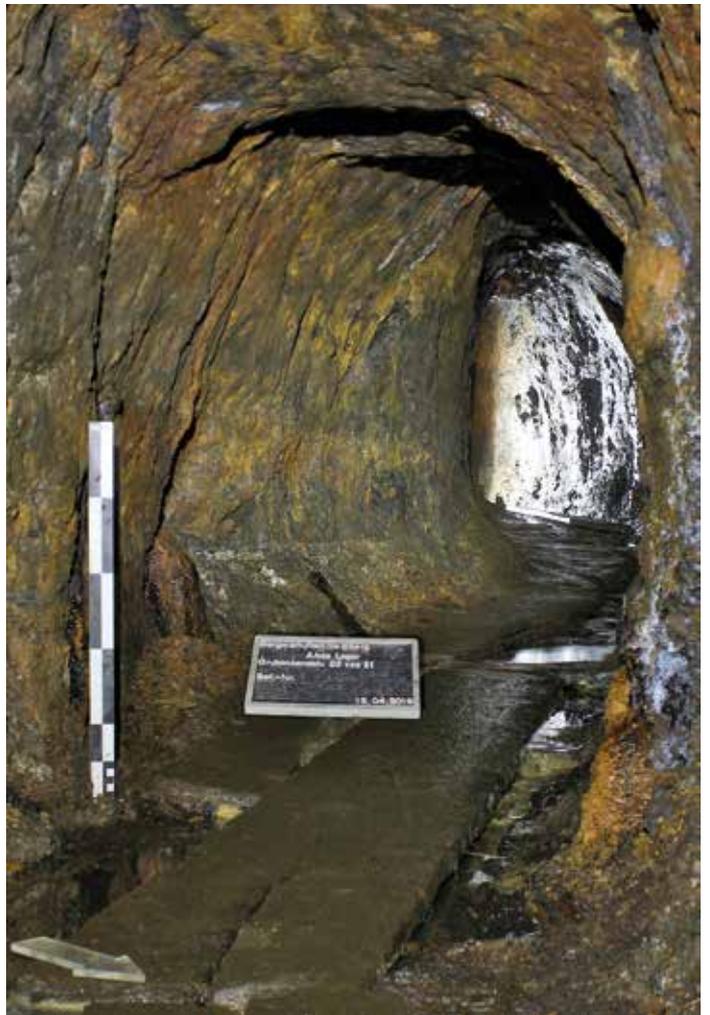


Abb. 6: Querschlag vom Rathstiefsten Stollen nach Südwesten. (© Foto: G. Drechsler/NLD)

Abweichend von diesem üblichen Querschnitt stellt sich ein kleiner Streckenabschnitt von 5 m Länge dar, nur 8 m vom Rathstiefsten Schacht entfernt (Abb. 5). Der rechte (nördliche) Stoß ist annähernd seiger, während der linke (südliche) Stoß in der oberen Hälfte leicht und nach unten hin stärker schräg ausgearbeitet

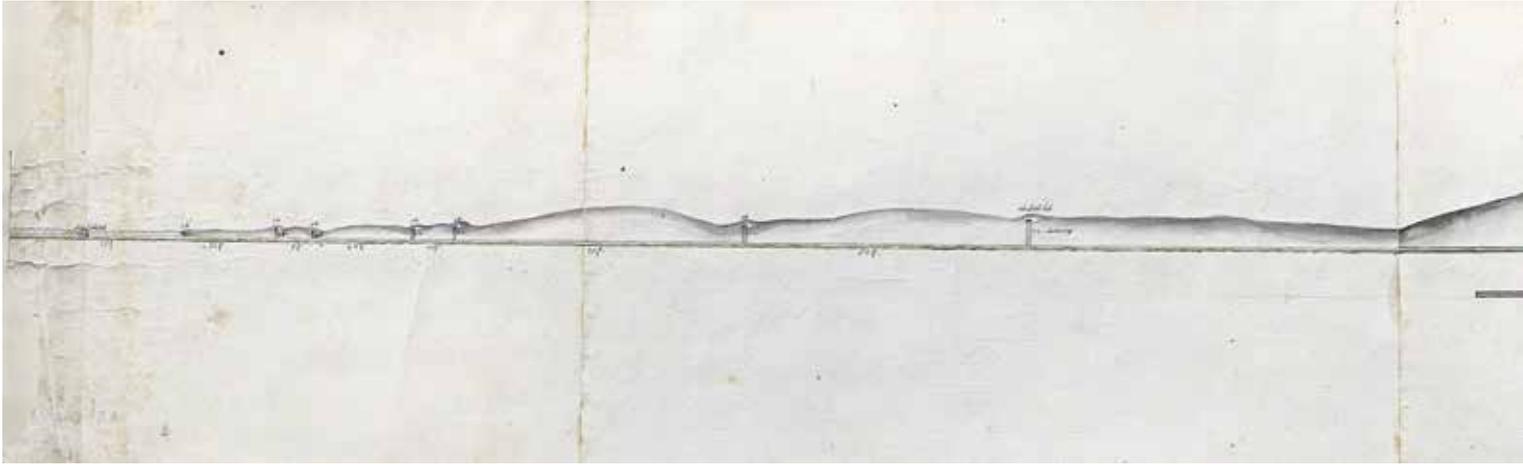


Abb. 7: Riss der Wasserhaltung von J. H. Krauss, 1753, mit auf gesamter Länge abgebildetem Rathstiefsten Stollen. (BGG Archiv Goslar, B139; © Foto: G. Drechsler/NLD).

wird, sodass die Sohle breiter ist als die Firste. Unter der Firste ist der Abschnitt 53 cm breit und 75 cm über dem Tretwerk. Die Firste befindet sich maximal 1,75 m über dem Tretwerk, ist eben ausgeschrämt und fällt zum linken Stoß hin um 10 cm leicht ab. Der Übergang in die Stöße ist leicht verrundet, aber dennoch deutlich kastenförmig. Die Sohle ist unter dem modernen Tretwerk verborgen, aber in etwa 20 cm Tiefe durch das Wasser zu ertasten.

Sein deutlich abweichendes Erscheinungsbild legt die Vermutung nahe, dass er einen ursprünglichen Zustand zeigt. Allerdings könnte auch er im unteren Teil des linken Stoßes nachgerissen worden sein. Wenn dies, wie von uns vermutet, tatsächlich den Originalzustand der Auffahrung darstellt, lässt sich der Streckenabschnitt, allein über die Schriftquellen vor 1271 datieren. Die beobachtete Trapezform wird im Allgemeinen von Adlung und Straßburger mit dem 14. Jahrhundert etwas jünger datiert.³⁶

80 m talwärts nach dem Rathstiefsten Schacht führt vom linken Stoß nach Südwesten ein Querschlag ins Hangende. Von seiner Auffahrung unterscheidet er sich deutlich vom Rathstiefsten Stollen und den restlichen erhaltenen Strecken im Rammelsberg. Er ist am Ansatz nur etwa 1 m hoch, 80 cm breit und besitzt einen annähernd runden Querschnitt, wie er beim Feuersetzen entsteht (Abb. 6). Wenngleich die Strecke im hinteren Abschnitt einen veränderten und vermutlich nachgerissenen Querschnitt aufweist, scheint der vordere Abschnitt original erhalten zu sein. Durch die enge und charakteristisch rundliche Auffahrung deutet sich eine frühe Zeitstellung an, wie sie aus anderen Revieren bereits ab dem 12. Jahrhundert bekannt ist.³⁷ Nach bisherigem Stand der Dinge muss dieser Querschlag vom Rathstiefsten Stollen aus aufgefahren worden sein.

Von späteren Überlieferungen ist bekannt, dass der Rathstiefste Stollen zwischen dem Mundloch und dem Rathstiefsten Schacht neun Lichtlöcher besaß sowie eine Länge von 516 Lachter (Abb. 7). Dies entspricht bei einem Lachtermaß von 1,9238 m einer Länge von knapp 993 m, wobei die direkte Distanz in „Luftlinie“ 953 m beträgt. Die größere tatsächliche Länge ist durch den leicht unregelmäßigen und gewundenen Verlauf zu erklären, der durch das Auffahren in weicherem Gestein statt dem direkten Weg durch härteres Material in Kauf genommen wurde.

Die Lichtlöcher waren einerseits notwendig, um die lange Strecke während der Auffahrung zu bewettern. Andererseits war durch eine größere Anzahl von Lichtlöchern auch eine raschere Auffahrung möglich, da auf diese Weise mehrere Bergleute auf

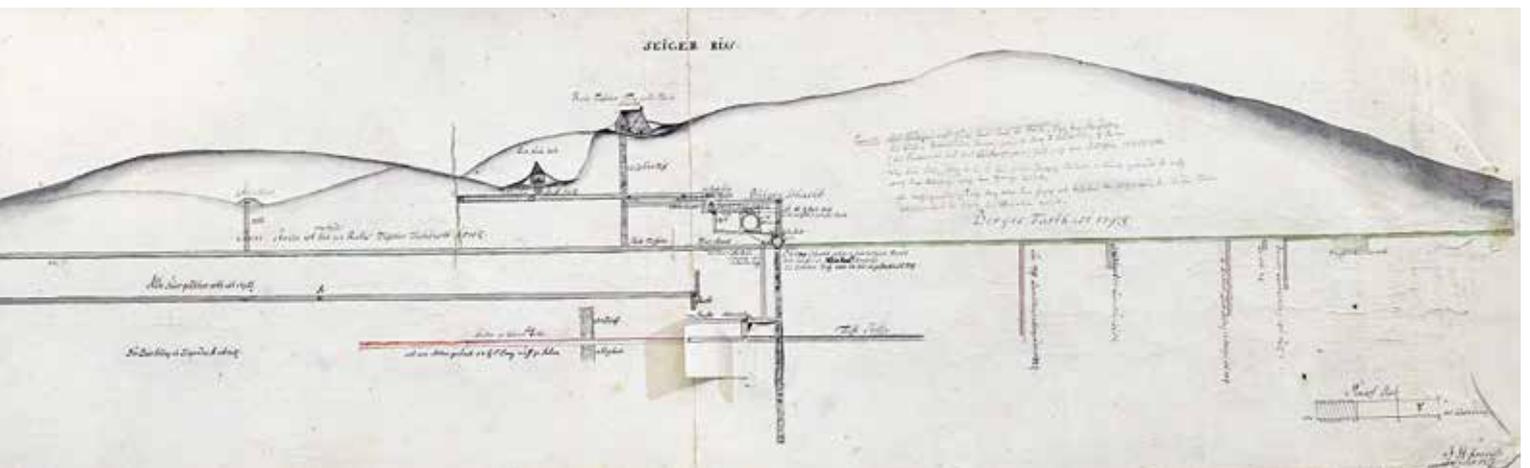
die Gesamtstrecke verteilt arbeiten konnten. Um dieses Prinzip auszureizen, war eine Auffahrung im Gegenortbetrieb, jeweils zum nächsten Lichtloch hin, wahrscheinlich. Als Ausgangspunkte der Arbeiten können sicher das Mundloch im Bereich des heutigen Theresienhofes und eventuell auch der Rathstiefste Schacht angesehen werden. Wann der Schacht abgeteuft wurde, ist jedoch nicht bekannt.

