

Werkstoffwissenschaftliche Untersuchungen an bleiglasierten mittelalterlichen Scherben aus der Töpfereiwüstung Bengerode bei Fredelsloh, Ldkr. Northeim

von CHRISTIANE RÖMER-STREHL, Clausthal-Zellerfeld, ANTJE GEBEL, Clausthal-Zellerfeld, GÜNTHER H. FRISCHAT, Clausthal-Zellerfeld, STEFAN KRABATH, Dresden

Die Töpfereiwüstung Bengerode liegt ca. 1,5 km östlich von Fredelsloh im Ldkr. Northeim, unmittelbar auf einem tertiären Tonvorkommen im Tal der Bölle. Regelmäßige Oberflächenprospektionen durch Klaus Grote (Göttingen) und Johannes Klett-Drechsel (Fredelsloh) seit den 1960er Jahren vermitteln ein genaues Bild von der ehemaligen Siedlungsausdehnung mit einer Größe von ca. 26.500 m².¹

Zur Geschichte der heutigen Wüstung Bengerode sind nur sehr spärliche Schriftquellen überliefert. Kurz nach Gründung des Augustiner-Chorherrenstiftes Fredelsloh² durch den Mainzer Erzbischof Adalbert I. († 1137) im Jahre 1132 wird Bengerode am 28. Juli 1138 erstmals in einer Schenkung des Bischofs genannt.³ Die letzte Nennung der bestehenden Ortschaft fällt in das Jahr 1332.⁴ Ein Zeitpunkt für die Verwüstung der Ortschaft wurde nicht überliefert. Der Hardegser Pfarrer und Chronist Johannes Letzner berichtet 1596 von einer nicht näher spezifizierten Zerstörung in Kriegszeit,⁵ die zur Abwanderung der Töpfer nach Fredelsloh führte. Möglicherweise fällt die Aufgabe Bengerodes mit einer Belagerung der nur 2,5 km entfernten Burg Grubenhagen im Jahre 1448 zusammen. Definitiv wird Bengerode im Jahre 1589 als wüst genannt.

In der Töpfereiwüstung Bengerode haben sich die Relikte eines der bedeutendsten mittelalterlichen Handwerksbetriebe Niedersachsens erhalten. Coppengrave, Ldkr. Hildesheim, die zweite mittelalterliche Töpferei größerer wirtschaftlicher Prosperität in Niedersachsen, wurde bedauerlicherweise in weiten Arealen durch Neubauten in den 1950er und 1960er Jahren unwiederbringlich zerstört. Während des 12. bis 14. Jahrhunderts produzierten die Bengeröder Töpfer nicht nur für den regionalen Ab-

¹ K. GROTE (1976).

² H. GRAMMATZKI (1972).

³ M. HAMANN (1983), S. 21f., Nr. 4.

⁴ M. HAMANN (1983), S. 98f., Nr. 135.

⁵ J. LETZNER (1596): Band 2, 7. Buch, fol. 131ff.

satzmarkt im südlichen Niedersachsen und angrenzender Gebiete (Einbeck, Hann. Münden, Höxter, Hameln) sondern setzten ihre Gefäße auch in Skandinavien und im östlichen Mitteleuropa ab. Seit der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts gelangten Steinzeuge aus Bengerode bis nach Schweden und Pommern.

Eine nähere zeitliche Eingrenzung der Siedlungsdauer von Bengerode gestatten nur archäologische Bodenfunde. Neben prähistorischen Einzelfunden vom Areal der Wüstung liegen früheste Scherben aus dem 9./10. Jahrhundert vor. Das Töpferhandwerk wurde nach den Bodenfunden und Befunden erst seit dem 12. Jahrhundert ausgeübt und währte sicherlich bis in das 14., vielleicht auch bis in das 15. Jahrhundert. 1941 machte Otto Fahlbusch erstmals auf die Bedeutung der mittelalterlichen Keramik von Bengerode/Fredelsloh aufmerksam.⁶ Seit 1973 versuchte Hans-Georg Stephan Bengerode in die norddeutsche Keramikchronologie und -entwicklung einzubinden. Klaus Grote gab unter Bezug auf private Sammlungsbestände einen ersten Überblick zum Typenspektrum der mittelalterlichen Töpferei.⁷ Neben Notbergungen wurde im Sommer 2000 eine Sondierungsgrabung in Absprache mit der Bezirksarchäologie Braunschweig durchgeführt, um die Erhaltungsbedingungen der archäologischen Befunde unter den seit Jahrzehnten stark beackerten Feldern zu prüfen.⁸ Ohne die tatkräftige Unterstützung des Geschichts- und Heimatvereins Töpferdorf Fredelsloh e.V. wäre diese Untersuchung nicht zustande gekommen. In über 1.000 ehrenamtlich geleisteten Stunden wurden archäologische Befunde in Form von Lehmentnahmegruben, Tonstichen und einem Töpferofen freigelegt.

