

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.

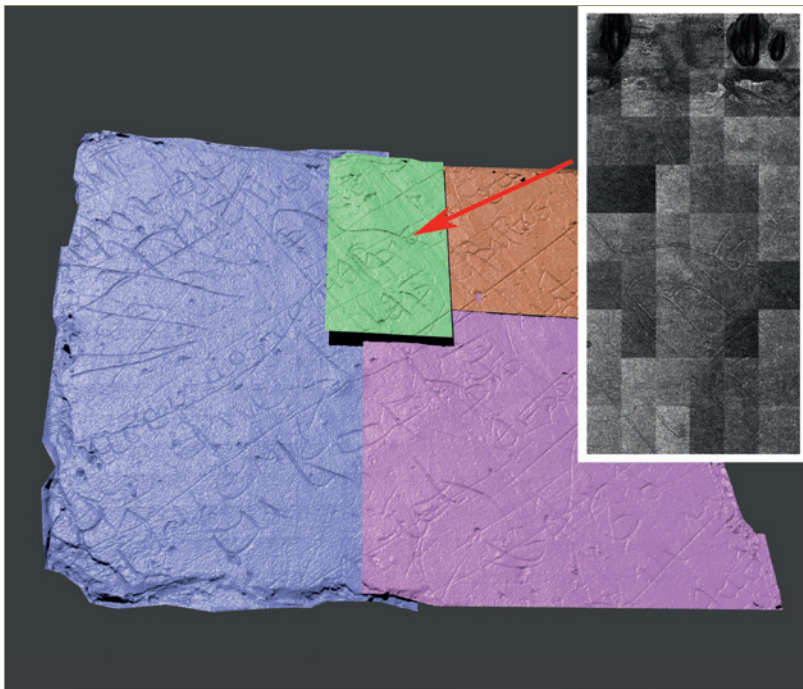
Hierzu wurden die Fragmente in der Poliklinik für Prothetische Zahnmedizin und Biomaterialien des Universitätsklinikums Münster mit einem konfokalen Laser-Scanning-Mikroskop (Keyence VK-X100K, Keyence Corp., Osaka, Japan) vermessen. Dieses Mikroskop ermöglicht neben der Aufnahme konventioneller Digitalbilder 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).

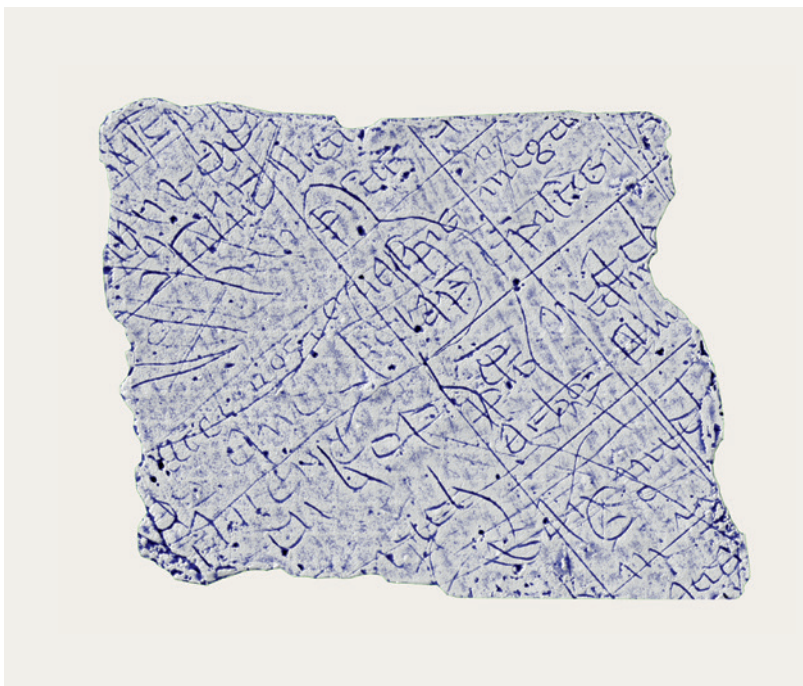


**Abb. 2** Zusammenfügen der aus Tiefenbildern (rechts oben) berechneten Teilflächen, o. M (Grafik: Universitätsklinikum Münster/D. Dirksen).