Bei neun Lichtlöchern, in denen jeweils in zwei entgegengesetzte Richtungen vorgetrieben wurde, ergeben sich 18 Ortsbrüste. Hinzu kommen jeweils eine am Mundloch und eine vom Schacht. Rein theoretisch konnte damit an 20 Stellen gleichzeitig an der Auffahrung gearbeitet werden. Die Gesamtlänge von 993 m geteilt durch die Anzahl der Vortriebsorte ergeben rein rechnerisch Teilstücke von 49,6 m Länge.

Im Gegensatz zum Rathstiefsten Stollen ist die Auffahrung des Tiefen-Julius-Fortunatus-Stollens vergleichsweise gut dokumentiert. Die Auffahrung begann 1486 und wurde 1585 fertiggestellt, unterlag jedoch zahlreichen Perioden des langjährigen Stillstandes. Diese waren auf veränderte Notwendigkeiten und vor allem politische Differenzen des Rates der Stadt Goslar und des Herzogs zurückzuführen.³⁸ Überliefert sind insbesondere auch Passagen, in denen der Vortrieb durch hartes Gestein nur langsam voranging. Während zwischen 1545 und 1548 rund 350 m aufgefahren wurden, was etwa 2,24 m pro Woche entspricht, wurden in einem mit Quarzbändern durchzogenem Bereich aus Grauwacke im ersten Quartal 1578 nur 2 Lachter und dementsprechend 0,29 m pro Woche erreicht³⁹. Weiterhin ist überliefert, dass zwischen 1535 und 1539 zwölf Arbeiter und ein Steiger für die Arbeiten eingesetzt wurden.

Weitere Vortriebsgeschwindigkeiten lassen sich für den Rammelsberg aus einem Riss von Schreiber 1707 ableiten, aus dem der jährliche Vortrieb im Oberen Feuergezäher Feldort hervorgeht. In jährlichen Etappen wurde zwischen 1709 und 1715 der Vortrieb von 43 m, 35 m, 27 m, 28 m, 28 m und 14 m nachgetragen. Ungeachtet der jährlichen Schwankungen ergibt das einen durchschnittlichen Vortrieb von gut 0,55 m pro Woche.

Im Oberharz sind Mitte des 16. Jahrhunderts zahlreiche Wasserlösungsstollen angelegt worden. Einer von ihnen ist der Frankenscharn-Stollen, der 1548 begonnen wurde. Nach 14 Jahren Bauzeit wurde er auf einer Länge von 2.500 m fertiggestellt. Durch seine elf Lichtlöcher wird davon ausgegangen, dass er an 24 Örtern gleichzeitig aufgefahren wurde.⁴⁰ Dies ergäbe einen



wöchentlichen Vortrieb von gut 0,14 m. Obwohl dieses Vorgehen nicht durch historische Quellen belegbar ist, spricht die kurze Auffahrungszeit dafür.

In einem Stollen im sächsischen Niederpöbel, acht Kilometer südlich von Dippoldiswalde, konnte die Vortriebsgeschwindigkeit in einer Grube des 13. Jahrhunderts ermittelt werden. Bei dem anstehenden Gestein handelt es sich um Gneis und Muskovitschiefer, der entlang eines Ganges aufgefahren wurde. Die Grube wurde vollständig dokumentiert und über zahlreiche Hölzer ins letzte Drittel des 13. Jahrhundert datiert.⁴¹ Um eine 38 m lange Strecke aufzufahren, benötigten die Bergleute weniger als 10 Jahre und erreichten damit einen Vortrieb von 3-5 m pro Jahr.⁴² Dies entspricht knapp 0,06 bis 0,10 m pro Woche.

Rein rechnerisch wäre die Auffahrung des 993 m langen Rathstiefsten Stollen beim gleichzeitigen Vortrieb an 20 Örtern und einer Vortriebsleistung wie in Niederpöbel von 3 bis 5 m pro Jahr in knapp 17 bzw. sogar nur zehn Jahren möglich. Bei einer Vortriebsleistung wie im Oberen Feuergezäher Feldort wäre die Strecke bereits nach knapp zwei Jahren aufgefahren. Ein Vergleich mit dem Tiefen-Julius-Fortunatus-Stollen verdeutlicht jedoch die Unwägbarkeiten, die in einer derartigen Berechnung nicht berücksichtigt werden können. So ist die Härte des Gesteins wechselhaft und die Anzahl der Arbeiter unbekannt. Da bei dem deutlich längeren Tiefen-Julius-Fortunatus-Stollen über mehrere Jahre nur zwölf Bergleute eingesetzt wurden, erscheint es schwer vorstellbar, dass beim Rathstiefsten Stollen an 20 Örtern gleichzeitig gearbeitet wurde. Besonders, wenn davon ausgegangen wird, dass mehrere Bergleute in zwei Schichten arbeiten, auch wenn unbekannt ist, ob mit den zwölf erwähnten Bergleuten nur die Häuer gemeint waren und zusätzliche Förderknechte angestellt gewesen sind.

Im Hinblick auf die Datierung „um 1150“ könnte für diese vielleicht eine grobe Rückrechnung der Vortriebszeit analog zum Tiefen-Julius-Fortunatus-Stollen verantwortlich gewesen sein. In diesem Zusammenhang sei jedoch noch auf eine interessante Verbindung hingewiesen. Die im Kreis Hörter liegende Burg Desenberg war der Sitz des Grafen Widukind von Schwalenberg. Sie wurde von Herzog Heinrich dem Löwen 1168 belagert. In der zeitgenössischen *Chronica Slavorum* des Helmold von Bosau steht: „da der hohe Berg jeder Belagerung und Maschinenkraft spottete, schickte der Herzog hin und ließ sachverständige Männer vom Rammelsberg holen; diese machten sich an die schwieri-

ge und unerhörte Arbeit, in den Fuß des Desenberges einen Stollen zu treiben, untersuchten das Innere und fanden den Brunnen, aus dem die Burgleute Wasser schöpften. Er wurde verstopft, der Besatzung ging das Wasser aus und Wedekind übergab sich und die Burg der Gewalt des Herzogs.“⁴³

Feuergezäher Gewölbe

Einen der berühmtesten Hohlräume des Rammelsberges stellt das Feuergezäher Gewölbe dar. Es wird mitunter als der älteste erhaltene ausgemauerte Grubenraum Europas bezeichnet. Diese Radstube ist jedoch nicht genau datiert. Wie weiter oben beschrieben, findet sich ihre erstmalige direkte schriftliche Erwähnung 1418, auch wenn sie dort als älter bezeichnet wird. Es ist zudem unklar, wie lange die Radstube im Gebirge stand, bevor zum Zwecke der Sicherung eine aufwändige Ausmauerung erfolgte. Letztere wird vor allem stilistisch durch das gedrungene Spitzbogengewölbe (Abb. 8) ins 14. Jahrhundert datiert.⁴⁴ Es ist zu vermuten, dass genau aus diesen Unsicherheiten sich für den Hohlraum auch Datierungen ins 13. Jahrhundert finden.⁴⁵ Eine Radstube benötigt einen Wasserzulauf bzw. Ablauf, die eine funktionelle Einheit bilden. Es erscheint daher lohnend, diese im Hinblick auf eine Datierungseingrenzung hin genauer zu betrachten.

Zugänglich ist das Gewölbe über eine Streckenabzweigung vom Rathstiefsten Stollen aus (Abb. 9). Unmittelbar vor der Zugangsöffnung führt im Nordwesten ein modern im Vollschrot ausgebauter Fahrtschacht etwa 7 m nach oben auf die Nordweströsche. Diese geht vom Rathstiefsten Schacht aus und mündet in der Nordwestseite unmittelbar unterhalb der Firste des Gewölbes. Genau gegenüber an der Südostseite unterhalb der Firste mündet eine weitere Strecke mit unbekanntem Verlauf in die Radstube, die als mögliche Südost-Rösche angesprochen wird. Von derselben Seite führt auf der Sohle eine weitere Strecke nach Südosten, die heute jedoch zugemauert ist. Ebenfalls ist der Schacht in der Mitte der Radstube nicht mehr befahrbar.

Von besonderer Bedeutung ist hierbei die Nordweströsche, deren konkrete Funktion als Wasserrösche zunächst geklärt werden musste, da als Alternative ebenfalls die Südost-Rösche zur Diskussion stand. Bei der Befundaufnahme in Kombination mit dem 3D-Modell konnte jedoch festgestellt werden, dass bei dieser die

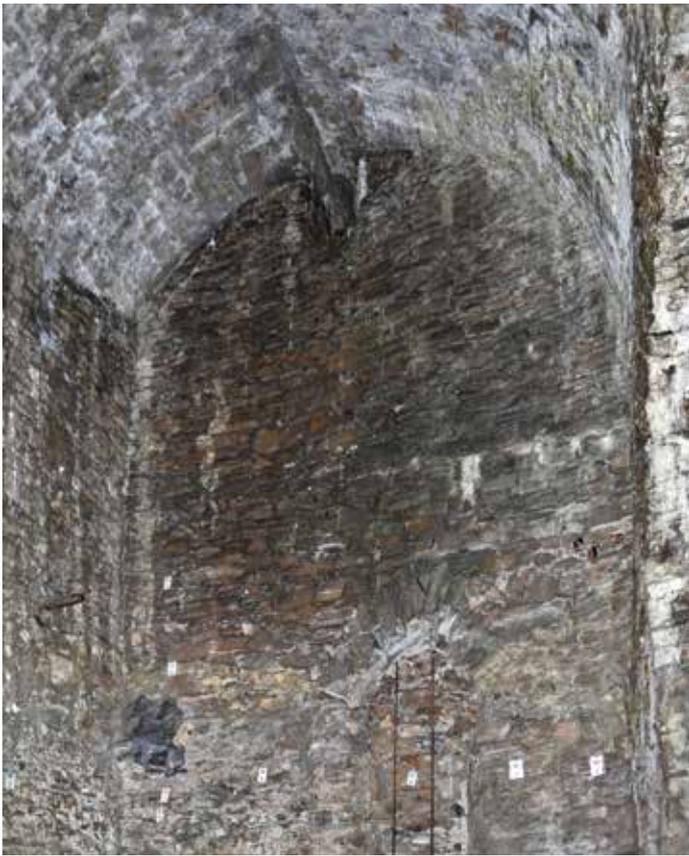


Abb. 8: Spitzbogengewölbe des Feuergezäher Gewölbes. (© Foto: J. Meyer/TU Clausthal)

gemauerte Unterkante der Öffnung höher liegt, als die Sohle der Strecke dahinter, was ebenfalls an der rasch abfallenden Firse deutlich wird (Abb. 10). Die Strecke hinter der Öffnung an der Südost-Wand des Feuergezäher Gewölbes kann daher als Rösche für Aufschlagwasser ausgeschlossen werden, zumindest seit der Ausmauerung der Radstube. Die Nordwest-Rösche muss folglich als Aufschlagwasserrösche angelegt worden sein, um die Kunst im Gewölbe betreiben zu können.

Die Auffahrung der Nordwest-Rösche erfolgte in sehr brüchigem und klüftigem Gebirge, quer zur Einfallrichtung des Schiefers. Werkzeugspuren wurden nicht beobachtet, wahrscheinlich ist jedoch, dass hier hauptsächlich mit Keilen in den Klüften gearbeitet worden ist. Im Grundriss verläuft die Strecke vom Rathstiefsten Schacht aus annähernd geradlinig nach Südosten, bis sie schließlich nach Osten abknickt (vgl. Abb. 9). In diesem leicht erweiterten Bereich knickt die Strecke wieder mit einem schmaleren Querschnitt nach Südosten ab.