Unmittelbar neben dem Ofen lagen die bis zu 2 m tief in den anstehenden Boden reichenden Tonstiche. Nach partieller Ausbeutung der Lagerstätte lag das Gelände einige Zeit offen, sodass sich bis zu 30 cm starke Sedimente in den Gruben ablagern konnten. Das älteste Scherbenmaterial aus der Zeit von 1100/1160 gibt einen Hinweis auf die Ausbeutung der Tonvorräte in diesem Bereich. In der ersten Hälfte des 13. Jahrhunderts wurden die Tonstiche dann mit Fehlbränden, Asche, Holzkohle und Ofenfragmenten einer Töpferei verfüllt. Besonders in oberflächennahen Verfüllungsschichten konnte ein reiches keramisches Material geborgen werden.

Über 1.000 kg Keramik vermitteln ein eindrucksvolles Bild von der Warenpalette einer hochmittelalterlichen Töpferei. Zu den am häufigsten vertretenen Produkten ge-

⁶ O. FAHLBUSCH (1941), S. 207ff.

⁷ K. GROTE (1976).

⁸ St. KRABATH (2001).

hören Kugeltöpfe und Trinkbecher stark differierender Größe. Die kleinen Exemplare tragen häufig einen randständigen Henkel. Ofenkacheln aus grauer Irdenware weisen gerundete und spitze Böden auf. Einige leicht deformierte Fehlbrände waren absichtlich durch einen gezielten Schlag mit einem spitzen Gegenstand unbrauchbar gemacht worden. Als Deckel zu verwendende rundgeschlagene Buntsandsteinplatten und Keramikdeckel mit und ohne Bajonett dienten zum Gefäßverschluss.

Seltene Pretiosen im südlichen Niedersachsen stellen Dekore in Form menschlicher Gesichter bzw. Figuren dar. Die Gesichtsdarstellungen wurden in einem Model ausgeformt und auf einer Krugschulter gegenständig appliziert, während die Männchen frei von Hand gestaltet wurden. Zu den besonders seltenen Formen gehören Aquamanilien (Gießgefäße) in Tierform. Diese Gefäße dienten zur Handwaschung im profanen und liturgischen Bereich oder können auch als Schankgefäße eingesetzt worden sein.

Besondere Beachtung verdienen einige Dutzend Schmelztiegel und Probierschalen, die mutmaßlich in den Erzrevieren des Harzes aber auch in der Stadt Höxter abgesetzt und verwendet wurden. Einige der Schmelztiegel weisen gute Übereinstimmungen zu Funden vom Fundplatz „Johanneser Kurhaus“ bei Clausthal-Zellerfeld auf. Götz Alper diskutiert als Provenienz die Töpfereizentren von Bengerode sowie Großalmerode bzw. Epterode im Werra-Meißner-Kreis (Nordhessen).⁹

Die ältesten, nur vereinzelt auftretenden Funde aus der Grabung Bengerode gehören der ersten Hälfte oder dem zweiten Drittel des 12. Jahrhunderts an und datieren die Ausbeutung der Tonlagerstätte. Fehlbrände liegen jedoch aus diesem Zeitraum nicht vor. Der überwiegende Fundanteil lässt sich in die ersten vier Jahrzehnte des 13. Jahrhunderts einordnen. Ein beachtliches Formenspektrum von ca. 50 Varianten aus heller grauer und gelber Irdenware zeugt von großer Experimentierfreude der Töpfer.

Bedauerlicherweise wurde während der archäologischen Ausgrabung eines besonders deutlich: Die intensive landwirtschaftliche Nutzung hatte viele der Befunde so stark gestört, dass sie nur noch wenige Dezimeter unter der Ackerkrume erhalten waren. Um so wünschenswerter erscheint vor diesem Hintergrund eine der Fundstelle angemessene Nutzung, die den Erhalt dieses Bodendenkmals von überregionaler Bedeutung gewährleistet.

⁹ G. ALPER (2003), 260f.

