

Samenvatting

Op basis van een digitale opmeting en een conservering is een wetenschappelijk verantwoorde, virtuele, driedimensionale reconstructie vervaardigd van het megalietgraf Große Sloopsteene. Door het verloop van het instorten van het monument met terugwerkende kracht te herleiden, zijn het ontwerp, de architectuur en de vormgeving duidelijk geworden. De reconstructie toont de complexe megalithische grafarchitectuur met geselecteerde draag- en dekstenen, droog steenmetselwerk, een steenkrans en een dekheuvel.

Literatur

Tariq Afzal u. a., Motorola PowerPC Migration Tools. Emulation and Translation. In: Calif Los Alamitos (Hrsg.), Comcon 1996. Technologies for the Information Superhighway. Digest of Papers (Santa Clara 1996) 145–150. – **Leo Klinke/Vera Brieske**, Digitale Konservierung eines mittelalterlichen Reliefs am Wittekindsberg als 3-D-Modell. Archäologie in Westfalen-Lippe 2013, 2014, 223–226. – **Kerstin Schierhold/Leo Klinke/Christian Meyer**, Große Sloopsteene revisited. Erste Ergebnisse neuer Untersuchungen. Archäologie in Westfalen-Lippe 2015, 2016, 44–47. – **Leo Klinke**, Die 3-D-Rekonstruktion des Megalithgrabs. In: Kerstin Schierhold, Die großen Sloopsteene bei Lotte-Wersen, Kreis Steinfurt. Megalithgräber in Westfalen Heft 1 (Münster 2016) 31–33.

Rolf Golze,
Manuel Zeiler,
Hilmar Schröder

Vermessung

Laserschein untertage – die Vermessung der Grube Brüche bei Hilchenbach-Müsen

Kreis Siegen-Wittgenstein, Regierungsbezirk Arnsberg

Seit einigen Jahren werden montanarchäologische Untersuchungen im Siegerland auch an Bergbauanlagen der frühen Industrialisierung realisiert und dabei die seltenen Bodendenkmäler dieser für die Region sehr wichtigen wirtschaftshistorischen Epoche teilweise erstmals genau vermessen. Dabei liegt gleichzeitig ein Fokus der archäologischen Denkmalpflege auf der Erprobung verschiedener Dokumentationsmethoden untertage, da die Strukturen hier sehr komplex sind und gleichzeitig die Arbeiten durch Enge, schwere Zugänglichkeit, Verschmutzung oder hohen Wasserstand erschwert werden.

Auf Initiative der HS 3D-Laserscanning GmbH gelang im Sommer 2017 die unentgeltliche Laservermessung der Grube Brüche bei Hilchenbach-Müsen, die parallel vom Altenberg & Stahlberg e. V. Müsen sowie der LWL-Archäologie für Westfalen beschrieben und fotografisch dokumentiert wurde. Die Synthese aller gewonnenen neuen Daten sind Basis einer in Arbeit befindlichen detaillierten Auswertung und Neubewertung der Grube. Sie wurde ausgewählt, da die Zeche neben der Grube Landeskronen bei Wilnsdorf-Wilden, Kreis Siegen-Wittgenstein, zu den wenigen heute noch erhaltenen zählt, in denen untertage ehemals eine Dampfmaschine stand, deren Hallen und abgehende Strecken nicht verbrochen sind und von der

bislang nur eine ungenaue sowie unvollständige Kartierung vorlag.

Das Bergwerk Grube Brüche führte auf einem bis zu 4 m breiten Erzgang Abbau. Die Gangfüllung bestand überwiegend aus Spateisenstein, in welchem untergeordnet Blei-, Kupfer- und Zinkerze vorkamen. Wie bei vielen Siegerländer Bergwerken finden sich auch von der Grube Brüche keine schriftlichen Zeugnisse aus der Zeit vor 1700. Im Jahr 1711 wird in den Jahresrechnungen des ehemaligen Klosters Stift Keppel erstmals ein neues Kupferbergwerk auf der Martinshardt bei Müsen erwähnt, welches in den folgenden Rechnungen »Bergwerk auf den Brüchen« genannt wird. Im Juni des Jahres 1722 erreichte ein oberer Stollen den Erzgang, wenige Jahre später zeigten sich gute Vorkommen von »edlem Stahlstein«. 1771 gehörte die Grube Brüche zu den nur acht Bergwerken des Siegerlandes, welche mit Gewinn arbeiteten und war neben dem Stahlberg die wichtigste Eisensteingrube des Müsener Reviers. Im Mai 1777 begann man im Loher Tal (westlich von Hilchenbach-Müsen) mit dem Vortrieb des Tiefen (Brücher) Stollens, welcher nach 47 Jahren Bauzeit und 502 m Länge den Erzgang erreichte. Das Mundloch dieses Stollens ist heute ein Bau- und Kulturdenkmal. Der Brücher Eisenstein wurde von den Hüttenwerken wegen seiner Reinheit sehr geschätzt. 1864 bezeichnete man ihn als den