Westfalen (Nils Wolpert, Steffen Elferich und Marie-Elle Sebode) vermessen werden.

Für eine stabile und möglichst horizontale Lage auf dem Messtisch wurden die Tafeln von Ruth Tegethoff in der Restaurierungswerkstatt der LWL-Archäologie für Westfalen in Plastilin eingebettet. Damit sollte auch sichergestellt werden, dass die zu vermessende Oberfläche über den gesamten lateralen Messbereich im vertikalen Messbereich des Mikroskops (7 mm) lag. Die als Tiefenbilder (Abb. 2) vorliegenden Daten wurden dann mit einer

**Abb. 3** Falschfarbendarstellung des Differenzbildes, M 1,5:1 (Grafik: Universitätsklinikum Münster/M. Dekiff).



selbstentwickelten Software in 3-D-Oberflächenmodelle bestehend aus Dreiecksnetzen konvertiert.

Alle zur Tafel gehörenden Teilflächen wurden mit einer separaten Software (Geomagic Wrap, 3D Systems, Rock Hill, USA) beschnitten, zur Reduktion des Messrauschens gefiltert, passend zueinander ausgerichtet und in eine zusammenhängende Oberfläche zusammengeführt (Abb. 2).

Eine übliche Methode um Gravuren deutlicher erkennbar zu dokumentieren, ist die Erstellung von Streiflichtfotos. Dieser Effekt lässt sich auch rechnerisch simulieren, indem das 3-D-Modell der Tafeloberfläche im Betrachtungsprogramm mit einer virtuellen Lichtquelle streifend beleuchtet wird. Anders als bei der konventionellen Methode können so auch nachträglich Position, Richtung und Anzahl der Lichtquellen variiert werden.

Mit einer anderen Methode können die Gravuren jedoch unter Umständen noch deutlicher sichtbar gemacht werden: Hierzu wurde die Software GOM Inspect (Gom GmbH, Braunschweig) verwendet. Zunächst wurde damit eine geglättete 3-D-Oberfläche des Modells der Tafel erzeugt. Anschließend wurden die Abstände der ungeglätteten Oberfläche zur geglätteten berechnet und als Falschfarben auf dem 3-D-Modell angezeigt (Abb. 3). Damit die Inschriften hierbei möglichst deutlich hervortreten, mussten die Glättungsparameter so angepasst werden, dass die feinen Gravuren durch die Glättung verschwanden, großflächigere Variationen der Oberflächentopologie aber zugleich erhalten blieben.

Es zeigte sich, dass die meisten Fragmente von mehr oder minder geübten Schreibern mit spitzen, scharf ritzenden metallenen Griffeln oder Stacheln kreuz und quer mehrfach übereinander beschriftet worden sind. Die so erzeugten Buchstaben und ihre Verbindungen sind eckiger und gehemmter ausgeführt, weshalb ein Vergleichen mit als kontemporär erkannten, auf Pergament ausgeführten Buchstaben und Wörtern nicht ohne Weiteres möglich ist. Grundstrukturen verschiedener aus Urkundentexten gewonnener Alphabete lassen sich allerdings ermitteln und werden sichtbar. Bei den auf den Fragmenten angewendeten Schriften handelt es sich um Urkundenschriften, die meistens in Einzelbuchstaben geschrieben sind. Solche Alphabete konnten aus den dicht überlieferten Urkundenfonds der inzwischen aufgearbeiteten Klöster Breddelar, Dalheim, Hardehausen, Marsberg, War-



des Klosters gehörenden Siedlungsplätze Rovedehusen und Bunessen bewirtschaftet haben. Beide Orte sind nur bis 1340, als auf dem Sintfeld eine länger andauernde Wüstungsperiode einsetzte, urkundlich belegt. Ein Burgsitz Bonenburg ist nicht bekannt, aber eine Akte des Klosters Hardehausen von 1704 erwähnt einen Burghof, aus dessen Bereich die Schiefertafelfragmente stammen.