Eine denkbare Interpretation wäre, dass zunächst vom Rathstiefsten Schacht aus gezielt auf die Radstube zugearbeitet wurde. Im Gegenortbetrieb wurde dann von der Radstube aus auf die Strecke aufgefahren. Für den Gegenortbetrieb sprechen der Knick und die Weitung der ersten Strecke, durch den die Wahrscheinlichkeit für ein Aufeinandertreffen erhöht wird. Der Knick markiert die Position einer neuen Ausrichtung. Die restliche Strecke zeigt stark unterschiedliche Querschnitte, die von einer drei-

Abb. 9: Übersicht über die Grubenräume um das Feuergezäher Gewölbe. (© Grafik: G. Drechsler/NLD)

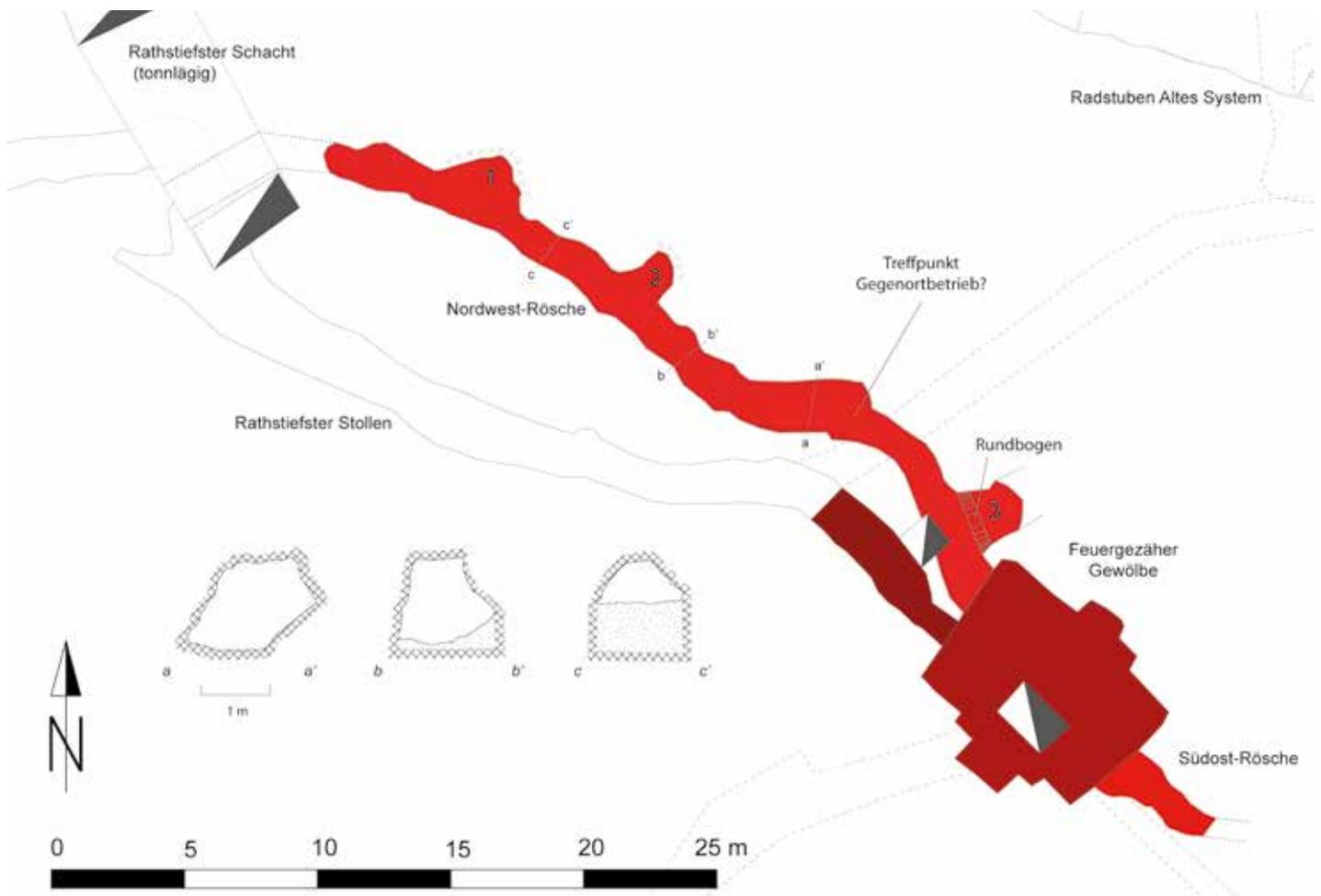




Abb. 10: Blick in die Südost-Rösche des Feuergezäher Gewölbes unterhalb der Firste. Gut erkennbar ist die rasch abfallende Firste dahinter. (© Foto: G. Drechsler/NLD)

eckigen, über eine Trapez- bis hin zu einer Parallelogrammform reichen (Abb. 11). Die vorgefundene Höhe bleibt zwischen 1,2 und 1,4 m in etwa gleich. Die Firste erscheint in der Regel abgeflacht und geht abschnittsweise scharfkantig in die Stöße über. Diese sind teilweise seiger aus dem Gestein gebrochen oder verlaufen ganz oder teilweise, den Klufflächen des Gebirges folgend, schräg in unterschiedlichen Abständen und Winkeln zueinander. Die Sohle ist auf unbekannter Höhe durch Sediment und Gebirgsbruch verfüllt. Häufig liegen darüber lose, große Bruchsteine, die von Ausbrüchen an Stößen und Firsten stammen, was zum Teil die unregelmäßigen Oberflächen erklärt.

Auffällig ist der oft kastenförmig ausgearbeitete obere Teil der Streckenquerschnitte, während die unteren unregelmäßig geweitet wurde (Abb. 12). Eine Erklärung dafür wäre eine Zweiphasigkeit der Auffahrung, die für eine korrekte Funktion der Strecke als Wasserlauf notwendig war. Demnach wurde die Strecke zunächst mit einem annähernd trapezförmigen Profil aufgefahren, mit der zunächst eine Verbindung zur Radstube geschaffen worden ist. In einem zweiten Schritt wurde der untere Teil der Strecke nachgerissen, um ein konstantes Gefälle zu gewährleisten.

Da die Kunst im Feuergezäher Gewölbe spätestens 1585 mit der Fertigstellung des Tiefen-Julius-Fortunatus-Stollens überflüssig wurde, liegt der Schluss nahe, dass auch die Rösche nicht mehr genutzt wurde. Ein weiterer Hinweis darauf ist auch ihr Fehlen auf sämtlichen Rissen, die allerdings erst 1680 einsetzen. Dies würde bedeuten, dass die Strecke in der langen Zeit, in der sie offen stand, nicht nachbearbeitet wurde und einen weitgehend originalen Zustand zeigt. Davon ausgehend lässt sich die oben beschriebene, kleindimensionierte und unregelmäßige Gestalt der Strecke für eine Datierung interpretieren.

Da es auf ganzer Länge keine gerundeten Formen und Übergänge gibt, kann Feuersetzen als Auffahrungstechnik ausgeschlossen werden. Hingegen sprechen die teils ebene Firste, die an anderen Stellen eckig in die Stöße übergeht, sowie die an vielen Stellen geneigten Stöße, dafür, dass ein trapezförmiges Profil angestrebt wurde, wengleich das brüchige Gestein dies nicht in idealer Form zuließ (vgl. Abb. 12).

Ein Vergleich innerhalb des Rammelsberges ist nur mit dem bereits erwähnten, als Original vermuteten kleinen Abschnitt des



Abb. 11: Blick in die Nordwest-Rösche. Im Vordergrund zeichnet sich das trapezförmige Profil ab, im Hintergrund der unregelmäßige geweitete Bereich. (© Foto: G. Drechsler/NLD)



Abb. 12: Kastenförmiger Querschnitt der Nordwest-Rösche, der im unteren Bereich nachgerissen wurde. (© Foto: G. Drechsler/NLD)

Rathstiefsten Stollens möglich (vgl. Abb. 5). Besonders die trapezförmige Ausarbeitung der Firste lässt einen Vergleich zu. Aus den anderen Montanrevieren sind ähnliche unregelmäßige Profile wie in der NW-Rösche besonders vergleichbar mit den parallelogramm-förmigen Streckenquerschnitten aus Niederpöbel, die in die Mitte des 13. Jahrhunderts datieren.⁴⁶ Dort folgte

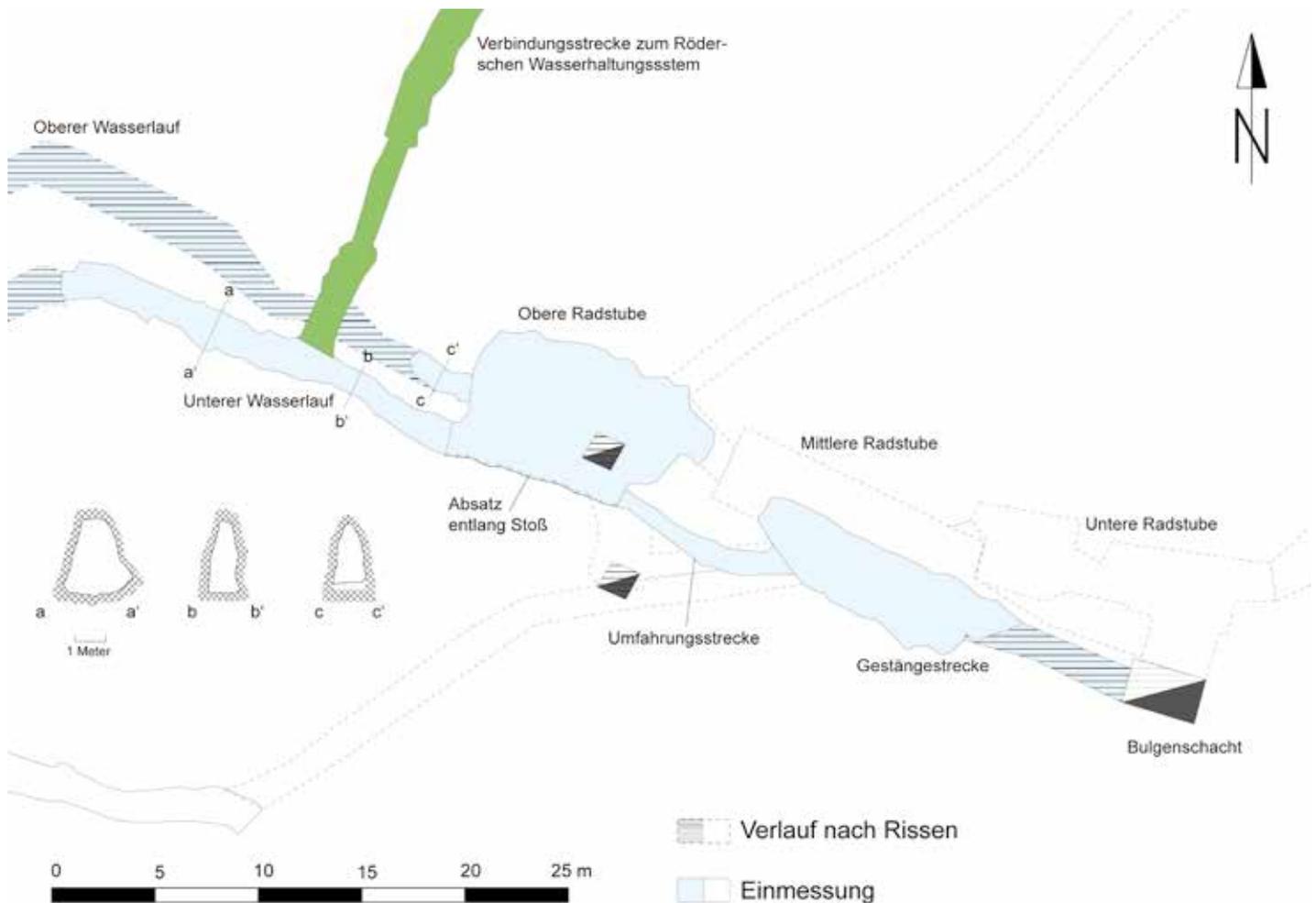


Abb. 13: Übersicht über die Grubenräume um die drei Radstuben des Alten Systems. (© Grafik: G. Drechsler/NLD)

