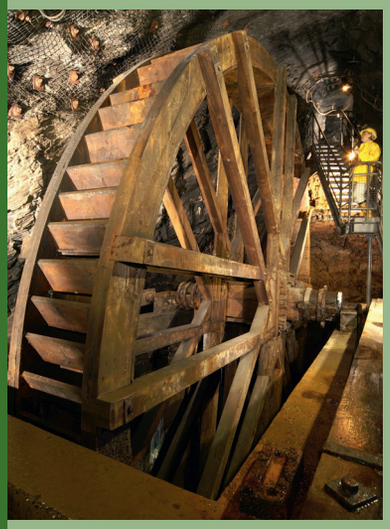
ISBN 978-3-86944-203-7

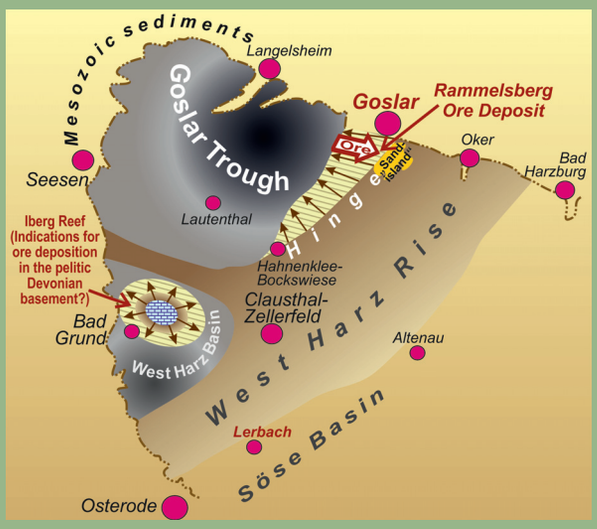
EDGG

DGGV
Deutsche Geologische Gesellschaft
Geologische Vereinigung

2020 . Heft 265

Exkursionsführer und Veröffentlichungen der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften





Das reichste Erz – im UNESCO-Weltkulturerbe Rammelsberg

48. Treffen des Arbeitskreises Bergbaufolgen der Deutschen Geologischen Gesellschaft – Geologische Vereinigung

10. – 12. September 2020 in Goslar

2020 . Heft 265
Das reichste Erz – im UNESCO-Weltkulturerbe Rammelsberg

Exkursionsführer und Veröffentlichungen der
Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften
Heft 265

Klaus Stedingk, Katrin Kleeberg & Johannes Großewinkelmann (Hrsg.)

Das reichste Erz – im UNESCO-Weltkulturerbe Rammelsberg

Tagungspublikation

zum 48. Treffen des Arbeitskreises Bergbaufolgen

der Deutschen Geologischen Gesellschaft –

Geologische Vereinigung

10. – 12. September 2020 am Rammelsberg/Harz

Exkurs.f. u. Veröfftl.	Berlin	265 (2020)	Insges. 196 S., 175 Abb., 15 Tab., 2 Taf.

Malek, K. & Drechsler, G. (2020): Alte Risse – Airborne Laserscanning – Archäologie unter Tage. Neue Forschungen zum Erzbergwerk Rammelsberg. – In: Stedingk, K., Kleeberg, K. & Großewinkelmann, J. (Hrsg.): Das reichste Erz – im UNESCO-Weltkulturerbe Rammelsberg. – Exkurs.f. und Veröfftl. DGG, 265: S. 79-91, 21 Abb.; Berlin.

Alte Risse – Airborne Laserscanning – Archäologie unter Tage. Neue Forschungen zum Erzbergwerk Rammelsberg

Katharina Malek & Georg Drechsler

Niedersächsisches Amt für Denkmalpflege, Montanarchäologie, Bergtal 18, D-38640 Goslar, katharina.malek@nld.niedersachsen.de, georg.drechsler@nld.niedersachsen.de

Zusammenfassung

Der Beginn des Bergbaus am Rammelsberg kann nach neuesten Erkenntnissen der Montanarchäologie durch Metallanalysen bis in die Bronzezeit zurückdatiert werden. Da das Grubengebäude des Rammelsberges selbst jedoch bergbauarchäologisch bisher nicht genauer untersucht worden ist, werden im interdisziplinären Verbundprojekt „Altbergbau 3D“ ausgewählte Grubenräume des Rammelsberges mit modernen Methoden und unter Nutzung historischer Quellen erforscht sowie ausgewählte historischen Bergbaumodelle digitalisiert.

Summary

According to the latest findings of mining archaeology, using metalanalyses the beginning of mining at Rammelsberg can be predated to the Bronze Age. Since the Rammelsberg mine itself however has not yet been examined closer, in the joint interdisciplinary project „Altbergbau 3D“ selected under workings are being examined with modern methods and using historic sources, with selected historic mining models being digitalised.

Die archäologische Erforschung der Gewinnung und Verarbeitung von Pigmenten, Gesteinen und Erzen sowie die daraus entstehenden Auswirkungen auf den Menschen und seine Umwelt sind für das Verständnis der Menschheitsgeschichte grundlegend. Auch wenn schon im 19. Jh. – lange bevor die Montanarchäologie als der Archäologiezweig, der sich genau diesem Thema widmet definiert wurde – deutschlandweit Untersuchungen mit bergbauarchäologischer Ausrichtung stattfanden, rückte sie erst seit den 1970er Jahren verstärkt in den wissenschaftlichen Fokus (ausführlich: Stöllner 2012; zusammenfassend: Malek & Zeiler 2019). Zeitlich betrachtet umfasst die Montanarchäologie einen langen Zeitraum von der Altsteinzeit bis einschließlich der Industrialisierung. Für die frühen Jahrtausende kann sie dabei nicht auf schriftliche Quellen zum Bergbau und Verhüttung zurückgreifen, sondern arbeitet mit archäologischen Methoden. Dies ändert sich mit den letzten Jahrhunderten, in denen schriftliche Zeugnisse immer dichter werden und archäologische sowie historische Auswertungen miteinander kombiniert werden können. Was die Montanarchäologie jedoch für alle Zeiträume kennzeichnet, ist die konsequente Einbeziehung von Natur- und Ingenieurwissenschaften, ohne die eine moderne Altbergbauforschung nicht adäquat geleistet werden könnte.

Die bergbauarchäologischen Anfänge im Westharz sind eng mit dem Namen Walther Nowothnigs aus dem Niedersächsisches Landesmuseum Hannover verbunden, der nach dem 2. Weltkrieg wirkte. Ihm gelang es aus unterschiedlichen Vorarbeiten und eigenen Felduntersuchungen eine erste Karte von Schmelzplätzen zusammenzustellen, die in Kombination mit Siedlungen und Burgen bereits Rückschlüsse auf den Zusammenhang von Verhüttung und Siedlungsstruktur erlaubten (Nowothnig 1968, 1965). Ende der 1960er wurden die Arbeiten vom Siedlungsgeographen Dietrich Denecke von der Universität Göttingen aufgegriffen und durch die Einbeziehung der seit dem 13. Jh. verstärkt einsetzenden historischen Quellen ergänzt, was schließlich in der 1978 publizierten Karte der Oberharzer Hütten (Denecke 1978) mündete. Mit der Entdeckung von Düna 1981 und der Feststellung, dass dort entgegen der langläufigen Meinung bereits vor Christi Geburt Eisenerze vom Iberg bei Bad Grund und aus dem Lerbacher Revier bei Osterode a. H., Silbererz aus den Oberharzer Gängen spätestens seit dem 2./3. Jh. n. Chr. und das Rammelsberger Kupfererz seit dem 3. Jh. n. Chr. verhüttet wurden – also viel früher als anhand der schriftlichen Überlieferung gedacht – ist schließlich die Bergbauarchäologie durch die Einrichtung der Arbeitsstelle Montanarchäologie 1992 als Außenstelle des Niedersächsischen Landesamtes für Denkmalpflege mit Lothar Klappauf und Friedrich-Albert Linke institutionalisiert worden (Klappauf 1989). Die wegweisenden, interdisziplinären Forschungen widmeten sich schwerpunktmäßig allen Aspekten der Weiterverarbeitung von Erzen und den Auswirkungen auf Natur und Mensch (Bartels et al. 2007, Bartels & Klappauf 2012). Aber sie legten auch

Abb. 1: Lederschuh, Ausgrabung „Altes Lager" am Rammelsberg (Foto: Chr. Fuchs/NLD).