»an Eisen reichsten Stein« des Siegerlandes. In den folgenden Jahren musste man zum Abbau unterhalb der Stollensohle übergehen. Dies hatte die Konsequenz, dass die neu erschlossenen Bereiche entwässert werden mussten und das Wasser auf Stollenniveau zu heben war. Die Besitzer entschieden sich daher zum Bau eines Schachtes, der vom Stollenniveau in die Tiefe, aber nicht nach über Tage führte (Blindschacht) und bei dem eine Dampfmaschine die Pump- und Förderleistungen bringen sollte.

1867 begann man mit den Arbeiten. Am Ende des ca. 500 m langen Tiefen Stollens wurden in unmittelbarer Nähe zum Erzgang zwei Kavernen zur Aufnahme der Maschinen- und Dampfkeselanlage geschaffen. Nach Abteufen des Schachtes und Aufstellung der Zwillingsförder- und Wasserhaltungsmaschine konnte man im Juni 1868 die Förderung aufnehmen. Der Schacht erreichte 1882 seine Endtiefe von

294 m. Während dieser Zeit hatte das Bergwerk seine Blütezeit und die Jahresförderung betrug bis zu 14.800 t Spateisenstein. Unterhalb der 257 m tiefen Sohle gingen jedoch die Erzvorräte stark zurück und die Grube musste im November 1890 stillgelegt werden. Verschiedene bis 1942 durchgeführte Abbaue von Resterzen innerhalb der Grube Brüche wurden nur noch oberhalb der Stollensohlen durchgeführt.

Für den Scan des Jahres 2017 stand eine LEICA-ScanStation P40 zur Verfügung, welche mit einer Laserreichweite von 270 m und einer sehr guten Reichweiten- und Winkelgenauigkeit bereits im Vorfeld ein gutes Messergebnis erwarten ließ. Nach der Einrichtung und Referenzierung des Scanners vor dem Stollenmundloch wurde zunächst der gut 500 m lange Stollen von außen nach innen vermessen. Gearbeitet wurde mit drei Stativen,