die Auffahrung allerdings dem Verlauf von Gängen, im Unterschied zu der quer zum Einfallen des Gebirges aufgefahrenen Nordwest-Rösche. S. Adlung und M. Straßburger kommen in ihrer Abhandlung zu Typologie von Stollenprofilen zu der Einordnung von Profilen dieser Form (Typ 2) ins 14. Jahrhundert.⁴⁷ Die stilistische Datierung anhand des Spitzbogengewölbes wird durch die archäologische Untersuchung nicht ausgeschlossen, jedoch könnte auch eine frühere Datierung besonders im Hinblick auf die Zeit vor der Ausmauerung in Frage kommen. Dies gilt insofern, als dass – wie gleich noch darzulegen – die Rösche auf ihrem letzten kurzen Abschnitt ebenfalls eine Ausmauerung im Stil des Feuergezäher Gewölbes zeigt. Eine wesentlich ältere Datierung lässt sich wiederum ausschließen, da die früheren Querschnitte deutlich kleinere Dimensionen und hauptsächlich runde Querschnitte aufweisen. Dazu passt auch ein funktioneller Vergleich mit dem Schacht der Unteren Radstube des Alten Systems, die Mitte des 14. Jahrhunderts bereits 42 m tief säumpfen konnte, was bedeutet, dass die nur 22 m tief säumpfende Kunst im Feuergezäher Gewölbe früher installiert worden ist.⁴⁸

Die Obere Radstube des Alten Systems

Ein weiterer, näher zu betrachtender Bereich ist das Areal um die Obere Radstube des Alten Systems (Abb. 13). Die Obere Radstu-



Abb. 14: Blick in die Obere Radstube des Alten Systems. (© Foto: Jessica Meyer/TU Clausthal).

be ist heute von den insgesamt drei bekannten Radstuben dieses Systems die einzige noch zugängliche (Abb. 14). Befahrbar ist das Areal von Nordosten her aus dem jüngeren Röder'schen Wasserhaltungssystem über eine schnurgerade Verbindungsstrecke-

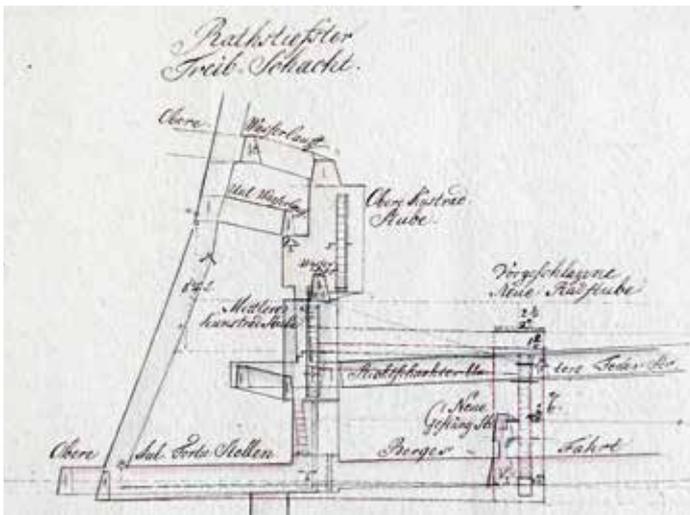


Abb. 15: Seigerriss von F. H. Spörer, 1791, mit Darstellung der drei Radstuben des Alten Systems. (BGG Archiv Goslar B213; © Foto: A. Schmidt-Händel/Rammelsberg)



Abb. 18: Schrämmpuren an der Firste des Unteren Wasserlaufs. (© Foto: G. Drechsler)



Abb. 16: Der Untere Wasserlauf in einem wohl nicht nachgerissenen Zustand. (© Foto: G. Drechsler/NLD)

Abb. 17: Trapezförmige Querschnitt des Unteren Wasserlaufs im nordwestlichen Abschnitt. (© Foto: G. Drechsler/NLD)



cke. Diese trifft seitlich auf den Unteren Wasserlauf, der nach Nordwesten in einem Verbruch endet und im Südosten in die Obere Radstube führt. In diese mündet nur wenige Meter oberhalb ebenfalls der Obere Wasserlauf. An der gegenüberliegenden Seite folgt neben einem großen Versatzmasseberg eine kleine, bis zur Hälfte verfüllte Umfahungsstrecke weiter nach Südosten, die in die Gestängestrecke der Radstube mündet.

Ungeklärt ist bisher, in welcher Zeit der Untere Wasserlauf angelegt wurde und welche konkrete Funktion er ursprünglich innehatte. Für die Beaufschlagung einer Kunst in der Oberen Radstube liegt er zu tief, weshalb ein funktioneller Zusammenhang nur für die Mittlere oder Untere Radstube angenommen werden kann. Durch eine zeitliche Eingrenzung könnte geklärt werden, wie die Wasserzuführung in die Untere Radstube realisiert wurde (Abb. 15). Sollte die Strecke erst für die Mittlere Radstube angelegt worden sein, müsste die Wasserzuführung für die Untere Radstube über bisher unbekannte Wege erfolgt sein.

Der Wasserlauf weist zwei unterschiedliche Querschnitte auf: Im südöstlichen Abschnitt, zur Radstube hin, einen hohen schmalen, nur leicht trapezförmigen mit kleinen Ausbrüchen (Abb. 16). Im nordwestlichen Abschnitt einen stark trapezförmigen Querschnitt (Abb. 17), der bei gleicher Höhe deutlich breiter ist und größere Ausbrüche aufweist. Die Firste zeigt tiefe und zu den Stößen hin parallele Schrämmpuren (Abb. 18).

Im Vergleich mit der Verbindungsstrecke fallen der deutlich unterschiedliche Querschnitt und das völlige Fehlen von Bohrmarken ins Auge. Auch der gewundene Verlauf unterscheidet sich deutlich von der schnurgeraden Auffahrung der Verbindungsstrecke. Die Unterschiede deuten auf ein höheres Alter des Wasserlaufes hin. Schießarbeit wurde im Rammelsberg zwar bereits 1632 probiert, wegen der großen Härte des Gesteins jedoch noch Ende des 17. Jahrhunderts wenig und nicht systematisch eingesetzt⁴⁹. Das bedeutet, dass der Wasserlauf, selbst wenn er ins 18. Jahrhundert datiert, nicht zwingend Bohrmarken aufweisen muss, was eine Datierung über die Vortriebstechniken ausschließt. Daher soll auch hier versucht werden sich über die Querschnitte der Datierung zu nähern.

Einen Hinweis auf die Ursache des unterschiedlichen Streckenquerschnittes liefert möglicherweise die heutige Zugangsstrecke. Sie wurde 1816 geplant und um 1820 vom Unteren Wasserlauf

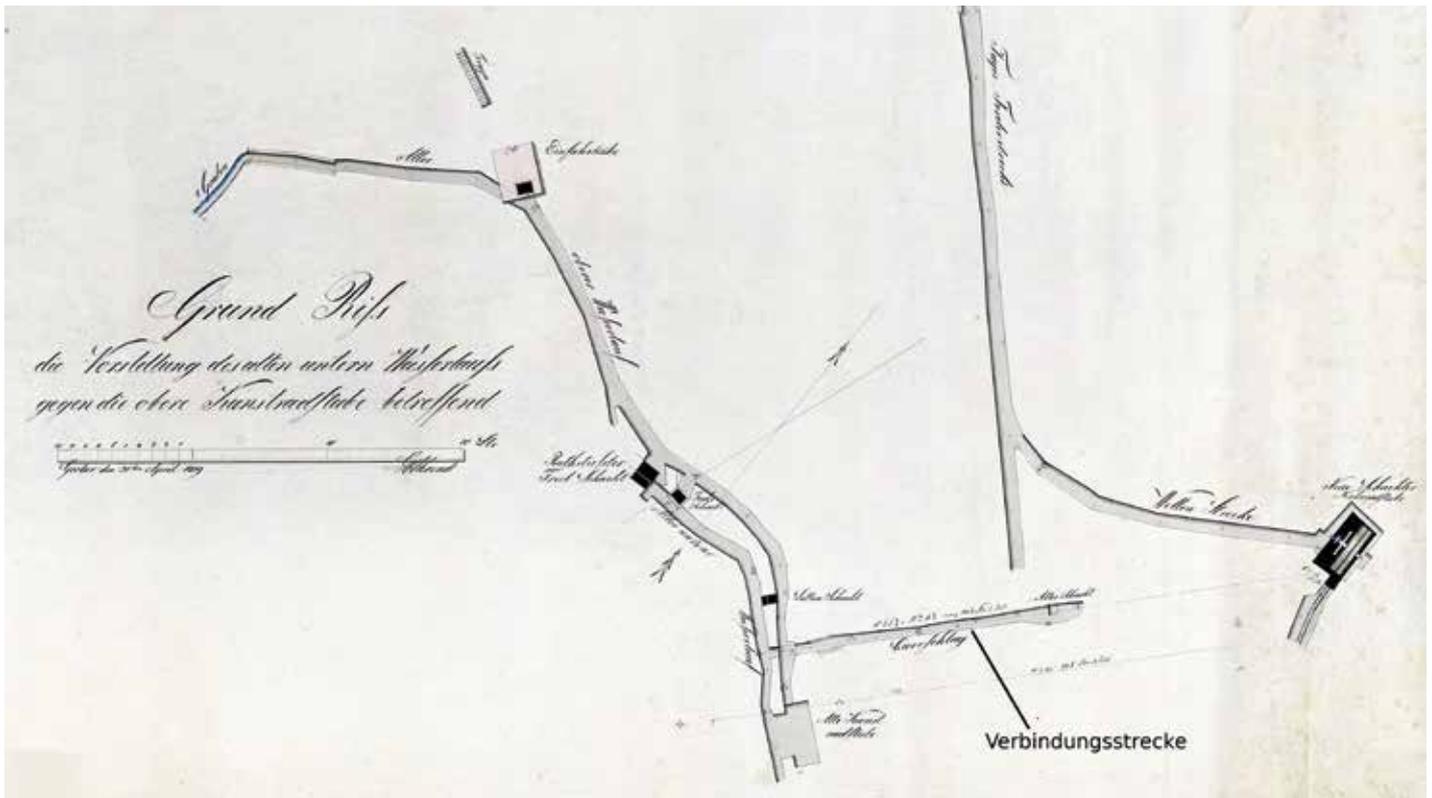


Abb. 19: Grundriß von G. Ahrend, 1819. (BGG-Archiv Goslar B278; © Foto: G. Drechsler/NLD)

aus aufgefahren, was aus den Rissen hervorgeht (Abb. 19) und durch die Richtung der Bohrlöcher archäologisch nachvollzogen werden kann. Das Bergematerial musste daher über den Unteren Wasserlauf gefördert werden, weil die andere Richtung tiefer hinein in das Grubengebäude geführt hätte. Der größere Querschnitt kann durch einen Nachriß in dieser Zeit erklärt werden, womöglich, da der schmale Streckenquerschnitt nicht mehr den Anforderungen der moderneren Förderung genügte. Ein weiterer Hinweis besteht mit dem hölzernen Türstockausbau in der Nordweststrecke. Er wurde naturwissenschaftlich um 1819 datiert, was ebenfalls auf eine erneute Nutzung der Strecke zu dieser Zeit hinweist. Letzteres belegt zudem die letztmalige Instandhaltung in Zeiten des Rödersistems.