Abb. 2: Blick über die Ausgrabung „Altes Lager" am Rammelsberg (Foto: NLD-Arbeitsstelle Montanarchäologie).

einen Grundstein für die weitere Erforschung der polymetallischen Lagerstätten im Harz während der Urgeschichte (ausführlicher: Malek 2017).

Im Hinblick auf den Bergbau am Rammelsberg wurden zwei Dinge deutlich: Angefangen mit den Ergebnissen in Düna, ergänzt durch weitere Metallanalysen an Bronzeobjekten, konnte der Bergbau auf Kupfer wohl bis in die Bronzezeit zurückdatiert werden. Der zufällige Anschnitt der Jahrtausende alten Verfüllung des ausgeerzten, ursprünglich an die Oberfläche ausbeißenden Alten Lagers durch den modernen Tagebau der Schiefermühle, deckte mit dem häufig beschriebenen, herauserodierten Lederschuh (Abb. 1) aus dem 11. Jh. (Klappauf & Malek 2017) den bis dato innerhalb der Wissenschaftsgemeinschaft für nicht möglich gehaltenen „Alten Mann" auf (Abb. 2). Die dort zwischen 2010 und 2016 durchgeführten Ausgrabungen erbrachten hervorragend erhaltene Holzbefunde, zu denen nicht nur ein befestigter Werkplatz mit zahllosen Beilspänen und bearbeiteten Holzbalken zählten, sondern auch ein Stollen, von dem die Firste auf Türstöcken und der seitliche Verbau mit massiven Eichenbohlen angetroffen wurden. Den naturwissenschaftlichen Datierungen zur Folge war er zwischen 1300 bis 1500 in Benutzung. Von besonderer Bedeutung ist auch die Vielzahl an textilen und ledernen Resten, die von kleinen Stoff- und Filzfragmenten bis hin zu einzelnen Ärmeln bzw. Hosenbeinen (Abb. 3) einen Einblick in spätmittelalterliche Arbeitskleidung erlauben (Malek & Schaarschmidt 2019). Doch bevor weitere Untersuchungen am Fundplatz „Altes Lager" stattfinden können, wo bis zur Sohle des Tagebaus noch ein Schichtpaket von ca. 9 m ergraben werden muss, müssen die untersuchten Befunde und Funde umfassend ausgewertet und in Bezug zum Grubengebäude des Rammelsberges gesetzt werden (Klappauf & Malek i.V.).

Aus Sicht der Montanarchäologie stellt das Grubengebäude des Rammelsberges jedoch ein Forschungsdesiderat dar. Es ist bergbauarchäologisch noch nicht genauer untersucht worden. Auch wenn relativ klar scheint, dass die wenigen, heute noch zugänglichen Bereiche mehrheitlich in einen spätmittelalterlich bis frühneuzeitlichen Kontext gehören und daher recht gut über schriftliche Quellen erschlossen werden können, ersetzt dies keine archäologische Befundaufnahme. Eine solche dient nicht nur der Dokumentation des Istzustandes, sondern erlaubt vor allem aus einer Vielzahl von Detailbeobachtungen die Montangeschichte um weitere Aspekte zu erweitern.

Dieses Desiderat, zusammen mit einem Zuwachs an neuen Informationen seit der grundlegenden Arbeit von Wilhelm Bornhardt (1931) über die Geschichte des Rammelsberges, sowie neue technische Möglichkeiten führten schließlich 2017 zu einer gemeinsamen Antragstellung beim Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). Dies erfolgte im Verbund durch die Arbeitsstelle Montanarchäologie des Niedersächsischen Landesamtes für Denkmal-

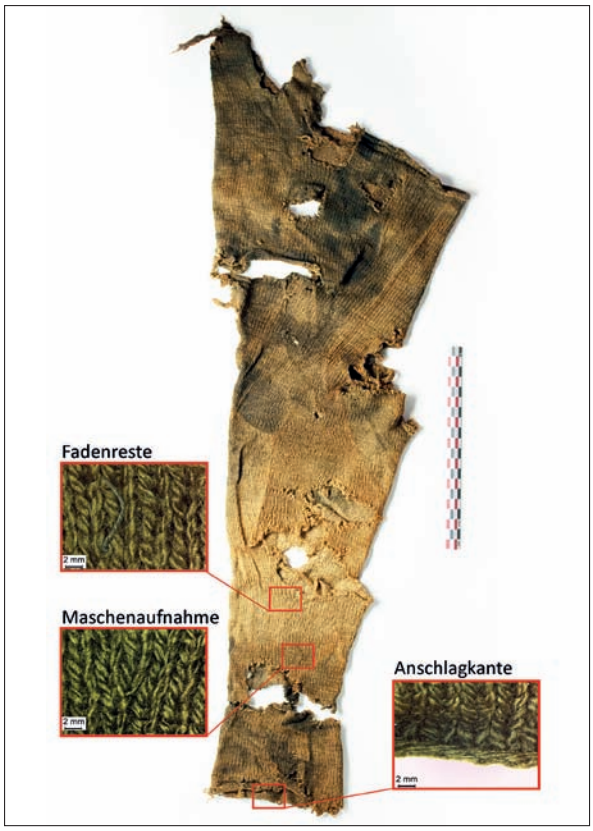


Abb. 3: Ärmel bzw. Hosenbein, Wolle, Ausgrabung „Altes Lager" am Rammelsberg (Foto: D. Schaarschmidt/NLD).

pflege, das Weltkulturerbe Rammelsberg – Museum & Besucherbergwerk und das Institut für Geotechnik und Markscheidewesen der Technischen Universität Clausthal. Die Verbundpartner werden zudem durch die Stiftung Welterbe im Harz und, als Alteigentümerin, durch die Bergbau Goslar GmbH unterstützt. Das 2018 im Rahmen der „e-Heritage"-Richtlinie für drei Jahre bewilligte Verbundprojekt „Altbergbau 3D. Ein interdisziplinäres Projekt zur Erforschung des montanhistorischen Erbes im Harz" hat zum Ziel, ausgewählte Grubenräume des Rammelsberges (Abb. 4) zu erforschen und eine Auswahl der historischen Bergbaumodelle zu digitalisieren (Malek et al. 2020, nähere Informationen: www.altbergbau3D.de).

An neuen technischen Möglichkeiten steht der Montanarchäologie im übertägigen Bereich heute das Airborne Laserscanning zur Verfügung (ausführlich: Malek 2018 mit weiterführender Literatur). Es handelt sich dabei um eine flugzeuggestützte Fernerkundung, bei der mittels Laserstrahl die Erdoberfläche abgetastet wird. Die auf diese Weise entstandenen 3D-Daten werden nach Hoch- und Bodenpunkten klassifiziert, aus denen ein Digitales Oberflächenmodell (DOM) bzw. ein Digitales Geländemodell (DGM) gerechnet werden können. In bewaldeten Gebieten ist insbesondere das DGM von großem Vorteil, weil es Geländestrukturen sichtbar