### Summary

Fragments of slate from the Bonenburg area near the Hardehausen Cistercian monastery had been inscribed using a metal pen or stylus. Using a modern laser scanning process and thanks to documents and written records from nearby monasteries it has been possible to date the inscriptions by examining the meaning of individual words and the script character of individual letters. The scientists believe that the slates were inscribed from around 1320 to 1380.

### Samenvatting

Fragmenten van leisteenplaten uit de in de nabijheid van het cisterciënzer klooster Hardehausen gelegen Bonenburg zijn beschreven met een metalen griffel. Ze zijn onderzocht met behulp van moderne laserscantechnologie, alsmede door gebruik te maken van teksten in oorkonden van nabijgelegen kloosters om individuele woorden en de schrijfwijze van individuele letters te duiden en te dateren. Hiervan kon een datering tussen circa 1320 en 1380 afgeleid worden.

### Literatur

**Gerhard Henkel**, Die Wüstungen des Sintfeldes. Eine historisch-geographische Untersuchung zur Genese einer alten westfälischen Kulturlandschaft. Studien und Quellen zur westfälischen Geschichte 14 (Paderborn 1973). – **Helmut Müller (Bearb.)**, Urkunden des Klosters Hardehausen. Veröffentlichungen der Historischen Kommission für Westfalen 37. Westfälische Urkunden (Texte und Regesten) 9 (Paderborn 2002).

Rudolf  
Bergmann

Mittelalter

## Ortswüstungen im Kreis Siegen-Wittgenstein

Kreis Siegen-Wittgenstein, Regierungsbezirk Arnsberg

Die hinsichtlich ihrer Wüstungen nur unvollständig erforschten Regionen Siegerland und Wittgensteiner Land sind im 14. Jahrhundert von extremer Entsiedlung betroffen gewesen. Sie gehören zu einer Zone sehr erheblicher Wüstungsintensität, die sich in Westfalen über das Hochsauerland weiter nach Osten und Nordosten fortsetzt. Aktuell ergibt sich für Wittgenstein ein Bestand von mindestens 45 klassischen (totalen permanenten) Ortswüstungen, darunter drei mit einer ehemaligen Kirche oder Kapelle, und für das Siegerland von 52 Ortswüstungen, darunter ebenfalls drei wüste Kirchorte. Weiterhin sind für den Altkreis Siegen mindestens 16 Hofwüstungen fassbar. Besser untersuchte Teilräume, besonders um Bad Berleburg, zeigen, dass rund drei Viertel der mittelalterlichen Orte aufgegeben wurden. Dieser Wert dürfte auch für die Gesamtregion Gültigkeit besitzen. Problematisch ist, dass die historische Quellenüberlieferung für die Region häufig dürftig ist und

Orte mehrfach erst zu einem Zeitpunkt erwähnt werden, zu dem sie bereits nicht mehr existierten. Aufgrund des weitgehenden Zusammenbruchs der Besiedlungssysteme im 14. Jahrhundert und der nachfolgenden Verwaldung haben sich wüstungsweisende Flurnamen in den Tälern vergleichsweise selten erhalten. So kommt es, dass aufgegebene Orte an charakteristischen Stellen wie Einmündungen von Bächen in das Haupttal oder hochgelegenen Quellmulden lokalisiert werden konnten, ohne dass sich für diese ein Ortsname ermitteln ließ.

Die landeshistorische Forschung hat sich seit der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts mit dem Wüstungsgeschehen des Raumes befasst (**Abb. 1**). Die für das Siegerland 1929 von Böttger veröffentlichte Darstellung enthält umfassende Angaben zu den Orts- und Hofwüstungen, einschließlich Hinweisen zu damals im Gelände erhaltenen Siedlungsrelikten. Böttger grenzte als Historiker die Lage der Wüs-