Erste mineralogische und chemische Untersuchungen an zwei glasierten Scherben bestätigen die erwähnte Experimentierfreude und geben Einblicke in die Kenntnisse der mittelalterlichen Bengeröder Töpfer über werkstoffwissenschaftliche Problemzusammenhänge bei der Glasierung von Keramik. Ausgewählt wurde ein Pfannenrand aus hellgelber Irdenware (Fundnummer 19, Probe Br2), der in einer Planierung aus Töpfereiabfall (Befund 8) geborgen werden konnte. Zudem stand eine Wandscherbe aus heller grauer Irdenware (Fundnummer 1, Probe Br1) zur Verfügung, die aus einer mit Asche und Töpfereiabfall gefüllten Grube (Befund 79) stammt. Beide Stücke können aufgrund des mitgefundenen Keramikspektrums in die ersten vier Jahrzehnte des 13. Jahrhunderts datiert werden (freundliche Mitteilung von Hans-Georg Stephan, Göttingen). Von beiden Proben wurden polierte Anschliffe hergestellt, die mit Hilfe der Elektronenmikroskopie sowie lichtoptischer Methoden untersucht wurden, um die chemische Zusammensetzung der Glasur zu ermitteln und Gefügeanalysen durchzuführen. Zur Klärung der Herkunft für das verwendete Blei der Glasuren wurde dessen Isotopie bestimmt.

Für die lichtoptischen Untersuchungen standen ein Mikroskop mit maximal 40-facher Vergrößerung sowie Auflichtmikroskope zur Verfügung, mit deren Hilfe Aussagen zur Mineralogie der Keramik und zum Gefüge gemacht werden können. Die Gefügeanalyse wurde zusätzlich durch ein Rasterelektronenmikroskop (CS4-EDX-Tracor Cam Scan, Cambridge, England) unterstützt, dessen EDX-Zusatz für die chemischen Analysen verwendet wurde. Die Messungen wurden mit einer Anregungsspannung von 20 kV, einer Messdauer von 120 s und einem Strahldurchmesser kleiner 10 μm durchgeführt. Die Elemente wurden in Ma.-% Oxide umgerechnet und die Gehalte auf 100 normiert. Um möglichst die originale Zusammensetzung der Glasur zu analysieren, wurde die Lage der Messpunkte sorgfältig ausgewählt. Veränderungen der Glasur durch Verwitterung im Boden an der Glasuroberfläche und entlang von Rissen¹⁰ wurden dabei ebenso berücksichtigt, wie mögliche Reaktionen mit der Keramik während des Brandes.¹¹ Die Pb-Isotopie wurde mit einem ICP-Massenspektrometer (ELAN 6000, Perkin-Elmer) analysiert.¹²

¹⁰ R. HEIDRICH, T.W. KAMPHOWE, K.-J. LEERS (1998), S. 75ff.

¹¹ J. MOLERA, T. PRADELL, N. SALVADÓ, M. VENDRELL-SAZ (2001), S. 1120ff.

¹² A. GEBEL, K. SCHMIDT (2003).

Untersuchungen an den Glasuren

Mit bloßem Auge unterscheiden sich die beiden Proben durch die Farben der Glasur und den jeweiligen Erhaltungszustand. So weist die Probe Br1 eine grüne, sehr gut erhaltene Glasur auf. Die Glasur der Probe Br2 ist eher gelblich und wesentlich schlechter erhalten, an einigen Stellen ist sie sogar vollständig abgeplatzt.

Mit einem Mikroskop lässt sich beobachten, dass die Glasur von Br1 auf eine ungleichmäßige Gefäßoberfläche aufgetragen wurde, nach außen hin aber glatt abschließt. Die Schichtdicke der Glasur variiert deshalb von 100 bis 300 μm (Abb. 1). In der eigentlichen Glasur treten Blasen, Kristalle und Risse selten auf. Obwohl zahlreiche Quarzkörner von der Keramik in die Glasur hineinreichen, ist kein Abplatzen der Glasur zu beobachten.

Auch die Keramikoberfläche von Br2 ist unregelmäßig geformt. Die ursprüngliche Schichtdicke lässt sich aufgrund des Erhaltungszustandes nicht mehr bestimmen. In der Glasur sind Blasen und mit einer hohen, 500-fachen Vergrößerung auch Kristalle nachzuweisen (Abb. 2 und 3).

Trotz der optischen Unterschiede ist die Zusammensetzung beider Glasuren sehr einheitlich (Tab. 1), als Hauptelemente sind Blei (PbO um 67,5 Ma.-%) und Silicium (SiO_2 um 24 Ma.-%) zu nennen, wichtigstes Nebenelement ist Aluminium (Al_2O_3 um 4,3 Ma.-%). Mit einem Anteil an PbO oberhalb von 45 Ma.-% sind die beiden Glasuren eindeutig als Bleiglasuren¹³ einzuordnen. Neben Blei wurde demnach kein weiteres Schmelzmittel eingesetzt. Die Beimengung von Al_2O_3 ist auch in anderen niedersächsischen Bleiglasuren, die ins späte 12. bis ins frühe 14. Jahrhundert datieren, nachgewiesen worden¹⁴ und wird in diesem Fall als Verwendung eines kaolinreichen Tones neben einer Bleikomponente und möglicherweise Quarzsand als Ausgangsstoffe für den Glasuransatz gedeutet.