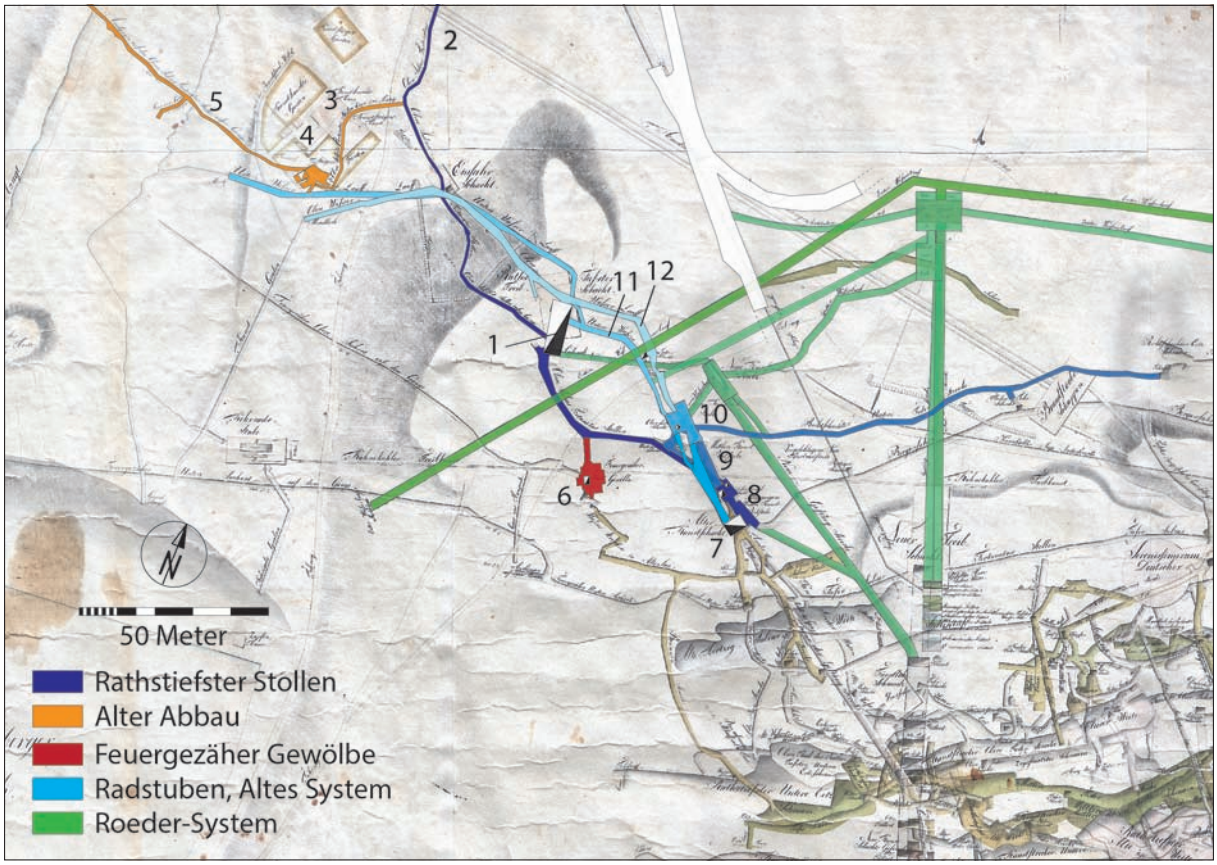


Abb. 4: Die Grubenräume im Detail im Grundriss von F. H. Spörer, 1791. 1 Rathstiefster Schacht, 2 Rathstiefster Stollen, 3 Querschlag zu 4 Alter Abbau, 5 Herzberger Suchort, 6 Feuergezäher Gewölbe, 7 Alter Kunstschacht, 8 Untere Radstube, 9 Mittlere Radstube, 10 Obere Radstube, 11 Unterer Wasserlauf, 12 Oberer Wasserlauf (Bearbeitung: G. Drechsler/NLD).

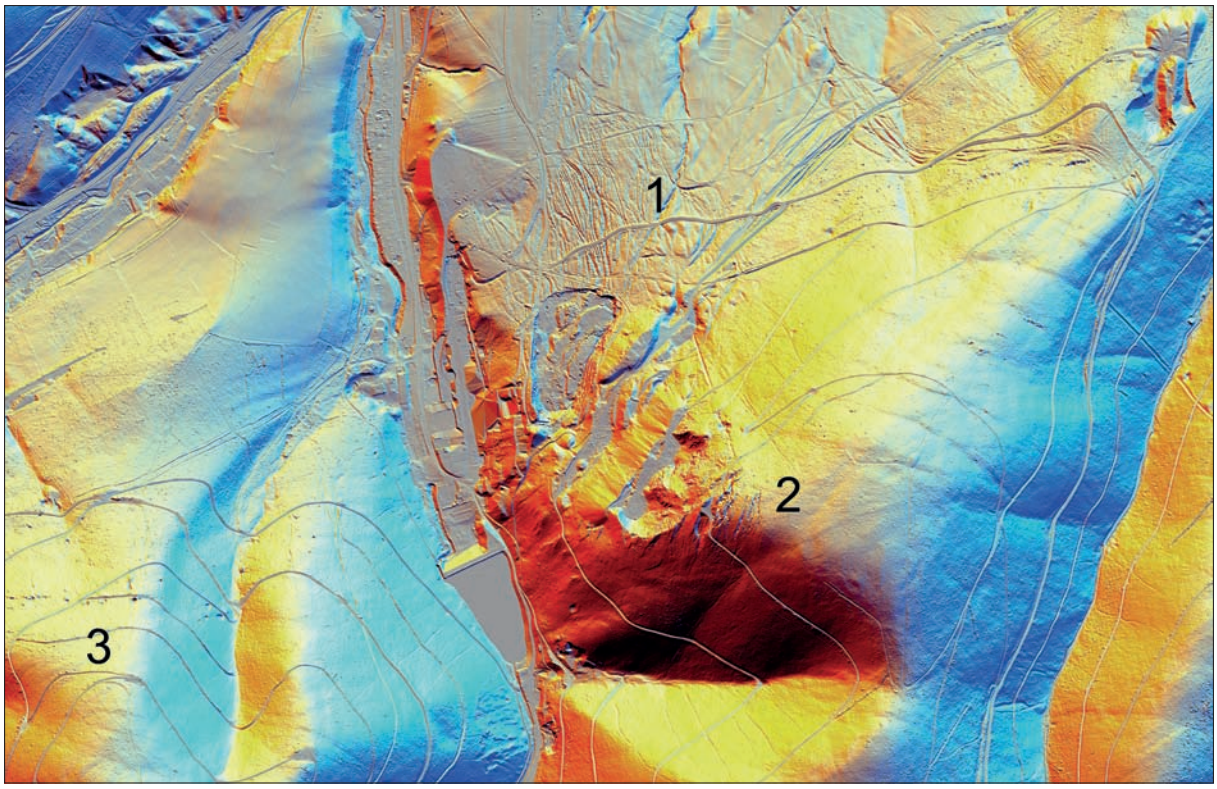


Abb. 5: Digitales Geländemodell des Rammelsberges mit seiner Umgebung, Maßstab 1 : 6.000 (LGLN/NLD).

macht, die im Luftbild aufgrund des durch Bäume „versperrten“ Blickes nicht erkannt werden würden (Abb. 5 und Abb. 6). Zudem erlaubt es die Erfassung von Geländeanomalien, die vor Ort für das menschliche Auge nicht wahrnehmbar sind. Das Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Niedersachsen (LGLN) führt diese Befliegung im regelmäßigen Turnus durch. Für den Harz liegen mittlerweile Daten aus zwei Befliegungen vor. Sie sind im Hinblick auf die gesamte Harzer Denkmallandschaft von Interesse, weil sie gut die Veränderungen dokumentieren.

Das digitale Geländemodell des Rammelsberges (vgl. Abb. 5) gibt im Vergleich zum Orthofoto (vgl. Abb. 6) einen guten Gesamtüberblick über die Geländeverhältnisse. Besonders auffallend sind dabei zahllose Hohlwege (vgl. Abb. 5, Ziffer 1), die vom Transport des abgebauten Erzes zeugen. Einige von denen sind auch noch heute im Gelände direkt sichtbar. Das DGM zeigt aber auch diejenigen Hohlwege an, die vor Ort nicht so gut erhalten und damit nicht genügend erkennbar sind. Zudem stechen die Spalten auf der Kuppe des Rammelsberges (vgl. Abb. 5, Ziffer 2) hervor, die durch Instabilitäten aufgrund der wohl im Mittelalter entstandenen, nicht verfüllten Untertageabbaue hervorgerufen wurden. Es sei noch erwähnt, dass sich am gegenüberliegenden Herzberg ein Pingenzug (vgl. Abb. 5, Ziffer 3) gut abzeichnet.