Der Wasserlauf kann rein durch seine Form älter als die Verbindungsstrecke eingestuft werden. Der nordöstliche Abschnitt kann als überprägt und der südöstliche Abschnitt als ursprünglich angesehen werden. Der knapp 7 m lange südöstliche Abschnitt, der nicht während der Auffahrung der Verbindungsstrecke nachgerissen wurde, ist zur Radstube hin nochmal auf 2 m Länge modern abgesichert worden, was eine begleitende Nachbearbeitung wahrscheinlich macht. Letztendlich verbleiben 5 m, die in sich stimmig erscheinen, ohne dass es Hinweise auf bedeutende nachträgliche Veränderungen seit der Auffahrung gibt. Da die Firsthöhe in beiden Abschnitten gleich ist, ist davon auszugehen, dass die Firste im nordwestlichen Teil ebenfalls nicht nachgerissen worden ist. Daher sind auch die parallelen Schrämspuren als ursprünglich anzusehen.

Der im Verhältnis zur Breite sehr hohe trapezförmige Querschnitt lässt sich durch Vergleiche mit Strecken aus anderen Bergbaurevieren am ehesten ins 16. bis 17. Jahrhundert datieren.⁵⁰ Aus dem Oberharz entspricht das Profil des Mitte des 16. Jahrhunderts be-

gonnenen St.-Annen-Stollens dem Unteren Wasserlauf.⁵¹ S. Adlung und M. Straßburger klassifizieren auf Grundlage mehrerer Strecken im Erzgebirge, im Bergischen Land, im Sauerland und den Vogesen einen entsprechenden Querschnitt, der um 2 m hoch und maximal 80 cm breit ist und mit Schlägel und Eisen aufgefahren wurde, ebenfalls in diesen Zeitraum⁵².

Rein nach seiner Form zu urteilen, könnte der Wasserlauf allerdings auch jünger eingestuft werden als die nach Schriftquellen spätestens ins 14. Jahrhundert datierende Untere Radstube. Dies würde bedeuten, dass er nicht zu deren Beaufschlagung genutzt worden sein kann, sondern in Verbindung zur Mittleren Radstube zu betrachten ist, was eine alternative Hypothese darstellt.

Durch die Obere Radstube hindurch ist entlang des Südweststoßes durch einen Absatz die Fortsetzung des Wasserlaufes nachvollziehbar, der in die Firste der gegenüberliegenden Umfahungsstrecke übergeht (Abb. 20). Durch den Verlauf wird deutlich, dass zuerst der Wasserlauf existierte, von dem aus die Obere Radstube aufgefahren wurde. Nach der Oberen Radstube geht der Wasserlauf mit leichtem Gefälle in der Gestängestrecke der Oberen Radstube auf und ist vollständig überprägt. Im Grundriß ist sein Verlauf bis zur Mitte der Mittleren Radstube nachvollziehbar. Um dort eine Kunst beaufschlagen zu können, hatte das Wasser um 5,5 m senkrecht nach unten geleitet werden müssen. Daher ist fraglich, ob die Strecke ursprünglich überhaupt eine wasserführende Funktion innehatte oder als Förderstrecke während der Auffahrung und später zur Fahrung diente. Der Obere Wasserlauf (Abb. 21), der nur noch auf 4 m Länge offensteht, zeigt eindeutige Schrämspuren der Schlägel- und Eisenarbeit, die von der Radstube ausgehen und nach Nordwesten führen. Demnach muss die Radstube zur Auffahrung des oberen Wasserlaufes bereits existiert haben.

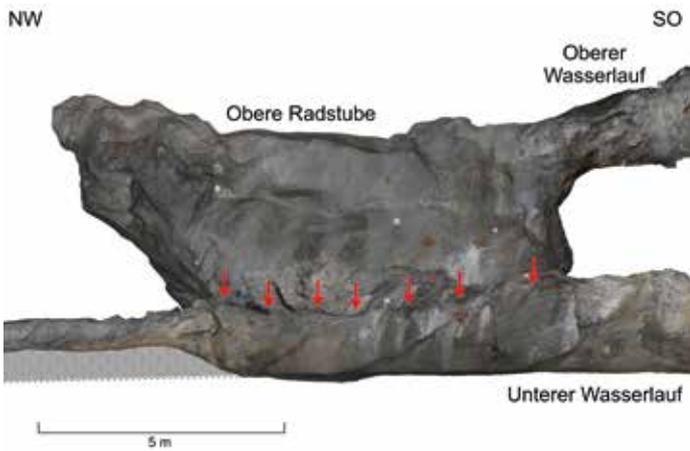


Abb. 20: Durch einen Absatz im Stoß der Oberen Radstube nachvollziehbarer Verlauf des Unteren Wasserlaufes. (© Bearbeitung: G. Drechsler/NLD)



Abb. 21: Blick in den Oberen Wasserlauf. (© Foto: G. Drechsler/NLD)

Da der Untere Wasserlauf vermutlich in Zeiten der Unteren Radstube noch nicht bestand, müssten die Aufschlagwasser über eine andere Strecke zugeführt worden sein. Zwei Modelle wurden dafür entwickelt: zum einen könnte die Richtschachter Foderstrecke zur Zuleitung der Aufschlagwasser genutzt worden sein und zum anderen eine Strecke, die von der Nordwest-Rösche des Feuergezäher Gewölbes abführt.

Richtschachter Foderstrecke als Wasserlauf

Die Richtschachter Foderstrecke führt von Nordosten aus dem Berg auf die Radstuben zu. Laut einem Riss von 1765/66 (B161 Röder) weist sie eine deutliche Neigung hin zu den Radstuben auf. Sie liegt bei den Radstuben um 7 m und im Bereich der Richtschachter Gruben um 17 m höher als die bekannte Bergesfahrt, führt aber im Wesentlichen parallel zu dieser in den Berg. Aus diesem Grund liegt der Verdacht nahe, dass es sich um eine Vorgängerstrecke der Bergesfahrt handelt. In einem nicht näher datierten Riss aus der Zeit des Röder-Systems um 1800 (B18) wird die Strecke explizit als alte Bergesfahrt bezeichnet. Jedoch sind Bezeichnungen wie diese durch die Jahrhunderte nicht konstant geblieben.⁵³ Voraussetzung für die Nutzung der Strecke als Wasserlauf wäre eine konstante Wasserführung, wofür die Grubenwasser des Berges allein zu unbeständig waren. Daher bleibt zu untersuchen, ob es im Bereich der Richtschachter Gruben obertägige wasserbauliche Anlagen existieren. Diese Hypothese wird in der Abschlusspublikation noch ausführlicher diskutiert werden.

Verbindung mit NW-Rösche des Feuergezäher Gewölbes

Die oben beschriebene Nordwest-Rösche zeigt in ihrem Verlauf zum Rathstiefsten Schacht drei Weitungen nach Nordosten. Die nordwestliche (vgl. Abb. 9.1) ist unregelmäßig ausgebrochen und als Gebirgsbruch anzusehen. Die mittlere (vgl. Abb. 9.2) endet nach nur 1,2 m in einer glatten Kluftfläche und ist nie weiter aufgeföhren worden. Nur der südöstliche Ansatz kann als Streckenansatz interpretiert werden (vgl. Abb. 9.3). In diesem kurzen Bereich ist die Rösche ebenfalls im Stil des Feuergezäher Gewölbes ausgemauert und auch der Streckenansatz ist steinern überwölbt. Der Hohlraum dahinter ist mit Lockermassen verfüllt und steht nur noch etwa 1,5 m offen. Einzig durch den gemauerten Bogen, der zu dem Verbruch führt, wird deutlich, dass es sich um einen anthropogen geschaffenen Hohlraum und nicht nur einen Verbruch handelt.

Aus dem Grundriss ergeben sich zwei wahrscheinliche Streckenverläufe zu Grubenräumen (Abb. 22). Bei einem Verlauf in Richtung Ostnordost könnte die Strecke zur Unteren Radstube des Alten Systems führen. Wird die Höhe des Gewölbebogens als Firsthöhe angenommen, würde die Strecke nach etwa 37 m Länge etwa auf drei Vierteln der Höhe in die Radstube münden. Damit würde die Strecke für die Beaufschlagung des Rades zu tief münden.

Ein alternativer Verlauf wäre auch in Richtung Nordost (vgl. Abb. 22) möglich und könnte eine Verbindung mit der Richtschachter Foderstrecke darstellen. Aus dem Seigerriss geht dabei jedoch ein Höhenunterschied von 4,7 m auf einer Länge von 16,5 m hervor, was einem Gefälle von knapp 16° entspricht. Ein solch steiler Verlauf tritt selten im Rammelsberg auf, kommt jedoch auch unterhalb des Feuergezäher Gewölbes in den „Wasser-Strecken in Altenbau“ vor, die mitunter ein Gefälle von 14° aufweisen. Sollte eine Streckenverbindung zur Richtschachter Foderstrecke bestanden haben, müsste sie zeitlich mit dem Feuergezäher Gewölbe und dem in einem Zug gemauerten Gewölbebogen gleichgesetzt werden. Damit würde die Richtschachter Foderstrecke wesentlich früher datieren, als durch ihre erste Vermarkung im Riss von J. J. Schreiber 1712 angenommen. Die Funktion einer solchen Strecke könnte mit der Entwässerung der