Das Mischungsverhältnis von Blei (angenommen als Bleioxid) und Rest (Ton, Sand) beträgt 70:30. Aufgrund von Ähnlichkeiten der chemischen Zusammensetzung und des Mischungsverhältnisses lassen sich die Glasuren aus Bengerode insbesondere mit einem zeitlich etwas früher einzuordnenden Duinger Scherben, sowie mit Glasuren

¹³ J. DAYTON, A. DAYTON (1978), S. 50f.

¹⁴ G. ALPER, Chr. RÖMER-STREHL, A. SCHUSTER (2000), S. 187, Tab. 1. A. GEBEL, Chr. RÖMER-STREHL, G.H. FRISCHAT (2002), S. 57f, Tab. 1.

aus Coppingrave und dem Johanneser Kurhaus vergleichen. Die Zusammensetzung des „Restes“¹⁵ nach Abzug des Schmelzmittels PbO und der farbgebenden Substanz CuO haben höhere SiO₂-Gehalte und niedrigere Al₂O₃-Werte als die Dünger sowie Coppingravener Glasuren. Dies lässt vermuten, dass es sich nicht um identische Rohstoffe handelt. Wenn das der Fall ist, so ist eine zentrale Herstellung von Glasurpulver, das an die Töpfereien verkauft wurde, unwahrscheinlich. Wahrscheinlicher erscheint die lokale Erzeugung des Glasuransatzes in der jeweiligen Töpferei nach gleichem Rezept. Letzteres wiederum deutet auf einen Technologie-Austausch zwischen den verschiedenen Töpferei-Zentren hin.

Für die unterschiedliche Färbung ist der Kupferanteil (CuO) in den Glasuren verantwortlich. Bei der Probe Br1 konnten 1,6 Ma.-% CuO nachgewiesen werden; in der eher gelb erscheinenden Glasur der Probe Br2 lag der Kupfergehalt unterhalb der Nachweisgrenze.

Die Temperatur, die zur Schmelzbildung der Glasur nötig war, lässt sich annähernd aus der chemischen Zusammensetzung berechnen. Für die beiden Proben aus Bengeroode liegt die Brenntemperatur der Glasuren zwischen 710°C und 740°C.¹⁶

Untersuchungen zur Auflagetechnik

Beide Proben zeigen im Mikroskop Auflagetechniken, die sich deutlich voneinander unterscheiden. Bei Probe Br1 ist zwischen Glasur und Keramik eine etwa 25 µm dicke Schicht zu erkennen, die deutlich Blasen ausgebildet hat (Abb. 1). Eine solche Schicht ist bei Probe Br2 nicht zu beobachten. Dort ist eine Lage aus dichterem, ungemagertem Ton unter der Glasur zu erkennen, der sich nach bisherigen Beobachtungen nicht von dem für die Keramik verwendeten Ton unterscheidet (Abb. 2).

Die Zwischenschicht der Probe Br1 zeigt neben den Hauptbestandteilen PbO, SiO₂ und Al₂O₃ auffallend hohe Gehalte an K₂O und P₂O₅ (Tab. 1). Die Gehalte an Phosphor und Kalium lassen auf die Verwendung von Pflanzensubstanz schließen, die mit dem Blei aus der Glasur während des Brandes reagiert hat. Eine Veränderung durch

¹⁵ Solche Berechnungen werden in der Mineralogie häufig angewandt, um von Gesamtgesteinsanalysen auf den modalen Mineralgehalt schließen zu können. Die Umsetzung des Verfahrens für Bleiglasuren ist beschrieben in: A. GEBEL, Chr. RÖMER-STREHL, G.H. FRISCHAT (2002), S. 72.

¹⁶ Das hier verwendete Verfahren ist beschrieben in: ST. STEFANOV, S. BATSCHWAROV (1988), S. 93.

das Liegen im Boden – die Scherbe wurde in einer mit Asche gefüllten Grube gefunden – ist aufgrund der gleichmäßigen Ausbildung der Zwischenschicht und des guten Erhaltungszustandes der Glasur nicht anzunehmen. Da die Pflanzensubstanz eine gut ausgebildete Schicht bildet, ist der Einsatz der Substanz als Schmelzmittel auszuschließen. In Betracht kommt die Verwendung als Haftmittel zwischen der Keramikoberfläche und dem Glasurpulver, um eine bessere Haftung auf dem Gefäß vor dem Brand zu bewirken. In welcher Form das Material aufgetragen wurde, ist bisher unbekannt. Über die chemische Zusammensetzung lässt sich aber einschränken, von welcher Pflanzenart die Substanz stammen könnte. Da die leichtflüchtigen Stoffe wie Schwefel und Kohlenstoff während des Brennens verloren gegangen sind, können die Daten mit der Zusammensetzung von Aschen verglichen werden.