Das DGM des Rammelsbergers in einem kleineren Maßstab, d.h. höher aufgelöst, bringt hingegen zahlreiche kleine Anomalien zum Vorschein, die hauptsächlich mit den Bergbauaktivitäten zu tun haben. Aus archäologischer, aber auch aus denkmalpflegerischer Sicht stellt sich die Frage, um welche Überbleibsel von Schächten, Halden etc. es sich dabei handelt und welchen Zeitstufen sie zugeordnet werden können. Unbestritten ist, dass hierfür das seit dem 16. Jh. begonnene umfängliche Risswerk eine enorme Hilfe darstellt. Daher wurden im Rahmen des Altbergbau 3D-Projektes etwa 400 Grubenrisse, die sich in den Beständen der Bergbau Goslar GmbH befunden haben, gesichtet. Sie stammen aus unterschiedlichen Zeiten und dokumentieren die historische Situation des Bergwerks über- und untertage. Neben einigen Generalrissen, die das gesamte offenstehende Grubengebäude zeigen, existieren zahlreiche Risse, die für einen speziellen Zweck, wie z.B. die Wasser- oder Wetterführung, angefertigt wurden. Sie sind auf der einen Seiten sehr detailliert, auf der anderen dienen sie jedoch einen bestimmten Zweck und bilden daher nur die für einzelne Fragestellung erforderlichen Informationen ab. Aus den 400 Rissen sind für das Projekt schließlich 50 relevante Risse herausgearbeitet und digitalisiert worden. Im Anschluss erfolgte im Geoinformationssystem die Georeferenzierung jedes einzelnen Risses auf der Grundlage des DGM. Im GIS liegen somit alle Informationen zusammen und genau verortet vor, was eine erhebliche Arbeitserleichterung darstellt. Dadurch wurde es zum erstmal möglich, Geländestrukturen, die bis

Abb. 6: Senkrechtaufnahme des Rammelsberges mit seiner Umgebung (LGLN/NLD).

dato einfach angenommen oder vermutet worden sind, eindeutig bestimmten Anlagen zuzuordnen und gesichert anzusprechen. Zudem kann auch die Namenhistorie nachvollzogen werden, die wiederum das Verstehen der schriftlichen Quellen vereinfacht. Die Auswertung dieser Datensammlung ist noch nicht abgeschlossen.

Der älteste Riss, der hier Eingang gefunden hat, ist der „GrundRiß Des Itzigen Bergbauws im Rammelsberg“ von Jochim Christoph Buchholtz von 1680 (Abb. 7). Er zeigt eine Mischung aus Ansichten der obertägigen Anlagen und der Umwelt sowie des untertägigen Streckennetzes. Es entsteht eine Mischung aus dem zweidimensionalen Streckennetz und der dreidimensionalen Ansicht der Tagesanlagen. Auch wenn im unteren Bereich ein Lachtermaßstab abgebildet ist, erzeugte die künstlerische Darstellung der Tagesanlagen den Eindruck, es handele sich um nicht um einen markscheiderischen Riss, sondern eher um eine Ansicht. Auf dem jüngeren „Grundt Riß des Itzigen Rammelsbergschen Bergbaues“ von Johann Just Schreiber von 1712 ist der markscheiderische Anspruch bereits durch eingetragene Vermessungspunkte in den Strecken eindeutig erkennbar (Abb. 8). Ansichtsdarstellungen sind noch vorhanden, treten jedoch in den Hintergrund. Bemerkenswert ist ein umfassender zugehöriger Bericht des Markscheiders zu vielen Grubenbereichen. Aus der Zeit, in der das Rödersche Wasserhaltungssystem geplant und umgesetzt wurde, stammt der „General-Grund-Riss vom Rammelsbergischen Grubenbau“ von F. H. Spörer, das 1791 bis 1792 erstellt und 1795 nachgetragen wurde (Abb. 9). Im Gegensatz zu den beiden vorherigen Rissen bildet er strikt die Grundrissebene ab und verzichtet auf die malerischen Ansichten der Vorgänger. Durch das Übereinanderlegen dieser drei Risse auf dem DGM bestätigte sich, dass der älteste Riss tatsächlich eine maßgetreue Abbildung der Strecken liefert. Dies war eine Überraschung und hat entsprechend Konsequenzen für die historische Bewertung, weil die Sicherheit in der Ansprache jetzt gewährleistet ist.

Abb. 7: Generalriss von Buchholtz, 1680 (BGG-Archiv/Digitalisierung: NLD).

Abb. 8: Generalriss von Schreiber, 1712 (BGG-Archiv/Digitalisierung: NLD).

Die Verknüpfung von Rissen mit dem DGM erlaubt auch die chronologische Rekonstruktion der Geländeentwicklung. Beispielsweise befindet sich etwa 55 m nordwestlich der Ausgrabung am Alten Lager eine Mulde, die im DGM deutlich aus der terrassierten Böschung der Schiefermühle hervorsticht (Abb. 10). Aufgrund der Nähe zur Ausgrabung musste der Zusammenhang überprüft und geklärt werden, ob es sich tatsächlich um eine Pinge handelt. Da die Böschung gefährlich steil ist, sind genauere Untersuchungen, die über eine Besichtigung aus größerem Abstand hinausgehen, nicht möglich. Auf einem jungen Riss, der vor 1921 datiert, ist die Struktur als ehemaliger „Wetterhochbruch n. Übertage“ (Abb. 10.3) eingetragen. Die Risse der 1810er Jahre (Abb. 10.4) zeigen in dem Bereich die Halden des Mittleren Richtschachter Tageschachtes an, während in einem Riss von 1710 wiederum der „Mittlere alte Richtschachter Tag Schacht“ (Abb. 10.5) verzeichnet ist. Im Buchholtz-Riss von 1680 sind in diesem Bereich keinerlei Hinweise vermerkt.

Bei der Erforschung unter Tage liefern die Risse durch ihre genaue Verortung Hinweise, an welchen Stellen bestimm-

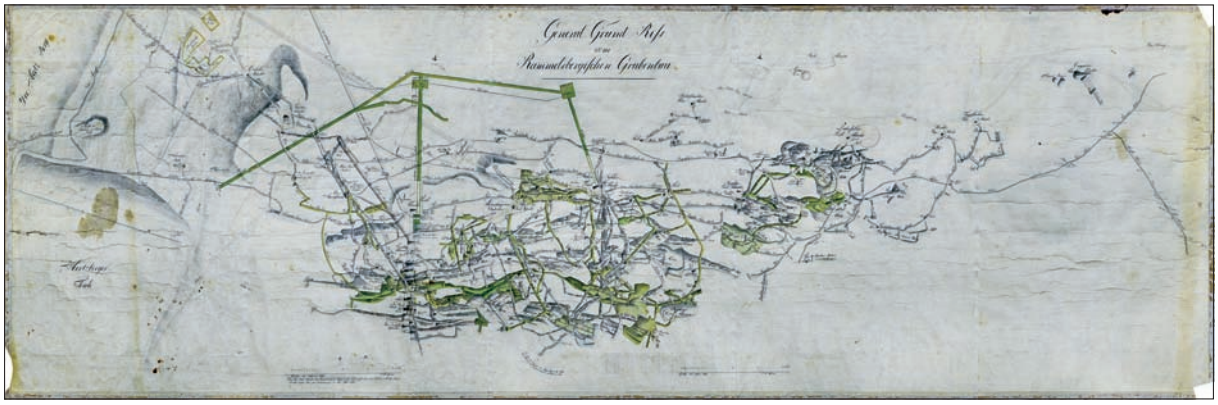


Abb. 9: Generalriss von Spörer, 1791 (BGG-Archiv/Digitalisierung: NLD).

te Merkmale zu erwarten sind oder ihrer Erklärung dienen. Durch die allgegenwärtigen Versatzmassen sind kleine Merkmale aber auch ganze Strecken nur durch eine genaue Untersuchung zu lokalisieren. Die erschwerten Arbeitsbedingungen unter Tage sorgen für eine schlechte Erkennbarkeit. Wenn jedoch von den Rissen her bereits Hinweise ausgemacht werden konnten, ist es leichter, vorhandene Merkmale aufzufinden, auch wenn sie teilweise oder fast vollständig verändert oder überprägt wurden. In diesem Zusammenhang spielt eine weitere technische Neuerung eine große Rolle.