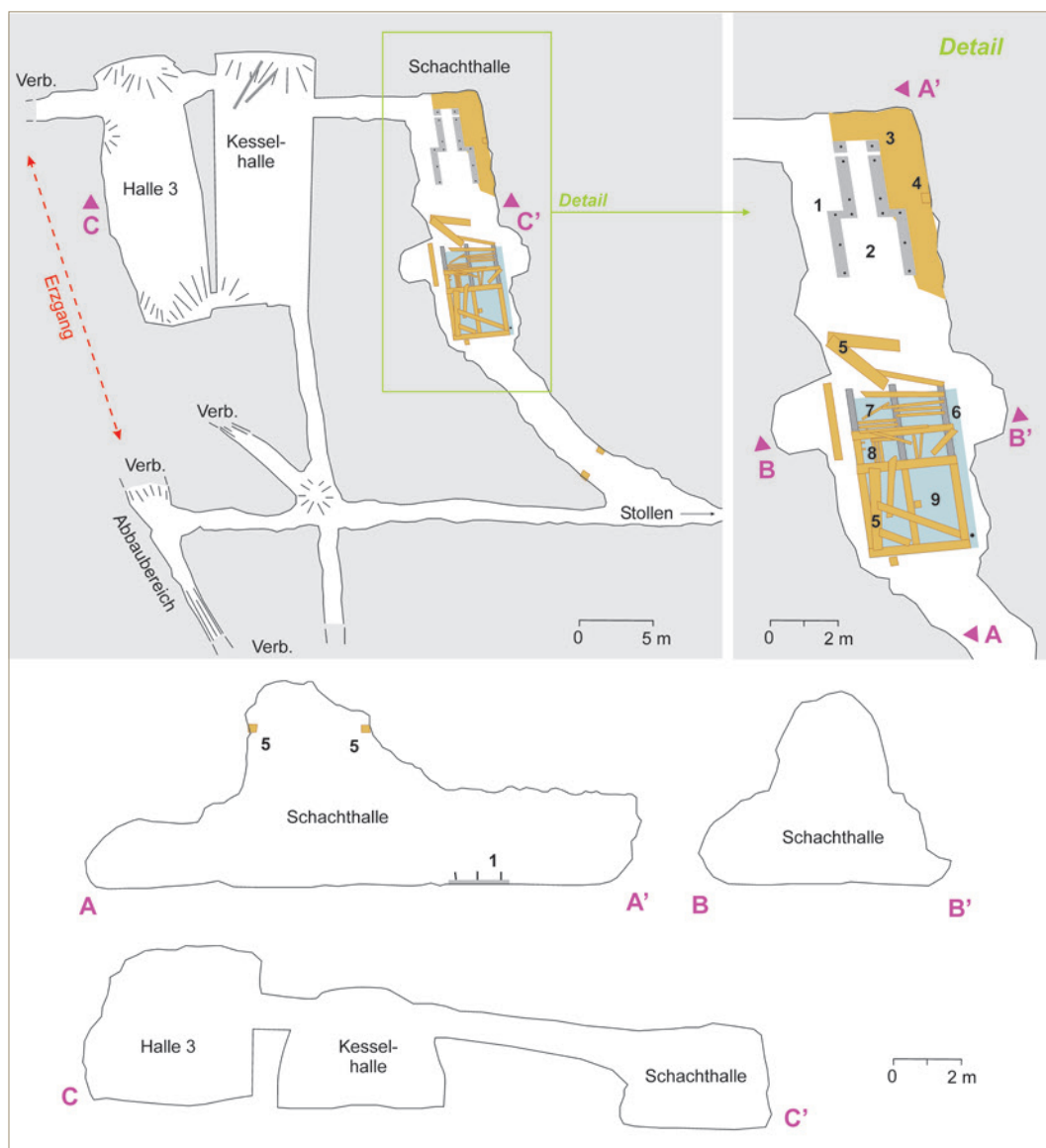


Abb. 1 Grube Brüche: Übersichtskarte der Schachthalle samt Umfeld mit Querschnitten. 1: Betonfundament von Dampfmaschine und Seiltrommel; 2: ehemalige Position der Seiltrommel; 3: Dielenboden; 4: Maschinistenhocker; 5: Hölzer des Fördergerüsts; 6: Schachtkopf; 7: ehemaliger Standort der Wasserhaltungsmaschine; 8: Schachtabteilung (Trum) mit Leiter; 9: Fördertrum (Vermessung: HS 3D-Laserscanning GmbH/H. Schröder, S. Löcherbach; Kartografische Umsetzung: HS 3D-Laserscanning GmbH/H. Schröder und LWL-Archäologie für Westfalen/M. Zeiler).

Abb. 2 Blick vom Dampfmaschinenfundament im Vordergrund in die Schachthalle der Grube Brüche mit dem teilweise noch erhaltenen Schachtgerüst und der Bühne (Foto: Altenberg- & Stahlbergverein e. V. Müsen/R. Golze).



wechselweise für Scanner oder Zielzeichen, deren Aufstellung im teils hüfthohen Wasser viel Zeit benötigte, aber trotz widriger Bedingungen möglich war. Zur Aufnahme des gesamten zugänglichen Grubenbaus waren 35 Scannerstandpunkte notwendig. Da nur ein Tag zur Vermessung zur Verfügung stand, mussten die Standpunkte im Stollen weit voneinander entfernt gesetzt werden. Da der Fokus auf den Schachthallen lag, wurden

Grubengebäudes generiert werden, während die Texturierung einen aufwendigen anschließenden Arbeitsprozess bedeutet. Die Vorteile dieser Dokumentationsform sind die hohe Messgeschwindigkeit, die hohe Messgenauigkeit sowie das Entfallen der Abhängigkeit von ausreichender Beleuchtung, wie sie beim ebenfalls häufig untertage verwandten SfM-/IBMR-Verfahren (Structure from Motion/Image Based Modeling and Rendering) besteht.

Bereits im derzeitigen Auswertungsstand liefert der Scan eine Fülle an neuen Erkenntnissen (Abb. 1). Für die Anlage der Blindschachthallen wurden Hohlräume mit einem Volumen von über 1150 m³ erstellt. Es waren mehrere Hallen notwendig, denn am Schacht wurde ein stabiles und hohes Gerüst installiert, dessen Fördereinrichtung und Pumpen von einer benachbarten Dampfmaschine angetrieben wurden, die wiederum der Dampf aus Kesseln einer oder zweier benachbarter Hallen antrieb.