Tab. 1: Zusammensetzung der Glasuren und der Minerale in den Zwischenschichten.

Angaben in Ma.-%.

Probe	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	FeO	CuO	PbO
Glasur (Mittelwert aus 6 bzw. 5 Messungen)												
Br1	<0,5	<0,6	3,9	23,0	<0,4	0,5	1,1	0,3	<0,2	0,5	1,6	68,5
Br2	<0,5	<0,6	4,8	24,8	<0,3	<0,2	0,9	1,0	<0,2	1,2	<0,5	66,5
Zwischenschicht (2 bzw. 1 Messungen)												
Br1	1,4	0,8	12,0	36,7	1,5	5,7	0,9	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	40,7
Br2	<0,5	<0,5	18,3	31,7	<0,3	2,3	0,8	1,1	<0,2	1,2	<0,5	44,7

Der Ca-Gehalt der Zwischenschicht ist vergleichsweise niedrig, sodass die Verwendung von Knochenasche sowie Baumaschen, wie Buche, Eiche oder Apfel auszuschließen ist. Auch Farn und Heidekraut haben höhere Ca-Gehalte, weshalb deren Verwendung unwahrscheinlich ist. Ebenfalls fraglich sind Getreidekörner, da sie einen besonders hohen P-Gehalt aufweisen. Von den herangezogenen Vergleichsdaten¹⁷ zeigen Schilf- und Riedgrasaschen die größte Übereinstimmung mit der Zwischenschicht.

Der Gebrauch von Asche als Flussmittel in der Glasur wurde für zeitgleiche Proben aus der Töpferei Negenborner Weg in Einbeck beschrieben und aufgrund der hohen Ca-Gehalte als Baum- oder Knochenasche gedeutet.¹⁸ In Glasuren aus Basel, die ab dem 14. Jahrhundert hergestellt wurden, konnten ebenfalls hohe Ca- und P-Gehalte

¹⁷ J.R. TAYLOR, A.C. BULL (1986), S. 137.

¹⁸ R. HEIDRICH, T.W. KAMPHOWE, K.-J. LEERS (1998), S. 67.

nachgewiesen werden.¹⁹ Der Einsatz von Pflanzenaschen als Flussmittel ist auch für die mittelalterliche Glasherstellung typisch.²⁰ Eine genauere Untersuchung zur Technik und zum Verwendungszweck in der Glasurherstellung steht aber bisher aus.

Wie schon erwähnt, wurde die Glasur von Probe Br2 auf eine Oberfläche aufgetragen, bei der gröbere, in der Keramik vorhandene Quarzkörner durch eine feinere Tonlage abgedeckt wurden (Abb. 2). Diese Schicht wurde voraussichtlich durch häufiges Nassverstreichen der Oberfläche – eventuell unter geringer Zugabe ungemagerten Tonnes – hergestellt. Quarz und Glasur haben unterschiedliche Ausdehnungskoeffizienten, die zu Spannungen während des Abkühlens führen, sodass Risse entstehen und die Glasur sogar vollständig abplatzen kann. Durch die verwendete Technik wurde dieser Glasurfehler verhindert. Vergleichbare Verfahren zur Herstellung einer glatten Oberfläche und Bildung einer besseren Glasurunterlage konnten bei Proben vom Fundplatz am Johanneser Kurhaus bei Clausthal-Zellerfeld, Ldkr. Goslar, und der Glashütte Steimcke im Bramwald (Gemeinde Niemetal, Ldkr. Göttingen) beobachtet werden. Bei diesen zitierten Beispielen wurde jedoch für die Anfertigung einer glatten Unterlage ein von der Keramik des Scherbens mineralogisch unterscheidbarer Ton verwendet.²¹

Mineralneubildung in der Übergangszone von Keramik und Glasur können als Anzeichen für den gemeinsamen Brand von Ton und Glasuransatz gedeutet werden.²² Da der ungebrannte Ton mehr Feuchtigkeit enthält, kommt es zu einer stärkeren Diffusion von Elementen aus der Keramik in die Glasur und zu einer Ausbildung von Mineralen an der Grenze Keramik-Glasur. In Abbildung 3 sind neugebildete Minerale, deren Zusammensetzung aus Tab. 1 hervorgeht, zu sehen. Es handelt sich hierbei um bleireiche Feldspäte der Formel $K_{0,2}Pb_{0,8}Al_{1,6}Si_{2,3}O_8$, die typisch sind für Pb-Glasuren auf ungebrannten, kaolinreichen Keramiken²³ und auch in eigenen Arbeiten gefunden wurden.²⁴ Ob die Glasur von Probe Br1 auf einen gebrannten oder ungebrannten Körper

¹⁹ Chr. KELLER (1999), S. 142ff.