Besonders wichtig für das Verstehen der komplexen Hohlräume, der in ihnen liegenden Einbauten und ihrer Beziehungen zueinander, ist die Möglichkeit diese von allen Seiten, von innen wie von außen und auch überblickend betrachten zu können. Daher ist eine dreidimensionale Dokumentation des Altbergbaus in der heutigen montanen Forschung der Standard. Wie wichtig die drei Dimensionen sind, wurde schon sehr früh erkannt. Bereits im 17. und 18. Jh. hatten die Markscheider in Schweden Versuche einer solchen Darstellung unternommen. Die so genannten „schwedischen Klapprisse“ – eine Kombination aus Grundriss (horizontal) und Seigerriss (vertikal) – suggerieren beim Aufklappen von Zeichnungsdetails den Blick in eine dritte Dimension. Die Anfertigung von Grubenmodellen im 18. und 19. Jh., von denen einige im Rahmen des Altbergbau3D-Projektes digitalisiert werden, diente den Bergbauverantwortlichen als Orientierung, gerade bei der Planung untertägiger Großprojekte aber auch in der Ausbildung von Studenten der Montanfächer. Heute wird für die dreidimensionale Erfassung der Grubenräume in der Regel die Structure-from-Motion-Photogrammetrie verwendet (Hannemann et al. 2012). Diese Methode stammt ursprünglich aus dem Bereich der Computer Vision bzw. dem maschinellen Sehen. Dabei wird eine Vielzahl von überlappenden Fotoaufnahmen aus unterschiedlichen Richtungen gemacht. Grundsätzlich kann jede Digitalkamera verwendet werden, in schwer zugänglichen Bereichen kann auch eine GoPro Kamera zum Einsatz kommen. Durch diese Freihändigkeit können wesentlich einfacher als beispielsweise beim terrestrischen Laserscannig verdeckte und sich überlappende Bereiche erfasst werden. Eine spätere Ergänzung um weiteres Bildmaterial ist relativ einfach möglich. Aus den unterschiedlichen Parallaxen der sich um den abzubildenden Bereich herumbewegenden Kamera kann schließlich die dreidimensionale Oberfläche des aufgenommenen Bereichs errechnet werden. Das Ergebnis ist ein hochwertiges Geometrie- und Texturmodell. Für eine genaue Verortung – auch mit Übertage – ist ein Anschluss an ein übergeordnetes Koordinatensystem notwendig. Um zusätzliche Vergleichswerte zur Absicherung des Ergebnisses

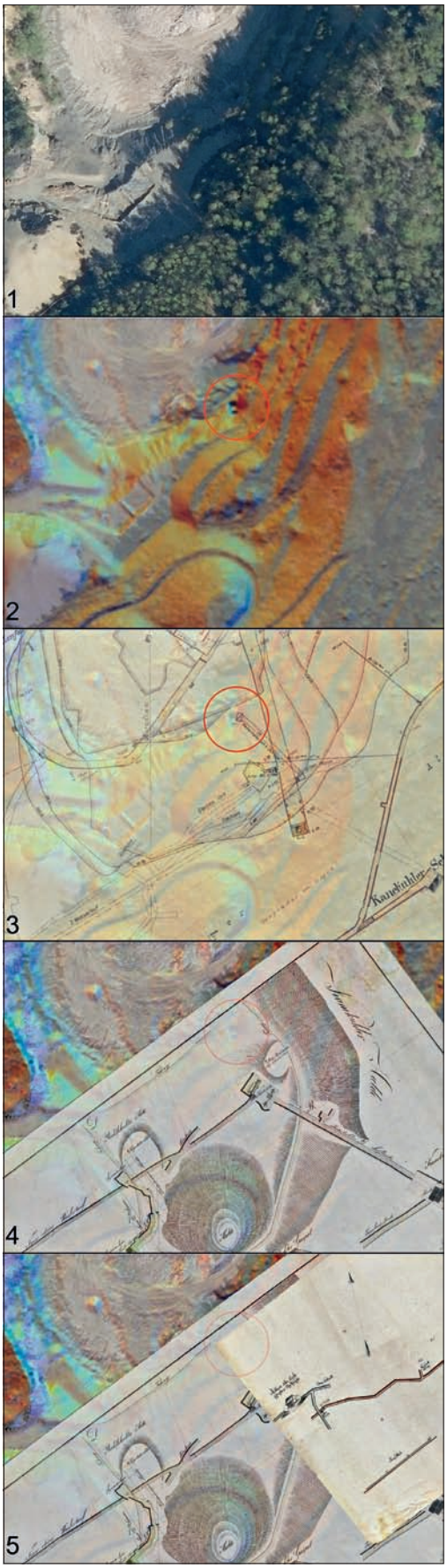


Abb. 10: evtl. Pinge „Wetterbruch“: 1 Orthofoto, 2 DGM, 3 Riss EBR-Tagesanlagen vor 1921, 4 Riss von Ahrend, 1817, 5 Riss von Schreiber 1791 (Rissgrundlage BGG-Archiv/Grafik: G. Drechsler).

zu erhalten, wurden im Rammelsberg vor der fotografischen Aufnahme Zielmarken untertage gesetzt. Da GPS untertage nicht funktioniert, erfolgten ihre Einmessung und der Anschluss mit einer klassischen markscheiderischen Methode. Damit kann das erstellte 3D-Modell der ausgewählten Grubenräume verschnitten werden, z.B. mit dem DOM (Abb. 11).

Für die montanarchäologische Auswertung ist eine Kombination aus der Befundaufnahme untertage und der anschließenden Betrachtung im 3D-Modell wichtig. Durch die Möglichkeit von verschiedenen Betrachtungswinkeln werden Spuren erkennbar, die möglicherweise untertage übersehen wurden, genauso wie bestimmte Beziehungen von Strecken untereinander, die in ihrer Lage zueinander so besser beurteilt werden können.

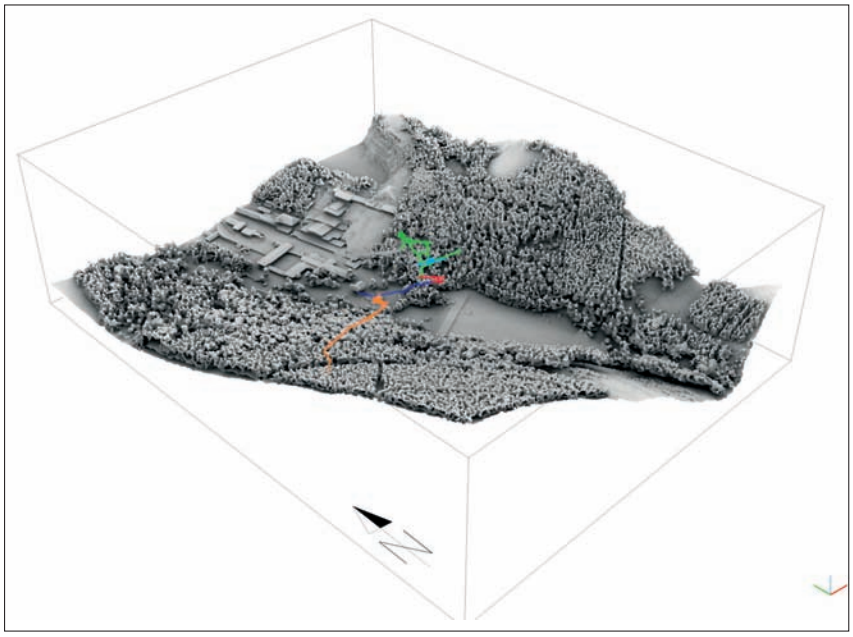


Abb. 11: Ausgewählte Grubenräume im Digitalen Oberflächen Modell (Grundlage DOM: LGLN/NLD, Grafik: W. Hannemann/ TU Clausthal & K. Malek/NLD).