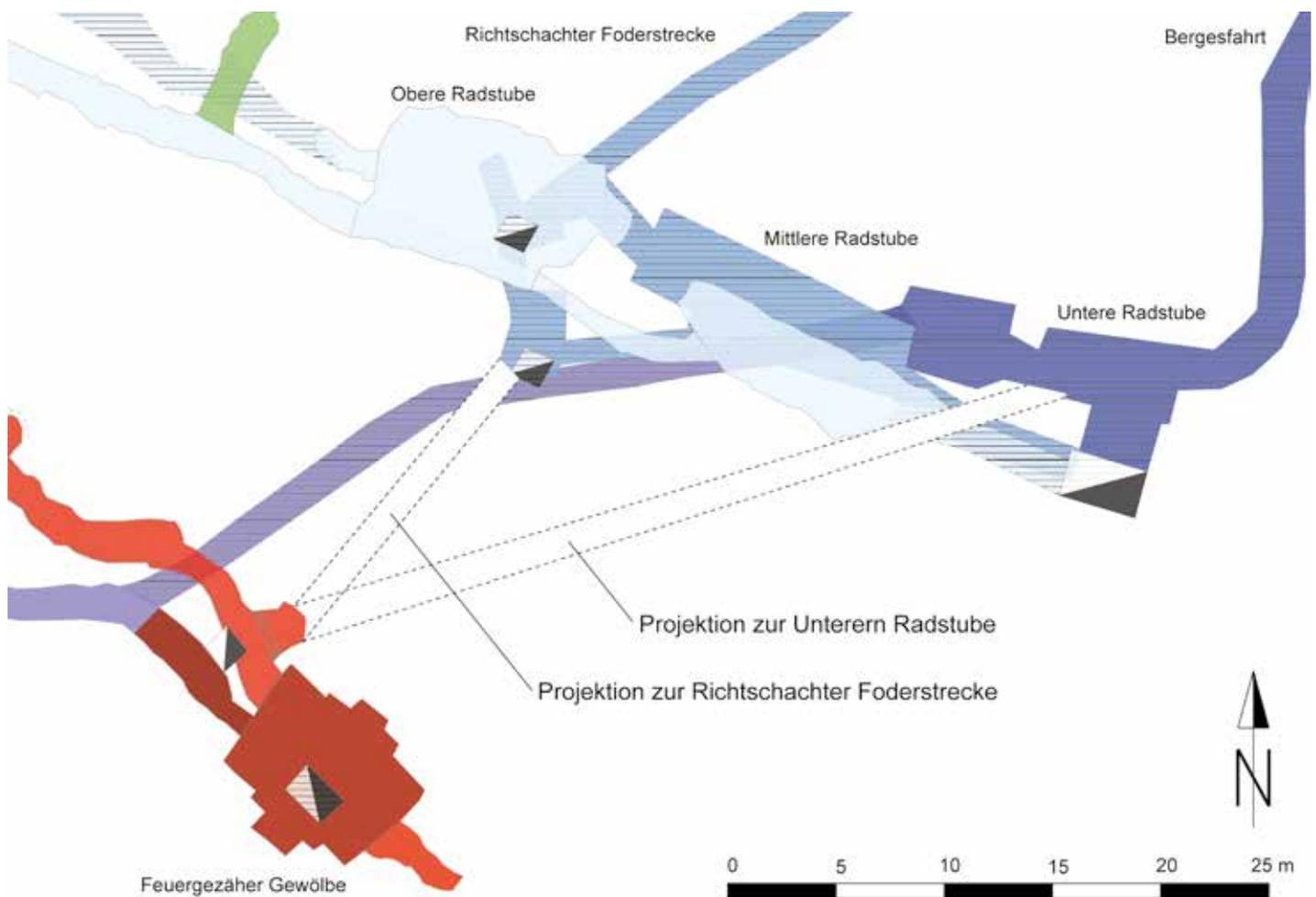


Abb. 22: Hypothetische Streckenverläufe vom Ansatz der Nordwest-Rösche. (© Grafik: G. Drechsler/NLD)

Richtschachter Gruben über die Richtschachter Foderstrecke und das Feuergezäher Gewölbe erklärt werden.

Die Bergbaumodelle

Dreidimensionalität ist hilfreich für das Verständnis räumlicher Verhältnisse, die sonst nicht auf einen Blick zu erfassen sind. Dies gilt besonders für das Verstehen der komplexen Hohlräume eines Bergwerks und der in ihnen liegenden Einbauten. Der Wunsch, sich einen kompletten Überblick zu verschaffen, beschäftigte auch die Markscheider von alters her. Bereits im 17. und 18. Jahrhundert hatten Markscheider in Schweden Versuche einer solchen Darstellung unternommen. Die sogenannten „schwedischen Klapprisse“ – eine Kombination aus Grundriss (horizontal) und Seigerriss (vertikal) – suggerieren beim Aufklappen von Zeichnungsdetails den Blick in eine dritte Dimension. Der Clausthaler Eduard Borchers machte sich 1849 Gedanken darüber, wie man ein Bergwerk dreidimensional als Modell darstellen könnte. Seine ersten Ideen formulierte er in einem Artikel in der Zeitschrift „Der Bergwerksfreund“, dem ein zweiter Beitrag folgte, in welchem er die Probleme beschrieb, auf die er bei der Umsetzung gestoßen war, und wie er diese lösen konnte.⁵⁴ Den ursprünglichen Plan, Glasplatten zu verwenden, musste er aufgrund der Menge der Ebenen aufgeben und fertigte stattdessen Rahmen mit Metalldrähten und Netzen an. Das Ergebnis dieser Überlegungen kann

man heute noch im Oberharzer Bergwerksmuseum in Clausthal-Zellerfeld in Form des Modelles der Gruben Dorothea und Caroline sehen.

Eine weitere, praktische Funktion hatten die Modelle für den Unterricht an der Bergakademie in Clausthal, der heutigen Technischen Universität Clausthal. Nach ihren Anfängen gegen Ende des 18. Jahrhunderts wurden bereits ab 1811 an der „Bergschule“ Berg- und Hüttenleute ausgebildet. Hier dienten die Lehrmodelle zur Veranschaulichung der im Bergbau eingesetzten Technik, wie das Beispiel der Rosenhöfer Fahrkunst zeigt. Das Modell, das die „Rosenhöfer Fahrkunst Sicherung“ nachbildet, stammt wahrscheinlich aus den achtziger Jahren des 19. Jahrhunderts und verdeutlicht den Einsatz von Fangketten und Fangquetschen für den Fall eines Gestängebruchs. Die Bergakademie verfügte zu dieser Zeit bereits über eine umfangreiche Modellsammlung und eine eigene Modellwerkstatt zur Anfertigung der Lehrmodelle.

Einen ganz anderen Zweck erfüllten die Modelle der „Rammelsberger Grubenbaue“, die vor allem als Anschauungsobjekte für Bergbauinteressierte dienten. Im Zuge des wachsenden Technikinteresses und der Gründung technischer Museen seit Beginn des 20. Jahrhunderts, wurden Modelle und Schaubilder zur Darstellung des Bergbaues genutzt.⁵⁵ In diese Kategorie fallen auch die beiden von Oskar Langer 1931/32 und 1939 angefertigten Modelle, die heute im WELTKULTURERBE RAMMELSBURG – Museum und Besucherbergwerk in Goslar stehen und seinerzeit für ein „Rammelsbergzimmer“ im Goslarer Museum angefertigt wurden.



Abb. 23: Aufnahmesituation im Labor am Beispiel der Rosenhöfer Fahrkunstversicherung. Drehbare Positionierung des Modells mit Beleuchtung durch Softbox (im Bild oben links) und gekoppelter Hintergrundaufleuchtung. (© Foto: T. Schäfer/TU Clausthal)



Abb. 24: Digitales 3D-Modell der Grube Dorothea/Caroline mit Markern zur digitalen Repositionierung der Einzelschichten. (© 3D-Modell/Bearbeitung: W. Hannemann, T. Schäfer, A. Emme).

Eine Besonderheit ist das Tischmodell „Die Wasserwirtschaft der fiscalischen Werke des nordwestlichen Oberharzes“. Dieses wurde 1892 als Ausstellungsobjekt für die Weltausstellung in Chicago (1893) angefertigt und sollte den Besuchern aus aller Welt einen Überblick über die Oberharzer Wasserwirtschaft geben.

3D-Digitalisierung der historischen Bergbaumodelle

Neben der 3D-Digitalisierung des Grubengebäudes des Rammelsberges⁵⁶ stellt die photogrammetrische Aufnahme und 3D-Modellierung der historischen Bergbaumodelle aus dem Oberharzer Bergwerksmuseum und dem Museum Rammelsberg eine weitere Digitalisierungsaufgabe im Projekt „Altbergbau 3D“ dar. Während im Rammelsberg flächenhaft umhüllte Hohlräume von mehreren Metern Größe erfasst wurden, stellen die teils filigranen Bergbaumodelle durch ihren kleineren Maßstab und ihre komplexere Form besondere Herausforderungen an die Aufnahme und 3D-Modellierung. Bei den zur Digitalisierung anstehenden, dreidimensionalen Modellen handelt es sich um technische Funktionsmodelle mit beweglichen Teilkomponenten, um Modelle von Grubebau und Landschaftsmodelle.

Photogrammetrische Aufnahme

Ideale Randbedingungen für eine fotografische Aufnahme der analogen 3D-Modelle sowie die Erprobung geeigneter Aufnahmetechniken können nur in einem Labor gewährleistet werden. Dazu müssen allerdings die Modelle transportfähig sein, um aus dem Oberharzer Bergwerksmuseum in das Institut für Geotechnik und Markscheidewesen der TU Clausthal transportiert werden zu können. Dies traf auf das Modell der Sicherung der Rosenhöfer Fahrkunst und das Seigermodell der Grube Dorothea/Caroline zu. Das Modell der Sicherung der Rosenhöfer Fahrkunst, ein aus Holz gefertigtes Funktionsmodell, mit den Maßen von ca. 53x46x143 Zentimeter wurde im Labor auf einen Drehtisch gestellt und durch schrittweise Drehung mittels sich überlappender Fotos aufgenommen (Abb. 23). Das Seigermodell der Grube Dorothea/Caroline misst ca. 53x65x37 Zentimeter und be-

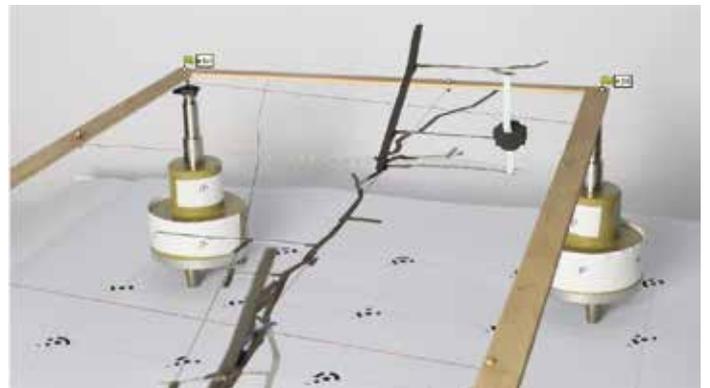


Abb. 25a: Für eine Aufnahme präparierte Einzelschicht des Originalmodells Dorothea/Caroline. (© Foto: A. Emme/TU Clausthal)