²⁰ Übersicht in: K.H. WEDEPOHL (2003).

²¹ G. ALPER, Chr. RÖMER-STREHL, A. SCHUSTER (2000), S. 185, Abb. 12-14. A. GEBEL, Chr. RÖMER-STREHL, G.H. FRISCHAT (2002), S. 56ff.

²² M.S. TITE, I. FREESTONE, R. MASON, J. MOLERA, M. VENDRELL-SAZ, N. WOOD (1998), S. 250-252.

²³ J. MOLERA, T. PRADELL, N. SALVADÓ, M. VENDRELL-SAZ (2001), S. 1123, Fig. 3.

²⁴ ALPER, RÖMER-STREHL, SCHUSTER 2000, S. 184, Abb. 10; GEBEL, RÖMER-STREHL, FRISCHAT 2002, S. 56ff.

aufgebracht wurde, kann aufgrund des jetzigen Forschungsstandes in Bezug auf P-haltige Zwischenschichten nicht entschieden werden.

Deuten die recht einheitlichen Ausgangsrezepturen auf eine Verwandtschaft mit Duinger Glasuren hin,²⁵ so unterscheiden sich die Auflagetechniken nicht nur voneinander, sondern wurden in dieser Form bisher auch nicht beobachtet.

Untersuchung der Keramiken

Die Keramik von Probe Br1 hat nur wenige, längliche, maximal 100 µm mal 200 µm große Poren und eine sehr feinkörnige, graue Matrix mit stengelligen, dunklen Einsprenglingen. Die graue Farbe weist auf einen durchgehend reduzierenden Brand hin. Die Magerung besteht aus gerundeten, z.T. länglichen Quarzkörnern, die häufig eine rötliche Färbung aufweisen. Die Größe variiert von 1 mm bis hinunter zu 100-200 µm, wobei eine Häufung zwischen 500 µm und 300 µm auftritt. Ob die kleineren Körner zum Ton oder zur Magerung gehören, lässt sich nicht entscheiden. Es treten auch Quarzverbände auf, sodass die Vermutung nahe liegt, dass gemahlener Sandstein als Magerung verwendet wurde, der z.T. nicht vollständig zerbrochen wurde.

Die Matrix der Probe Br2 ist von hellgelber Färbung und grobkörniger als die Matrix der Probe Br1. Es lassen sich Einregelungen an größeren Körnern und parallel zur Keramikoberfläche erkennen. Die Keramik weist sehr große Poren im mm-Bereich auf, sodass von einer geringeren Sinterungszeit ausgegangen werden kann. Die Magerung besteht aus Quarz und Magnetit, beide mit einer maximalen Korngröße von 500 µm. Auch sehr kleine Körner im 10er µm-Bereich kommen vor. Die großen Quarzkörner zeigen eine milchig-weiße Färbung und sind nicht so gut gerundet, wie die Quarze in Probe Br1. Die Magnetite haben rote Ränder, was auf eine Oxidation zu Hämatit hinweist.

Die Untersuchungen an der Keramik zeigen, dass es sowohl bei den verwendeten Rohstoffen als auch in der Brandführung Unterschiede gibt. So wurde die feinere Keramik der Probe Br1 reduzierend, die grobkörnigere Keramik der Probe Br2 oxidierend gebrannt. Interessant wäre eine Untersuchung am vorliegenden Material in Hin-

²⁵ A. GEBEL, Chr. RÖMER-STREHL, G.H. FRISCHAT (2002).

sicht darauf, ob Rohstoff und Brandführung mit Warenart oder Verwendungszweck einhergeht.

Die Blei-Isotopie

Die Blei-Isotopie der beiden Proben ist Tab. 2 zu entnehmen und in Abb. 4 den Isotopenfeldern wichtiger deutscher Lagerstätten gegenübergestellt. Als mögliche Lagerstättenbereiche angenommen und in das Diagramm eingetragen wurden: Oberharz und Rammelsberg,²⁶ der Schwarzwald,²⁷ Oberpfalz und Fichtelgebirge,²⁸ sowie die Eifel und die Gebiete Aachen-Stollberg sowie Maubach-Metternich.²⁹