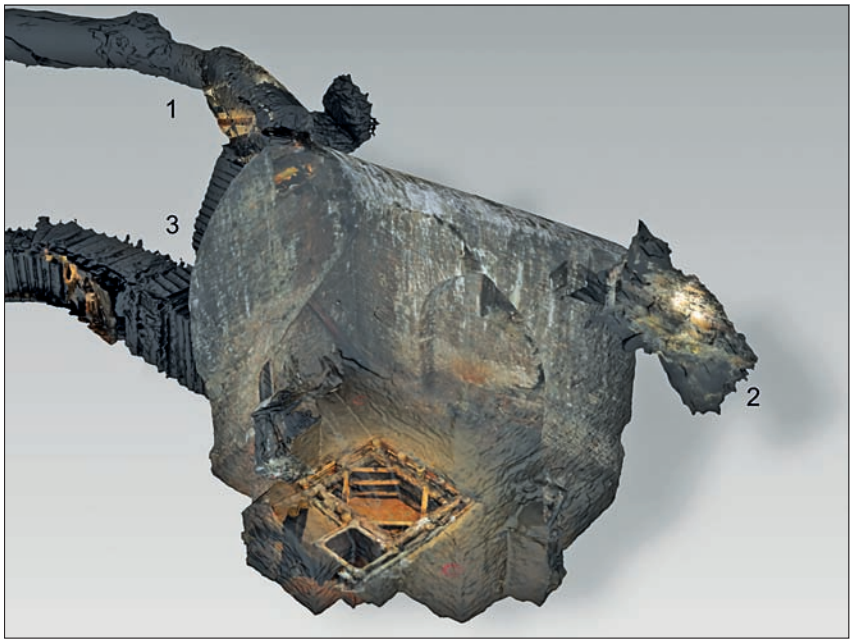


Abb. 12: Das Feuergezäher Gewölbe als Rendering des 3D-Modells: 1 Aufschlagwasserrösche nach Nordwesten, 2 Ehemalige Abflussrösche, modern in Vollschrot ausgebaut, 3 Unbekannte Strecke nach Südosten (Bearbeitung: W. Hannemann/TU Clausthal & G. Drechsler/NLD).

Einer der im Projekt behandelten Grubenräume ist das Feuergezäher Gewölbe (Abb. 12, vgl. auch Abb. 4, Ziffer 6). Es handelt sich dabei um eine Radstube, die wahrscheinlich im frühen 14. Jh. aufgefahren wurde (Bornhard 1931, 43-45). Das Gewölbe gilt als der älteste erhaltene ausgemauerte Grubenraum Europas, wobei unklar ist, von wann genau die Ausmauerung und die offensichtlich am Mauerwerk vorgenommenen Veränderungen stammen (Abb. 12). Die Radstube besitzt einen trapezförmigen Grundriss von 7,6 m Länge und 4,2 bis 4,9 m Breite. Sie ist nach oben mit einem spitzbogigen Tonnengewölbe abgeschlossen. In beiden Seitenwänden ist jeweils gegenüber eine große, spitzbogige Nische eingemauert. Hinzu kommen weitere Nischen, die als Auflager für eine Radwelle dienten sowie kleinere Nischen, die als Geleuchtnischen angesprochen werden können. In der Sohle findet sich der heute modern gesicherte Schacht, der rund 20 m in die Tiefe ging und als ältester Kunstschacht des Rammelsberges gilt, der mit einer Bulgen- und später wohl einer Heinzenkunst bestückt war. In diese Radstube führt im Nordwesten unterhalb des Gewölbescheitels eine Rösche (Abb. 12, Ziffer 1). Sie ist heute zugänglich über einen modernen Schacht im Vollschrotausbau, der nach einem Versturz in den 2014er Jahren im Zuge des Sicherungsausbaus angelegt wurde. Die Strecke verläuft von ihrer Einmündung ins Feuergezäher Gewölbe im Südosten nach Nordwesten bis zu einem Versturz etwa 1,5 m

vom Rathstiefsten Schacht entfernt (vgl. Abb. 4, Ziffer 1). Die Strecke steigt zum Rathstiefsten Schacht hin an, was trotz der Sohlenverfüllung anhand der Firste nachvollziehbar ist. Im Grundriss ist der Verlauf unregelmäßig, nach Nordwesten teilweise annähernd geradlinig, nach Südosten kurvig. Angrenzend an das Feuergezäher Gewölbe ist die Strecke rundbogig ausgemauert. Die restliche Strecke zeigt stark unterschiedliche Querschnitte. Die Firste erscheint in der Regel abgeflacht und geht abschnittweise scharfkantig in die Stöße über. Diese sind teilweise seiger aus dem Gestein gebrochen oder verlaufen ganz oder teilweise den Kluftflächen des Gebirges folgend schräg in unterschiedlichen Abständen und Winkeln zueinander (Abb. 13). Die Sohle ist auf unbekannter Höhe verfüllt durch Sediment und Gebirgsbruch. Häufig liegen lose darüber große Bruchsteine, die von Ausbrüchen an Stößen und Firste stammen, was zum Teil die unregelmäßigen Oberflächen erklärt. Die Ausmauerung des gewölbten Abschnittes ist nicht mit der Nordwest-Wand des Feuergezäher Gewölbes verzahnt, was bedeutet, dass sie nachträglich angesetzt wurde. Die Art und Weise der Ausmauerung ist jedoch identisch, was für eine direkt anschließende Errichtung spricht. Die Strecke ist mit großer Wahrscheinlichkeit als Aufschlagwasserrösche für eine Kunst im Feuergezäher Gewölbe angelegt worden. Durch die 3D-Aufnahme der Strecke konnte der Verlauf bis fast zum Rathstiefsten Schacht nachvollzogen werden (Abb. 14). Da die Strecke weder auf den älteren noch den jüngeren Rissen abgebildet wurde, ist davon auszugehen, dass sie zu diesen Zeiten nicht mehr für den Betrieb der Grube notwendig war. Nachträgliche Veränderungen sind daher wenige zu erwarten, wenn auch nicht auszuschließen.

Abb. 13: Als Rösche identifizierte Strecke vom Rathstiefsten Schacht zum Feuergezäher Gewölbe. Blick nach Nordwesten auf den gewundenen Verlauf und den unregelmäßigen Querschnitt (Foto: G. Drechsler/NLD).

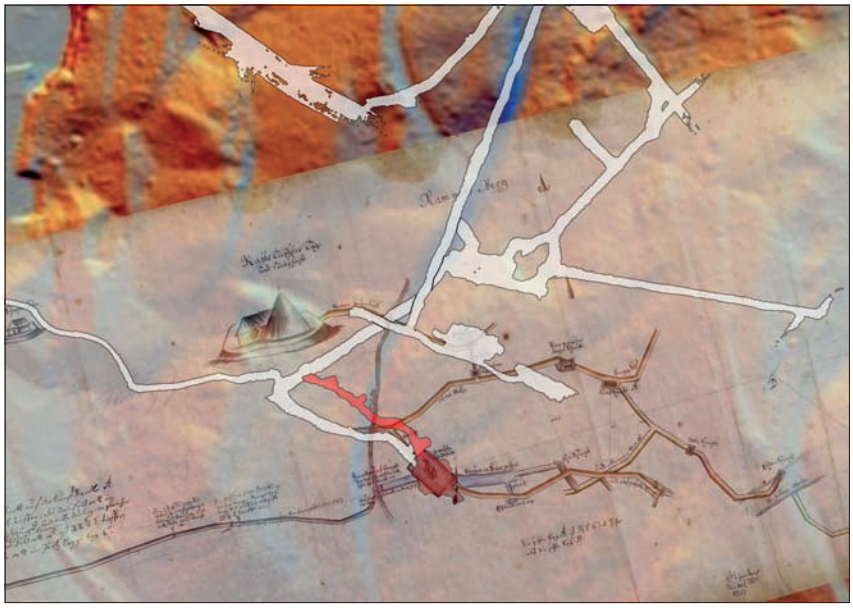


Abb. 14: Verlauf der Rösche zum Rathstiefsten Schacht. Miteinander verschnittene Informationen des 3D-Modells (weiß), des Feuergezäher Gewölbes (rot), des DGM (bunt) und des Risses von Schreiber 1707 (Grafik: G. Drechsler/NLD).