Die Schachthalle zur Aufnahme des Fördergerüsts, der Fördermaschine und der Wasserhaltungsmaschine besitzt alleine eine Länge von ca. 15 m, bei 5 m Breite und einer imposanten Höhe von stellenweise 7,5 m. Die Halle steht völlig ohne Ausmauerung in festem Gestein. Über dem rund 300 m tiefen, heute wassergefüllten Schacht stehen noch geringe Reste des ursprünglich 6,5 m hohen Fördergerüsts aus Eichenholz. Rund 6 m vom Fördergerüst entfernt finden sich die Fundamente der Fördermaschine (Abb. 2). Der Aufbau der Maschinenteile kann anhand des Vergleiches mit der zeichnerisch dokumentierten Grube Glücksbrunnen (Fischbacherhütte) in Kirchen in Rheinland-Pfalz rekonstruiert werden (Abb. 3). Montiert war eine Zwillingdampf Fördermaschine mit einer über Vorgelege angetriebenen Seilkorbwelle. Auf dieser saßen zwei Seilkörbe mit einem Durchmesser von 2,6 m zur Aufnahme des 20 mm starken Förderseils. Zur Wasserhaltung war eine sogenannte Cornwallmaschine montiert. Dabei stand ein Dampfzylinder direkt im Schacht über dem Pumpengestänge, welches an die Kolbenstange des Dampfzylinders gekoppelt war. Die auftretenden Gewichte des Pumpengestänges wurden durch einen Balancier aufgefangen. Alle Maschinenteile und die Dampfkesselanlage wurden nach Stilllegung der Grube jedoch nahezu restlos entfernt. Geblieben sind lediglich Reste der Bühne am Schachtkopf (Abb. 2, hinten) des Blindschachts sowie die Fundamente der Dampfmaschine samt Bolzen (Abb. 2, vorne).

lediglich dort die Standpunkte verdichtet. Insgesamt dauerten die Arbeiten untertage acht Stunden.

Das Ergebnis der Messungen ist kein texturiertes 3-D-Modell, sondern eine Punktwolke, deren Abschattungen durch unregelmäßige Strukturen (z. B. heterogene Felsen oder eingebaute Anlagen) mit zunehmender Scannerstandpunktdichte natürlich geringer sind. Aus der Punktwolke können Ansichten bzw. CAD-fähige Dateien für die weitergehende Dokumentation bzw. Auswertung des

Abb. 3 (rechte Seite) Grundriss und Aufriss der Dampfmaschinenhalle der Grube Glücksbrunnen bei Kirchen (Rheinland-Pfalz) aus dem Jahr 1882. Aufbau und Dimensionen lassen sich sehr gut mit der Grube Brüche vergleichen (Grafik: H. Macco).