Tab. 2: Pb-Isotopie der Glasuren. 2s: absoluter Fehler

	Pb ²⁰⁷ /Pb ²⁰	2s	Pb ²⁰⁸ /Pb ²⁰	2s	Pb ²⁰⁶ /Pb ²⁰	2s	Pb ²⁰⁷ /Pb ²⁰	2s	Pb ²⁰⁸ /Pb ²⁰	2s
	6		6		4		4		4	
Be1	0.847	0.002	2.092	0.006	18.51	0.06	15.68	0.05	38.71	0.16
Be2	0.847	0.002	2.089	0.006	18.46	0.06	15.64	0.07	38.54	0.16

Aufgrund der Isotopensignaturen kommen als Liefergebiete für den Rohstoff Blei der Oberharz, der Hunsrück und das Eifel-Gebiet in Frage, der Schwarzwald ist ebenfalls nicht gänzlich auszuschließen. Diese Situation ist mit anderen untersuchten Bleiglasuren³⁰ sowie mit Bleigläsern³¹ zu vergleichen. Aufgrund der regionalen Verbreitung Bengeröder Ware in Südniedersachsen ist eine enge Verbindung zum Harz und dessen Lagerstätten zu erwarten. Darauf deuten auch die eingangs erwähnten Schmelztiegel hin, die denen am Johanneser Kurhaus (Clausthal-Zellerfeld) ähneln. Dass im Harz mit Blei gehandelt wurde, ist dem Kramerrecht von 1281 zu entnehmen,³² das den Handel auf dem Goslarer Markt regelt. Da es in diesem Erlass eine Regelung dazu

²⁶ Daten aus: G. HATZ, V. HATZ, U. ZWICKER, N. GALE, Z. GALE (1991), S. 96-99, Tab. 6. J. LÉVÊQUE, U. HAACK (1993), S. 199, Tab. 1. G. TISCHENDORF, K.-H. BIELICKI, H.J. FRANZKE (1993), S. 68f., Tab. 1. K.H. WEDEPOHL, M.H. DELEVAUX, B. DOE (1978), S. 278, Tab. 1.

²⁷ Daten aus: H.J. LIPPOLT, U. SCHORN, R.T. PIDGEON (1983), S. 94, Tab. 1. G. HATZ, V. HATZ, U. ZWICKER, N. GALE, Z. GALE (1991): a.a.O.

²⁸ Daten aus: G. HATZ, V. HATZ, U. ZWICKER, N. GALE, Z. GALE (1991): a.a.O.

²⁹ Daten aus: L. KRAHN, A. BAUMANN (1996), S. 227-229, Tab. 1-3.

³⁰ A. GEBEL, Chr. RÖMER-STREHL, G.H. FRISCHAT (2002), S. 66f.

³¹ Daten aus: K.H. WEDEPOHL, A. BAUMANN (1997).

³² A. BINGENER (2000), S. 150f.

gibt, dass das Blei auf dem Markt und nicht am Verhüttungsplatz verkauft werden soll, ist ein direkter Verkauf am Produktionsort vor 1281 sehr wahrscheinlich. Die Verwendung von Oberharzer Blei, eventuell direkt am Johanneser Kurhaus erstanden, erscheint deshalb für die Glasuren der Bengeröder Ware als denkbar.

Zusammenfassung und Diskussion

Beide Glasuren sind als Bleiglasuren einzuordnen und haben eine sehr ähnliche Zusammensetzung, die auch in anderen mittelalterlichen Glasuren aus Südniedersachsen gefunden wurde. Der Aluminium-Gehalt wird nicht als Resultat eines Diffusionsprozesses gedeutet, da die Diffusion von Aluminium aus der Keramik in die Glasur durch die phosphorhaltige Schicht erschwert, wenn nicht sogar verhindert wird. Trotzdem ist der Al-Gehalt bei Br1 ähnlich hoch wie bei Br2. Im Ausgangsmaterial der Glasur muss deshalb eine Al-reiche Substanz vorhanden gewesen sein. Aufgrund der Gehalte weiterer Elemente in der Glasur wird von der Zugabe von Ton zum Glasurpulver bzw. -brei ausgegangen.

Die erwähnte phosphorhaltige Schicht ebenso wie die Verwendung von Kupfer als farbgebendes Element in der Glasur in Probe Br1 zeigen, dass die Glasurrezepturen aus dem Heraclius-Traktat (*De coloribus et artibus Romanorum*) zumindest in einigen Aspekten der Glasurherstellung Verwendung fanden. Die Entstehungszeit des Werks von Heraclius ist strittig, wird jedoch allgemein um 1000 angenommen.³³ Heraclius beschreibt die Grünfärbung von ansonsten gelben Bleiglasuren durch die Zugabe von Kupfer- oder Messingfeilspänen. Die Oberfläche des Gefäßes sollte mit einem Brei aus stärkehaltigem Kornmehl bestrichen und darauf oxidiertes Bleipulver gestreut werden. Bei der Scherbe Br1 wurde zwar kein Kornmehlbrei verwendet, sondern eine andere Pflanzensubstanz, vermutlich Schilf- oder Riedgras, die aber sehr wahrscheinlich denselben Effekt hatte. Auch die Ausgangsstoffe für den Glasuransatz unterscheiden sich von der Beschreibung des Heraclius. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass die von Heraclius gesammelten Rezepte durch die praktische Erfahrung der Töpfer im 13. Jahrhundert verbessert oder abgewandelt wurden, wobei sich jedoch einige alte Traditionen erhalten haben.