Gegenüber dieser Rösche befindet sich in der Südostwand unmittelbar unterhalb des Gewölbes eine gemauerte Aussparung, für die ursprünglich auch eine Funktion als Rösche vermutet wurde (Abb. 12, Ziffer 2). Hinter dieser Aussparung setzt eine Strecke an, die nach Südosten führt, aber nach nur 3 m versperrt ist. Die Sohle ist bis zur Unterkante der Aussparung in der Südostwand verfüllt und fällt nur leicht ab. Die Firste, die hinter der 1 m hohen Aussparung zunächst 1,50 m hoch ist, fällt hingegen stark ab (Abb. 15). Dadurch wird der Hohlraum nach Südosten hin immer flacher bis kein Durchgang mehr möglich ist. Nach der Engstelle nimmt die Verfüllung deutlich ab, weshalb zumindest der Blick in die Fortsetzung der Strecke möglich ist. Während der Südwest-Stoß

etwa 0,7 m grob geweitet wurde und rundlich in die Firste übergeht, ist der Nordost-Stoß ausgemauert. Die Mauerung ist mit der Südostwand des Feuergezäher Gewölbes verzahnt und daher in einem Zug entstanden. Zur Firste und nach Südosten hin setzt die Mauer direkt an den Felsen an. Die Strecke hinter der Öffnung an der Südost-Wand des Feuergezäher Gewölbes kann daher als Rösche für Aufschlagwasser ausgeschlossen werden, zumindest seit der Ausmauerung. Da die gemauerte Unterkante der Öffnung höher liegt als die rasch abfallende Firste der Strecke dahinter, ist eine Wasserführung zur Radstube hin ausgeschlossen. Welche Funktion diese Strecke hatte, bleibt weiterhin ein Forschungsgegenstand.

Abb. 15: Blick in die Südost-Öffnung unterhalb des Scheitels des Feuergezäher Gewölbes auf die schnell abfallende Firste der Strecke dahinter, welche eine Wasserzuführung ausschließt (Foto: G. Drechsler/NLD).

Einen weiteren Untersuchungsschwerpunkt stellt der Bereich um die Radstuben des Alten Wasserhaltungssystems dar, von denen heute nur noch die obere Radstube befahrbar ist (vgl. Abb. 4, Ziffern 8-10). Von Besonderem Interesse ist hier der Untere Wasserlauf (vgl. Abb. 4, Ziffer 11), der von einem Verbruch im Nordwesten bis in die Obere Radstube verläuft. Er stellt eine schmale, leicht gewundene Strecke dar. Zugänglich ist die Strecke heute vom Röderschen Wasserhaltungssystem über eine geradlinig angelegte Verbindungsstrecke, die etwa mittig auf den erhaltenen Bereich des Wasserlaufes trifft. Der Teil des Wasserlaufes der nach Nordwesten führt, weist einen anderen Querschnitt als der Teil nach Südwesten auf. Im Nordwesten ist er deutlich trapezförmig. Die Stöße haben einen Abstand von 1-1,37 m über der Sohle und laufen nach oben hin auf 0,45-0,54 m zusammen. Sie erscheinen grob und unregelmäßig ausgebrochen (Abb. 16). Nur in einem kleinen Bereich vor dem Verbruch ist der nordöstliche Stoß ebenmäßiger geschrämt. In diesem Bereich verlaufen entlang der Firste deutliche, tiefe Schrämspuren, die im Abstand von 2,5-3 cm akkurat parallel zueinander und zu den Stößen verlaufen. Der südöstliche Teil des Wasserlaufes ist deutlich schmaler, oberhalb der Sohle 0,9-1,15 m, unter der Firste 0,4-0,75 m (Abb. 17). Die Stöße haben kein einheitliches Profil und sind unterschiedlich gebogen. Sie sind unregelmäßig aber feinteiliger ausgebrochen als im Nordwesten. Der Übergang in die Firste ist unregelmäßig, meist rundlich ausgebrochen. Regelmäßige Schrämspuren sind nicht anzutreffen, nur einzelne grobe Risslinien. Der Verbruch im Nordwes-

Abb. 16: Unterer Wasserlauf nach Nordwesten mit trapezförmigem Profil und grob ausgebrochenen Stößen (Foto: G. Drechsler/NLD).

Abb. 17: Unterer Wasserlauf nach Südosten mit deutlich schmalerem Profil und glatteren Stößen (Foto: G. Drechsler/NLD).

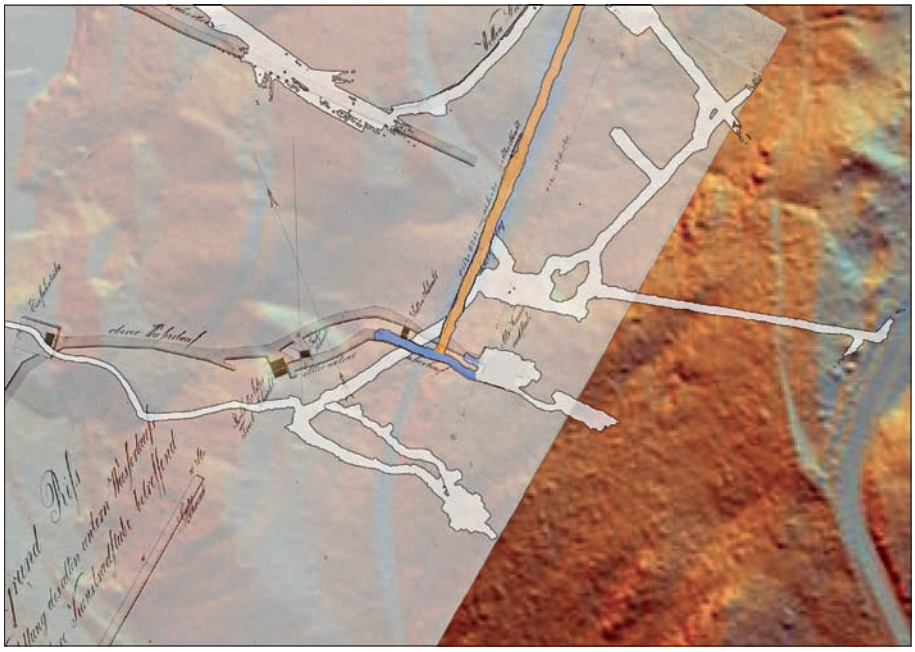


Abb. 18: Wasserläufe des Alten Systems. Miteinander verschnittene Informationen des 3D-Modells (weiß), des DGM (bunt), des unteren Wasserlaufs (blau), der Zugangsstrecke um 1820 (orange) und des Risses von Ahrend von 1819 (Grafik: G. Drechsler/NLD).

ten geschah in einem Bereich, der durch Türstöcke ausgebaut war, hinter denen nach Nord/Nordwest Verzugshölzer geklemmt waren. Einen Hinweis auf die Ursache des unterschiedlichen Streckenquerschnittes, liefert möglicherweise die heutige Zugangsstrecke (Abb. 18). Sie wurde 1816 geplant und um 1820 vom unteren Wasserlauf aus aufgefahren, was aus den Rissen hervorgeht (B278 Ahrend 1819; B291 Ahrend 1821) 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. Als Fazit kann der südöstliche Abschnitt des Unteren Wasserlaufes mit größerer Wahrscheinlichkeit als der ursprünglichere angesehen werden im Vergleich zum nordwestlichen Abschnitt. Dort sind allerdings noch hervorragend erhaltene Schrämmspuren zu erkennen (Abb. 19), die wohl den Nachriss unbeschadet überstanden haben. Denn in der 1820 aufgefahrenen Strecke wurde lückenlos durch das Schießen aufgefahren.