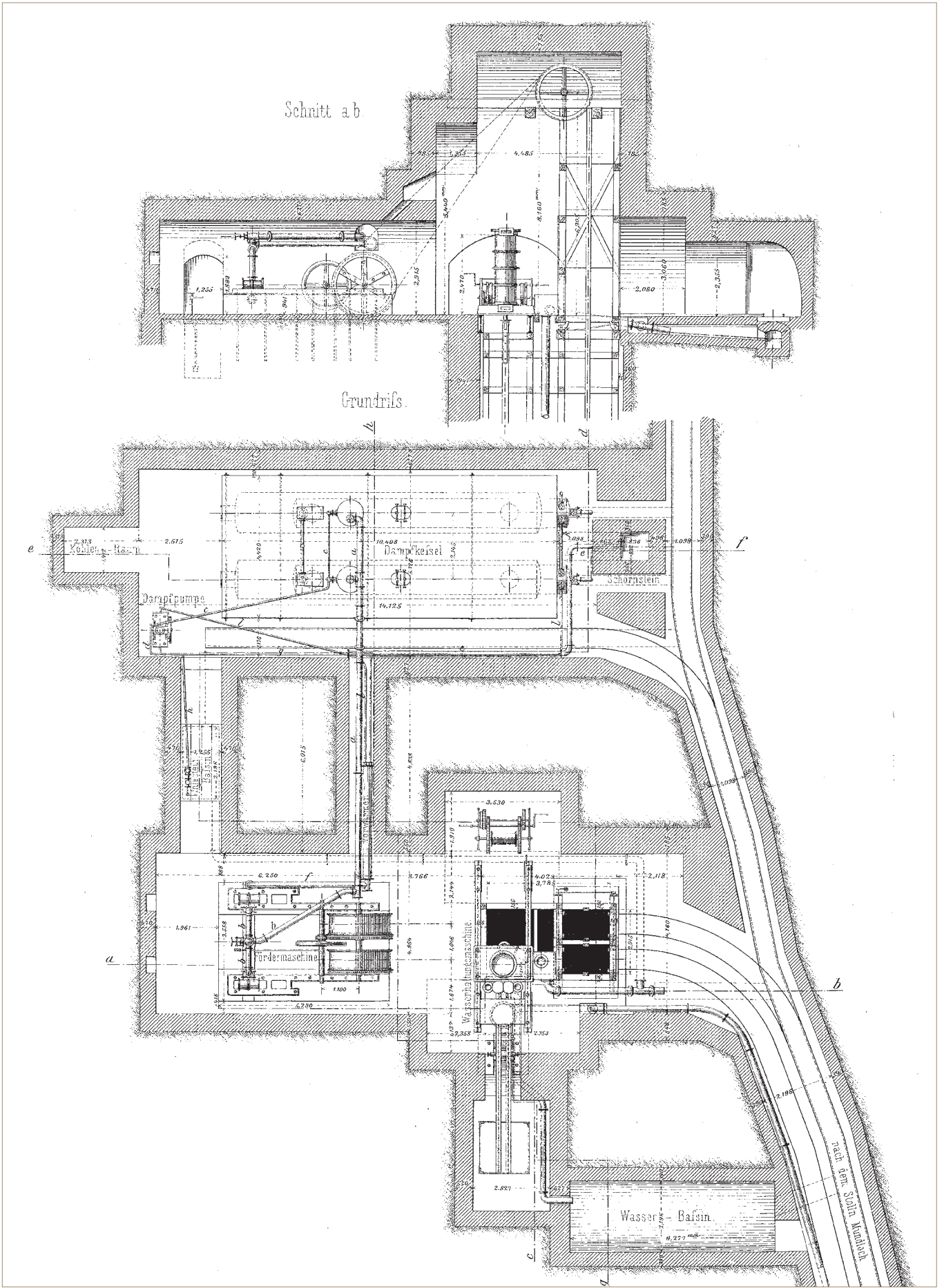


Abb. 4 Blick vom Westen in die Kesselhalle der Grube Brüche (Foto: Altenberg- & Stahlbergverein e. V. Müsen/R. Golze).



Direkt neben der Schachthalle befindet sich eine Kesselhalle, in der mindestens zwei Dampfkessel Platz fanden (Abb. 4). Die 14 m lange, 5,5 m breite und 5 m hohe Halle ist komplett in Ziegelmauerwerk als Tonnengewölbe ausgebaut. Im Scheitelpunkt des Deckengewölbes befindet sich der Rauchabzug zur 100 m höher gelegenen Tagesoberfläche. Im Anschluss an die Längsseite dieser Halle befindet sich ein fast gleich großer Raum ohne Ausmauerung (Abb. 5). Die Nutzung dieser Halle ist jedoch unklar: Wegen dort liegender größerer Mengen von Spateisenstein könnte es sich um ein Zwischenlager für den aus dem Tiefbau geförderten Eisenstein gehandelt haben. Eventuell wurde hier aber auch ein später hinzugefügter, dritter Dampfkessel aufgestellt.

Abb. 5 Blick von Westen in die dritte Halle unbekannter Funktion (Foto: Altenberg- & Stahlbergverein e. V. Müsen/R. Golze).



Das Ergebnis der gemeinsamen Dokumentation der Kooperationspartner ist nichts weniger als die bislang größte montanarchäologische 3-D-Vermessung untertage in Westfalen. Sie ermöglichte die erste vollständige Darstellung des komplexen Blindschachtbereichs der Grube Brüche samt Anschlüssen: Selbst in den jüngsten Kartierungen fehlte eine komplette Maschinenhalle. Auch für das Umfeld zeigt der Vergleich zwischen neuer und alter Kartierung aus der Zeit um 1880 deutlich, dass die historische Karte nur in Teilen ein Abbild der Realität und damit ein wichtiges Beispiel dafür ist, dass selbst relativ junge historische Dokumente in ihrer Aussagekraft sehr beschränkt sein können.