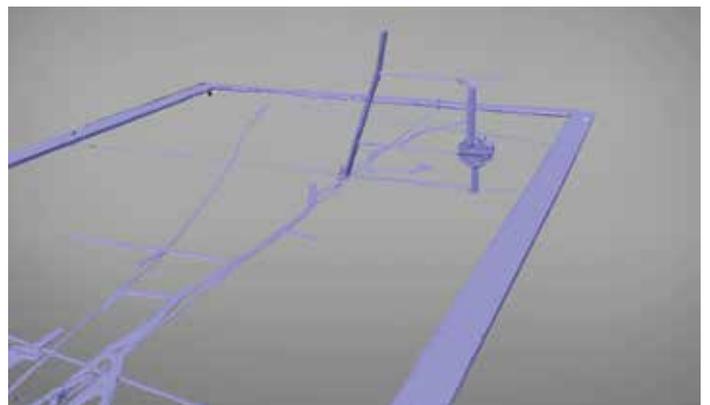


Abb. 25b: Digitales 3D-Modell einer Einzelschicht des Modells Dorothea/Caroline. (© 3D-Modell/Bearbeitung W. Hannemann, T. Schäfer)

steht aus sechs Schichten, die jeweils von einem Metallrahmen umfasst sind und in einem verglasten Kasten verschraubt sind (Abb. 24). Auf diesen Schichten sind die Schächte und Strecken der Grube mittels feiner verspannter Drähte verkleinert und dreidimensional aufgebracht. Als vorteilhaft für die fotografischen Aufnahmen erwies sich, dass die Schichten einzeln entnehmbar waren und somit separat auf dem Drehteller fotografiert werden konnten (Abb. 25 a, b). Zusätzlich wurde auch der

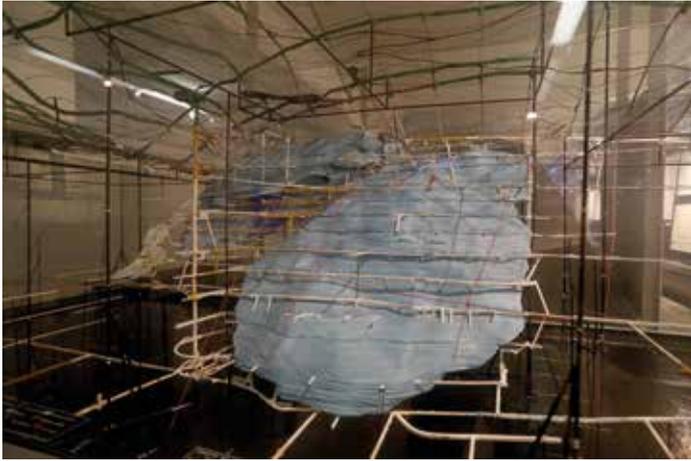


Abb. 26a: Hinter Glas installiertes Modell der Grubenbaue und der Lagerstätte des Rammelsberges im Museum Rammelsberg in Goslar. (© Foto: J. Meyer/TU Clausthal)



Abb. 27a: Originales Landschaftsmodell der Oberharzer Wasserwirtschaft. (© Foto: J. Meyer/TU Clausthal)

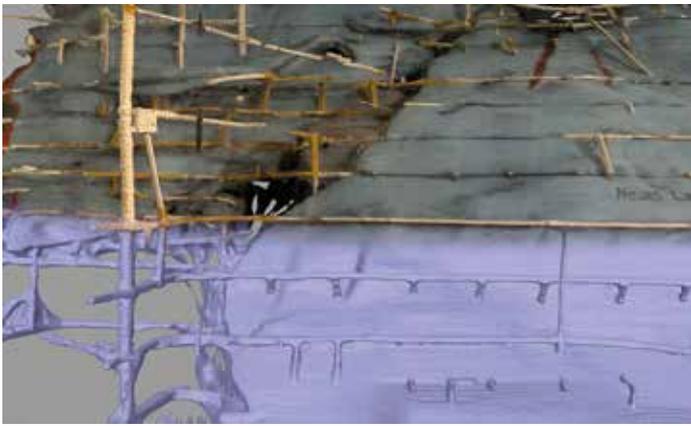


Abb. 26b: Digitales 3D-Modell der Grubenbaue und der Lagerstätte des Rammelsberges mit und ohne Textur (vorläufiger Stand aus Testaufnahmen). (© 3D-Modell/Bearbeitung W. Hannemann)



Abb. 27b: Vermaschtes digitales 3D-Modell mit und ohne Textur (vorläufiger Stand, ohne Detailscan der Tischumrandung). (© 3D-Modell/Bearbeitung W. Hannemann)

leere Kasten als einzelnes Objekt fotografiert. Durch die Zerlegung des Gesamtmodells war eine detailliertere Aufnahme und Modellierung der Einzelschichten und damit des Gesamtmodells möglich. Für eine gleichmäßige und schattenarme Ausleuchtung wurden die Objekte frontal mit Blitzlicht unter Einsatz einer Softbox beleuchtet. Des Weiteren kam ein synchronisierter Blitz für die Ausleuchtung des Hintergrundes zum Einsatz.

Große, zum Teil hinter Glas befindliche Modelle wie die Grubenbaue des Rammelsberges und das auf einem Tisch installierte Landschaftsmodell der Oberharzer Wasserwirtschaft mussten vor Ort in den Museen fotografiert werden (Abb. 26 a, b und Abb. 27a, b). Bei diesen Fotoaufnahmen kam es teils zu starken Spiegelungen. Zur Verminderung von Lichtreflexen mussten deshalb starke Lichtquellen, wie Fenster oder stark reflektierende Flächen im Raum, abgedeckt werden. Zusätzlich führte die Verwendung eines Polarisationsfilters zu einer Verbesserung der Ergebnisse. Um starke Reflexionen durch Einsatz eines Blitzlichtes bzw. einer anderen frontalen Lichtquelle zu vermeiden, mussten die Belichtungszeiten deutlich erhöht werden. Dadurch wurde der Einsatz eines selbstgebauten und fahrbaren Statives mit Fernauslöser notwendig, das über einen Ausleger auch das Abfahren der zum Teil mannshohen Modelle mit Kamerablickwinkel von oben ermöglicht (Abb. 28).



Abb. 28: Fahrbares Stativ mit Ausleger für Kameraaufnahmen von oben, hier bei der Aufnahme der Tischinstallation des Oberharzer Gangbergbaus. (© Foto: W. Hannemann/TU Clausthal)

3D-Modellierung

Die 3D-Modellierung erfolgt hier, wie auch bei der Digitalisierung der Grubenbaue des Rammelsberges, mit dem Verfahren der „Structure from Motion“ Photogrammetrie (SfM). Eine detailliertere Beschreibung des Verfahrens ist im vorangegangenen

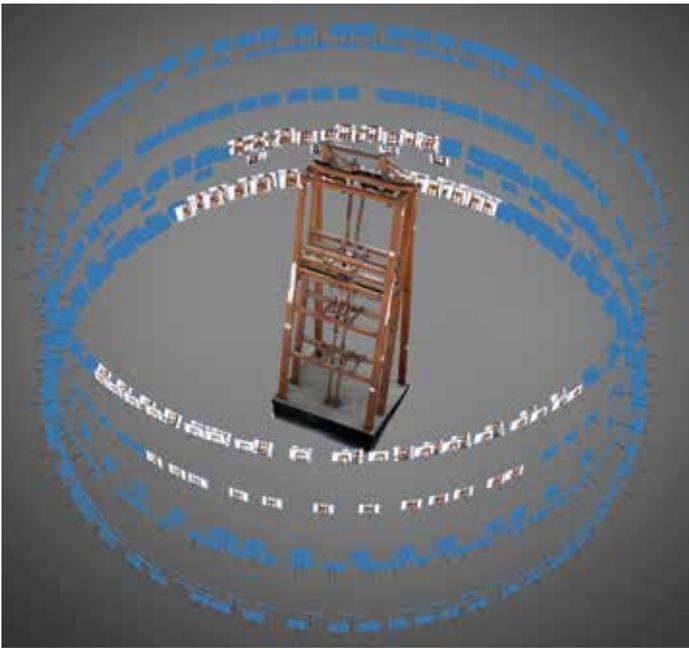


Abb. 29: 3D-Modell der Sicherung der Rosenhöfer Fahrkunst mit Aufnahmepositionen der mehr als 1.000 Fotos (teils in blau) und ihren Flächennormalen als schwarze Linien, die den Aufnahmerichtungen entsprechen. (© 3D-Modell/Bearbeitung W. Hannemann, T. Schäfer, A. Emme)

nen Artikel der Autoren⁵⁶ zu finden. Als Input dienen hier für jedes Modell mehrere hundert Fotos. Mit dem SfM-Verfahren wird zunächst die Punktwolke errechnet, welche in einem weiteren Schritt zu einem dreidimensionalen Oberflächenmodell vermascht wird. Dieses Oberflächenmodell kann dann wieder mit der aus den Fotos errechneten Originaltextur überzogen werden (z. B. Abb. 27b). Zusätzlich wurden in den Modellen photogrammetrische Zielmarken angebracht (z. B. Abb. 25a), die zum einen den Algorithmus beim Wiederauffinden identischer Punkte in den Fotos unterstützen und zum anderen die realitäts-treue Skalierung und Verortung in einem übergeordneten Koordinatensystem ermöglichen. Um ein digitales Modell mit einer markerfreien Textur zu erhalten, wurden in einem weiteren Arbeitsschritt die Marker wieder entfernt und nochmals Fotos von diesen Bereichen aufgenommen.

Abbildung 29 zeigt, beispielhaft für das Verfahren, das digitale 3D-Modell der Sicherung der Rosenhöfer Fahrkunst und zusätzlich die für die 1.245 Fotos nachträglich durch das SfM berechneten Aufnahmepositionen (in blau), welche sich durch die drehbare Positionierung bei der Fotografie ergeben. Dieses Modell wurde aus einer Punktwolke mit über 60,4 Mio. Punkten erstellt und besteht aus mehr als 4 Mio. Punkten, die über nahezu 8,9 Mio. Flächen vermascht sind.

Das Seigermodell der Grube Dorothea/Caroline besteht aus sechs Einzelschichten für den Grubenbau, einer Glasschicht mit Gebäuden an der Tagesoberfläche und dem umhüllenden Glaskasten. Jede Schicht wurde mit ca. 300 Fotos aufgenommen und einzeln zu einem digitalen 3D-Modell verarbeitet. Die spätere Repositionierung der Einzelschichten in den Kasten erfolgte im digitalen Modell über die Verschraubungen zwischen Kasten und Rahmen der Einzelschicht. Hierzu wurden diese Stellen in den Fotos mit digitalen Markern gekennzeichnet, welche in einem internen Koordinatensystem wieder miteinander verortet werden konnten (Abb. 23 und 25a, b).

Das Landschaftsmodell der Oberharzer Wasserwirtschaft liegt als vorläufiges Modell mit über 13 Mio. Flächen und etwa 6,6 Mio. Punkten vor (Abb. 27b). Grundlage hierfür waren in einem ersten Test 42 aufgenommene Fotos, aus denen eine Punktwolke mit 53.691 Punkten berechnet wurde. Um das Modell zu verfeinern und offensichtliche Datenlücken, wie am Tischrahmen sichtbar, zu beheben, sollen noch detailliertere Aufnahmen mit Stativ und Polfilter folgen.