Der Obere Wasserlauf führt etwa 4 m oberhalb des Unteren Wasserlaufes von Nordwesten nach Südosten in die Obere Radstube. Bereits nach 3,5 m Länge von

Abb. 19: Gut erhaltene Schlägelspuren an der Firste des Unteren Wasserlaufs im nordwestlichen Bereich (Foto: G. Drechsler/NLD).

seinem Ansatz ist er durch eine Versatzsteinmauer versperrt. In diesem kurzen Verlauf weist er einen annähernd trapezförmigen Querschnitt mit leicht gebogenen Stößen, die von der 1 m breiten Sohle auf die 0,5 m breite Firste zulaufen. Auffällig ist die sehr ebenmäßige Ausarbeitung der Stöße, die zahlreiche Schrämspuren aufweisen (Abb. 20 und Abb. 21). Diese führen entgegengesetzt der Schieferung nach Nordwesten aus der Radkammer und zeigen die Auffahrung von ihr ausgehend in dieser Richtung. Im Vergleich mit dem vermutlich ursprünglich erhaltenen Abschnitt des Unteren Wasserlaufes, weist der Obere Wasserlauf eine größere Breite und eine exaktere Ausarbeitung auf. Dies weist auf eine unterschiedliche Auffahrungszeit hin, in der veränderte Ansprüche oder Techniken bestanden.

Anhand dieser kleinen Einblicke in die noch laufende Auswertung der archäologischen Untersuchungen kann gezeigt werden, dass die untertägig erfassten Hinweise neue Denkansätze zu den bestehenden Grundlagen von 1931 offenbaren. Trotz der jahrhundertelangen Nutzung des Grubengebäudes mit den einhergehenden Überprägungen, der drastischen Veränderung der Geländeoberfläche sowie dem ausschnitthaften Risswerk und schriftlichen Quellen, sind in einer Verknüpfung der einzelnen Erkenntnisse neue Modelle zu den historischen Vorgängen möglich. Im Feuergezäher Gewölbe gelang es auf diese Weise die nordwestliche Strecke konkret als Aufschlagwasserrösche anzusprechen, während dies bei der gegenüberliegenden Strecke ausgeschlossen werden konnte. Unter den zahlreichen modernen Überprägungen wurde im Unteren Wasserlauf des Alten Systems ein ursprünglicher Abschnitt identifiziert. Zudem konnten einige historische Geländestrukturen im Bereich der Ausgrabung durch das Verschneiden der Risse mit dem DGM wiederentdeckt und konkret benannt werden. Nach dem derzeitigen Stand der Auswertung erscheint eine tatsächliche Anbindung der Grabungsbefunde an die untertägigen Strukturen nicht mehr ausgeschlossen.

Abb. 20: Blick in den Oberen Wasserlauf des Alten Systems (Foto: G. Drechsler/NLD).

Abb. 21: Detail des rechten Stoßes mit Schrämspuren im Oberen Wasserlauf (Foto: G. Drechsler/NLD).

Schriftenverzeichnis

Bartels, C. & Klappauf, L. (2012): Das Mittelalter. – In: Tenfelde, K., Bartels, C. & Slotta, R. (Hrsg.): Geschichte des Deutschen Bergbaus Bd. 1. Der Alteuropäische Bergbau. Von den Anfängen bis zur Mitte des 18. Jh. – 111-248; Münster.

Bartels, C., Fessner, M., Klappauf, L. & Linke, F.-A. (2007): Kupfer, Blei und Silber aus dem Goslarer Rammelsberg von den Anfängen bis 1620. – Montanregion Harz, 8; Bochum.

Bornhard, W. (1931): Geschichte des Rammelsberger Bergbaues von seiner Aufnahme bis zur Neuzeit. – Archiv für Lagerstättenforschung, 52; Berlin.

Denecke, D. (1978): Erzgewinnung und Hüttenbetriebe des Mittelalters im Oberharz und im Harzvorland. Erläuterungen zu einer Übersichtskarte. – Archäologisches Korrespondenzblatt, 8: 77-85; Mainz.

Hannemann, W., Brock, T. & Busch, W. (2012): Zustandsdokumentation ausgedehnter untertägiger Hohlraumsysteme. – PFG Photogrammetrie, Fernerkundung, Geoinformation, 6: 691-700; Berlin.

Klappauf, L. (1989): Die Auswirkungen der Grabungen im frühmittelalterlichen Herrensitz Düna bei Osterode am Harz auf die Montanforschung im Harz. – Nachrichten aus Niedersachsens Urgeschichte, 58: 171-184; Heidelberg.

Klappauf, L. & Malek, K. (i. Vorb.): Die Ausgrabungen „Altes Lager“ 2010 bis 2016 am Rammelsberg.

Malek, K. (2017): Montanarchäologische Forschungen im Harz. Ein Ausblick. Montanregion als historisches Erbe. Reflexionen und Ausblicke. Beiträge zum Kolloquium 25 Jahre Welterbe im Harz am 22. und 23. September 2017 im Weltkulturerbe Rammelsberg – Museum und Besucherbergwerk in Goslar. – Rammelsberger Schriften, 3: 139-148; Hildesheim/Goslar.

Malek, K. (2018): Erfassung und „Controlling“ der Anlagen der Oberharzer Wasserwirtschaft mit Hilfe von Laserscan-Daten. – In: Langefeld, O. & Liessmann, W. (Hrsg.): „Die Wasser hoch halten…“ Wasserwirtschaft im Bergbau. Beiträge aus dem Kolloquium am 30. Juni 2018 in Clausthal-Zellerfeld. – 21-31; Clausthal-Zellerfeld.

Malek, K. & Klappauf, L. (2017): Frühgeschichte des Bergbaus im Harz. – In: Bergwerk Rammelsberg, Altstadt Goslar, Oberharzer Wasserwirtschaft. – 20-35; Goslar.

Malek, K. & Schaarschmidt, D. (2019): Pullover für spätmittelalterliche Kumpel? – Archäologie in Deutschland, 3: 56-57; Darmstadt.

Malek, K. & Zeiler, M. (2019): Berufung der Kommission Montanarchäologie beim Verband der Landesarchäologen in der Bundesrepublik Deutschland. – Der Anschnitt, 71 H. (5-6): 259-261; Bochum.

Malek, K., Dettmer, H.-G., Hannemann, W., Schmidt-Händel, A., Drechsler, G. & Meyer, J. (2020): Neue Forschungen zum Rammelsberg im Rahmen des Vorhabens „Altbergbau 3D. Ein interdisziplinäres Projekt zur Erforschung des montanhistorischen Erbes im Harz“. – Der Anschnitt, 72 H (1-2): 2-18; Bochum.

Nowothnig, W. (1965): Neue Ergebnisse der Bergbauforschung im Oberharz. – Neue Ausgrabungen und Forschungen in Niedersachsen, 2: 236-249; Hildesheim.

Nowothnig, W. (1968): Frühmittelalterliche Hüttenplätze mit Rammelsberger Erzen. – Zeitschrift für Erzbergbau und Metallhüttenwesen, 21: 355-360; Stuttgart.

Stöllner, T. (2012): Der vor- und frühgeschichtlicher Bergbau in Mitteleuropa bis zur Zeit der Merowinger. – In: Tenfelde, K., Bartels, C. & Slotta, R. (Hrsg.): Geschichte des Deutschen Bergbaus Bd. 1. Der Alteuropäische Bergbau. Von den Anfängen bis zur Mitte des 18. Jh. – 29-34; Münster.