Summary

An extensive 3D surveying project carried out in 2017 at the Brüche mine in the Siegerland region of Westphalia involved the recording of a more than 500 m long adit, huge mining chambers and the machine hall. The rare and well-preserved features below ground housed a steam engine and the complete infrastructure of a mine dating from the early period of Industrialisation at the end of the 19th century.

Samenvatting

Tijdens de grootste driedimensionale, ondergrondse opmeting ooit in Westfalen zijn in 2017 de meer dan 500 m lange mijngang, de machinehal en aangrenzende delen van de mijn Grube Brüche in het Siegerland in kaart gebracht. De zeldzame en goed geconserveer-

de structuren vormden de standplaats van een stoommachine met infrastructuur uit het begin van de industrialisatie eind negentiende eeuw.

Literatur

Georg Gerlach, Über die Entwicklung des Siegeschen Eisensteinbergbaues. Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure 19, 1875, 666–674. – **Theodor Hundt u.a.**, Be-

schreibung der Bergreviere Siegen I, Siegen II, Burbach und Müsen (Bonn 1887). – **Rolf Golze**, Der Bergbau in Müsen. In: Altenberg & Stahlberg e.V. (Hrsg.), Tagungsband – 16. Internationaler Bergbau- & Montanhistorik-Workshop, Müsen im Siegerland (Wilnsdorf 2013) 11–50. – **Manuel Zeiler/Stefan Hucko/Gero Steffens**, Stilvoll in die Krise – Die Grube Landeskronen bei Wilnsdorf im Siegerland. Der Anschnitt 70/1–2, 2018, 2–20.

Vermessung

Paläografie und Lasertechnik – die mittelalterlichen Schiefertafeln von Warburg-Bonenburg

Kreis Höxter, Regierungsbezirk Arnsberg

Helmut Müller,
Dieter Dirksen,
Markus Dekiff

1999 wurden bei einer Notbergung in Warburg-Bonenburg in der Straße »Auf dem Burghof« auf der Parzelle Michels »im Abwurfbereich an einer gemörtelten Mauer« – so der Grabungsleiter – sieben Schiefertafelfragmente zutage gefördert. Diese sind zwischen 26 mm und 112 mm groß und besitzen eine Stärke von 4 mm bis 10 mm (Abb. 1). Sie waren schon vor langer Zeit in den Boden geraten, wie sich an den Bruchkanten unschwer feststellen ließ. Bei näherer Untersuchung stellte sich heraus, dass die Fragmente teilweise mit bloßem Auge nicht erkennbare Beschriftungen trugen. Dies gab Anlass dazu, die Ritzungen mit einem Laserscanverfahren zu analysieren und besser sichtbar zu machen.

Hierzu wurden die Fragmente in der Poliklinik für Prothetische Zahnmedizin und Biomaterialien des Universitätsklinikums Münster mit einem konfokalen Laser-Scanning-Mikroskop (Keyence VK-X100K, Keyence Corp., Osaka, Japan) vermessen. Dieses Mikroskop ermöglicht neben der Aufnahme konventioneller Digitalbilder auch die 3-D-Erfassung der mikroskopischen Oberflächenstruktur. Dazu wird die Oberfläche mit einem fokussierten roten Laser (Wellenlänge: 658 nm) lateral abgerastert (Punktabstand hier ca. 20 µm), wobei die Lage des Fokuspunktes auch vertikal variiert wird (hier in 12-µm-Schritten).

Die Größe des Messfeldes liegt für eine Einzelmessung bei Verwendung eines Objektivs mit 5-facher Vergrößerung (der kleinsten vorhandenen Vergrößerung) bei 2,7 mm × 2,0 mm. Objekte bis zu einer Größe von ei-



nigen Quadratcentimetern können vom Mikroskop vollautomatisch vermessen werden, indem die zu vermessende Fläche auf mehrere Einzelmessungen aufgeteilt wird und die Messpositionen nacheinander vom motorisierten Messtisch angefahren werden. Da die Tafeln größer waren, mussten jeweils mehrere Teilflächen mit einer für das spätere Zusammenfügen hinreichenden Überlappung in Zusammenarbeit mit der LWL-Archäologie für

Abb. 1 Die sieben Schiefertafelfragmente aus Warburg-Bonenburg. Im Vordergrund Fragment III und VII (Foto: LWL-Archäologie für Westfalen/S. Brentführer).