Ausblick

Im verbleibenden knappen Jahr bis zum Abschluss des Projektes werden die Bergbaumodelle im Vordergrund stehen. Neben ihrer Untersuchung als Objekt ist es geplant, sie auch in den originalen Kontext einzubetten. Ein gutes Beispiel ist hierfür das Landschaftsmodell der Oberharzer Wasserwirtschaft. Damals wie heute fällt es schwer, das auf 200 km² liegende, aus ca. 500 km Kunstgräben, ca. 30 km unterirdischen Wasserläufen, 100 km Wasserlösungsstollen und ca. 143 Kunstteichen bestehende, hochkomplexe System zu erfassen. Es entstand zwischen dem 16. und 19. Jahrhundert und gilt als das größte und bedeutendste vorindustrielle Wasserenergieversorgungssystem der Welt. Dem trug 2010 die UNESCO Rechnung, indem sie das seit 1992 bestehende Welterbe Erzbergwerk Rammelsberg und die Altstadt von Goslar, um die Oberharzer Wasserwirtschaft erweiterte. Heute stehen der Forschung ganz andere Mittel zur Verfügung. Der Fortschritt in der Fernerkundung mit Hilfe des Airborne Laser-scannings ist besonders in dicht bewaldeten Gebieten von großem Nutzen. Die daraus generierten digitalen Geländemodelle (DGM) geben einen Überblick über die topographischen Verhältnisse genauso wie sie die anthropogenen Eingriffe in die Landschaft verdeutlichen – sofern sich diese oberflächlich abzeichnen. Von Forschungsinteresse ist dabei nicht nur der Vergleich des digitalen Geländemodells mit dem aus dem 19. Jahrhundert stammenden Tischmodell. Dabei geht es zum einen darum, die Veränderungen in der Landschaft und ihrer Nutzung festzustellen, zum anderen aber auch um die Überprüfung der Genauigkeit des analogen Modells. Auch hier werden ähnlich wie beim Rammelsberg die Informationen aus historischen Risswerken in die Auswertung mit einbezogen.

Aufgrund der Untersuchungsergebnisse zum Erzbergwerk Rammelsberg sind noch kleinere Nachuntersuchungen geplant, um bestehende Hypothesen zu bekräftigen. Eine größere Rolle wird dabei die Anbindung der Ausgrabung „Altes Lager“ einnehmen.

Anmerkungen

- 1 Malek et al. 2020.
- 2 Ebd.
- 3 Ebd., S. 4.
- 4 Ebd., S. 16-17.
- 5 Schmidt 1970, S.69 ff.
- 6 Siehe auch: ebd.
- 7 Hierzu beispielsweise Stadtarchiv Goslar, B 8693, Bergbau IV, 2 (Streitsachen), B 8694, Bergbau V (Streitsachen).
- 8 Urkundenbuch der Stadt Goslar und der in und bei Goslar belegenen geistlichen Stiftungen, hg. v. d. Historischen Kommission für die Provinz Sachsen, bearb. v. Georg Bode, 5 Bde., Halle/Berlin 1893-1922, Bd. 4, Nr. 684.
- 9 StadtA Goslar, Urk. d. Stadt Goslar Nr. 609.
- 10 StadtA Goslar, B 8690, Bergbau I, 2.
- 11 StadtA Goslar, Urk. d. Stadt Goslar Nr. 675-679.

- 12 „[...] et aquam de huiusmodi foveis per aqueductum subterraneum ad hoc antiquitas sub quibusdam testudinibus sitis factum extrahere et evacuare vellet et possit [...]“ „[...] sub testudinibus lapideis [...]“.
- 13 StadtA Goslar, Urkunden der Stadt Goslar Nr. 736.
- 14 Bornhardt 1931, S. 83.
- 15 StadtA Goslar, B 8700, Bergbau XI.
- 16 StadtA Goslar, Urk. d. Stadt Goslar Nr. 784, 785, 796.
- 17 „[...] tohalpe don tweygy wellen unde theyn voyder holtes dar to schulden we ome verdich maken de veltgroven myt eneme haspele und schullen de welve suveren laten so dat men dar sodanne Radescop also he to den kunsten behoeve inbringen moge [...]“ (StadtA Goslar, Urk. d. Stadt Goslar Nr. 784).
- 18 StadtA Goslar, B 8700, Bergbau XI.
- 19 StadtA Lüneburg, AA 10973.
- 20 StadtA Goslar, Urkunden der Stadt Goslar Nr. 863.
- 21 StadtA Goslar, Urkunden der Stadt Goslar Nr. 876.
- 22 StadtA Goslar, Urkunden der Stadt Goslar Nr. 882.
- 23 StadtA Goslar, B 8691, Bergbau II, 11 (sprachlich angepasst).
- 24 Ebd.
- 25 Hierzu vor allem Stadtarchiv Goslar, B 8692, Bergbau III, 1-3.
- 26 Stadtarchiv Goslar, B 8693, Bergbau IV, 2.
- 27 StadtA Goslar, Urkunden der Stadt Goslar Nr. 890, 898.
- 28 Bei ihm dürfte es sich wahrscheinlich um denselben Grymmer handeln, der wie oben erwähnt, mit Johann Pedick in Streit geriet.
- 29 StadtA Goslar, Urkunden der Stadt Goslar Nr. 903.
- 30 Bornhardt 1931, S. 117.
- 31 StadtA Goslar, B 6747.
- 32 Bornhardt 1931, S. 221.
- 33 Bonhoff 1928.
- 34 StadtA Goslar, Urkunden der Stadt Goslar Nr. 992.
- 35 Fessner u. a. 2002, S. 163; Liessmann 2010, S. 99, 145.
- 36 Adlung, Straßburger 2009, S. 91.
- 37 Vgl. Ebd.; Bari/Fluck 1983.
- 38 Stelling 1993, S. 135-137.
- 39 Ebd., S. 137.
- 40 Liessmann 2010, S. 167.
- 41 Schröder 2015, S. 82.
- 42 Ebd., S. 84 und 134.
- 43 Vgl. Peine/Knepp 2014, S. 17. Die Autoren danken Dr. Manuel Zeiler, LWL-Archäologie für Westfalen, für den Hinweis.
- 44 Bornhardt 1931, S. 45.
- 45 Z. B. Bartels 2001, Abb. S. 54, 55; Fessner u. a. 2002, S. 163.
- 46 Schröder 2015, S. 146, Abb. 154.
- 47 Adlung/Straßburger 2009, S. 88.
- 48 Siehe Bornhardt 1931, S. 45.
- 49 Bornhardt 1931, S. 191; Kraschewski 2002, S. 90.
- 50 Vgl. u. a. Bari/Fluck 1980.
- 51 Liessmann 2010, S. 100, Abb. 5.33.
- 52 Adlung/Straßburger 2009, S. 93.
- 53 Malek u. a. 2020, S. 17.
- 54 Borchers 1849; Borchers 1850.
- 55 Farrenkopf 2016, S. 247.
- 56 vgl. Malek et al. 2020.
- 1850 Weitere Versuche und Erfahrungen in Bezug auf modellarische Darstellung von complicirten Grubenbauen, in: Der Bergwerksfreund, Bd. XIII, Nr. 37, Eisleben, 29. Mai 1850, S. 577 ff.
- BORNHARDT, Wilhelm:
1932 Geschichte des Rammelsberger Bergbaues von seiner Aufnahme bis zur Neuzeit (Archiv für Lagerstättenforschung, H. 52), Berlin 1932
- FARRENKOPF, Michael:
2016 Das Anschauungsbergwerk als dioramatische Großszenierung, in: Gall, Alexander/Trischler, Helmuth (Hg.): Szenarien und Illusion – Geschichte, Varianten und Potenziale von Museumsdioramen, Göttingen 2016. S. 239-266
- FESSNER, Michael/FRIEDRICH, Angelika/BARTELS, Christoph:
2002 „gründliche Abbildung des uralten Bergwerks“. Eine virtuelle Reise durch den historischen Harzbergbau (Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum, Bd. 107 = Montanregion Harz, Bd. 3), Bochum 2002
- KRASCHEWSKI, Hans-Joachim:
2002 Betriebsablauf und Arbeitsverfassung des Goslarer Bergbaus am Rammelsberg vom 16. bis zum 18. Jahrhundert (Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum, Bd. 115 = Montanregion Harz, Bd. 5), Bochum 2002
- LIESSMANN, Wilfried:
2010 Historischer Bergbau im Harz, 3. Aufl. Heidelberg 2010
- MALEK, Katharina/DETTMER, Hans-Georg/HANNEMANN, Wilhelm/SCHMIDT-HÄNDEL, Astrid/DRECHSLER Georg/MEYER Jessica:
2020 Neue Forschungen zum Rammelsberg im Rahmen des Vorhabens „Altbergbau3D. Ein interdisziplinäres Projekt zur Erforschung des montanhistorischen Erbes im Harz“, in: Der Anschnitt 72 (2020), S. 2-18
- PEINE, Hans-Wilhelm/KNEPPE, Cornelia:
2014 Der Desenberg bei Warburg-Daseburg, Kreis Höxter (Frühe Burgen in Westfalen, Bd. 16), 2. Aufl. Münster 2014
- SCHMIDT, Ursula:
1970 Die Bedeutung des Fremdkapitals im Goslarer Bergbau um 1500 (Beiträge zur Geschichte der Stadt Goslar, H. 27), Goslar 1970
- SCHRÖDER, Frank:
2015 Die monotonarchäologischen Ausgrabung in Niederpöbel (2011-2013). Befunde und Ergebnisse, in: Montanarchäologie im Osterzgebirge, Archaeomontan 15, Dresden 2015, S. 23-150
- STELLING, Wilhelm:
1993 Der Tiefe Julius Fortunatus – Stollen am Rammelsberg. Geschichte und markscheiderische Dokumentation, in: Der Anschnitt 45 (1993), S. 132-143

Anschriften der Verfasserinnen und Verfasser

Dr. Katharina Malek
Georg Drechsler M.A.
Niedersächsisches Landesamt für Denkmalpflege
Arbeitsstelle Montanarchäologie
Bergtal 18
38640 Goslar

Dipl.-Inf. Wilhelm Hannemann
T. Schäfer
Technische Universität Clausthal
Institut für Geotechnik und Markscheidewesen
Erzstraße 18
38678 Clausthal-Zellerfeld

Dr. Hans-Georg Dettmer
Dr. Astrid Schmidt-Händel
Weltkulturerbe Rammelsberg Museum & Besucherbergwerk
Bergtal 19
38640 Goslar

Bibliografie

- ADLUNG, Stephan/STRABBURGER, Martin:
2009 Dating of Mine gallery profiles; a contribution to typo-chronology in mining archaeology, in: Silvertant, J. (Ed.): Recognition, investigation and preservation of ancient mining relics. 4th international symposium on archaeological Mining History, Maastricht/Reichelsheim 2009, S. 81-107
- BARTELS, Christoph:
2001 Die Geschichte des Bergbaus am Rammelsberg. Ein Überblick, in: Roseneck, Reinhard (Hg.): Der Rammelsberg. Tausend Jahre Mensch – Natur – Technik 1, Goslar 2001, S. 44-83.
- BARI, Henry/FLUCK, Pierre:
1983 Reflexion sur l'architecture des travauxminierseffectuesavant l'usage de la poudre, in: Benoit, P./Brunastein, Ph (Ed.): Mines, carrières et métallurgie dans le France médiévale. Actes du colloque de Paris 19, 20, 21 Jun. 1980, Paris 1983, S. 319-328
- BONHOFF, Friedrich:
1928 Goslarer Schoßregister von 1501, Hamburg 1928
- BORCHERS, Eduard:
1849 Neue Darstellungsweise von complicierten Grubenbauen auf mächtigen Gängen und Gangzügen, in: Der Bergwerksfreund, Bd. XII, Nr. 49, Eisleben, 28. Februar 1849, S. 769 ff.