³³ U. MÄMPEL (1995), S. 88.

Zwischen den Töpfereien scheint es einen Austausch von Techniken und deren Abwandlungen gegeben zu haben. Dies lässt sich aus den zwar ähnlichen, aber nicht völlig gleichen Auflageverfahren zwischen der Probe Br2 und Steimcke/Johanneser Kurhaus ablesen. Auch die Verwendung ähnlicher Glasurrezepturen in Duingen, Coppengrave und Bengerode deuten auf Austausch oder Beziehungen zwischen den Töpfereien hin. Wie dieser Informationsaustausch stattfand, ob durch Gesellen, die sich nach ihrer Ausbildung anderswo verdingen mussten, oder direkt durch intensiven Kontakt der einzelnen Töpfereien, lässt sich zur Zeit nicht beantworten und sollte beim jetzigen Forschungsstand nicht weiter vertieft werden.

Die Blei-Isotopie ist mit denen anderer zeitgleicher Glasuren aus Niedersachsen vergleichbar und deutet auf die Verwendung von Erzen der Eifel, des Oberharzes oder Hunsrücks hin. Unter der Annahme, dass möglichst nahe gelegene Rohstoffe verwendet wurden und aufgrund des Zusammenhanges zwischen dem Johanneser Kurhaus (Oberharz) und den hier untersuchten Scherben wird von der Verwendung Oberharzer Erze ausgegangen.

Literatur

- G. ALPER, „Johanneser Kurhaus“. Ein mittelalterlicher Blei-/ Silbergewinnungsplatz bei Clausthal-Zellerfeld im Oberharz. Materialhefte zur Ur- und Frühgeschichte Niedersachsens, Band 32, Rahden/Westfalen 2003.
- G. ALPER, Chr. RÖMER-STREHL, A.K. SCHUSTER, Die Keramik der mittelalterlichen Bergbau- und Hüttsiedlung am Johanneser Kurhaus bei Clausthal-Zellerfeld, in: Berichte zur Denkmalpflege in Niedersachsen, Band 20, Hannover 2000, Heft 4, S. 179-188.
- A. BINGENER, Silber-, Kupfer-, Blei- und Vitriol-Handel in der Harzregion – Käufer, Märkte und Verkehrswege des Mittelalters, in: C. SEEGER-GLOCKE (Hrsg.), Auf den Spuren einer frühen Industrielandschaft, Naturraum – Mensch – Umwelt im Harz, Niedersächsisches Landesamt für Denkmalpflege, Hameln 2000, S. 146-152.
- J. DAYTON, A. DAYTON, Minerals, Metals, Glazing and Man or Who was Sesostris I? London 1978.
- O. FAHLBUSCH, Mittelalterliche und neuzeitliche Keramik im südlichen Niedersachsen, in: Die Kunde 9, 1941, S. 207-226.
- A. GEBEL, K. SCHMIDT, Anwendung von Pb-Isotopenuntersuchungen in der Archäologie. Numismatik und Technologie: Fragen und Antworten, Kunsthistorisches Museum Wien, 2003, S. 25-35.
- A. GEBEL, Chr. RÖMER-STREHL, G.H. FRISCHAT, Untersuchungen zum Gefüge, zur Zusammensetzung und zur Blei-Isotopie von hoch- und spätmittelalterlichen Bleiglasuren aus Südniedersachsen, in: Nachrichten aus Niedersachsens Urgeschichte, Band 71, 2002, S. 53-75.
- H. GRAMMATZKI, Das Stift Fredelsloh von der Gründung bis zum Erlöschen seines Konvents. Historische und baugeschichtliche Untersuchung. Studien zur Einbecker Geschichte, Band 5, Einbeck 1972.
- K. GROTE, Bengerode, ein spätmittelalterlicher Töpfereiorf bei Fredelsloh im südlichen Niedersachsen, in: Nachrichten aus Niedersachsens Urgeschichte 45, 1976, S. 245-304.
- M. HAMANN, Urkundenbuch des Stifts Fredelsloh. Veröffentlichungen der historischen Kommission für Niedersachsen und Bremen, Band 37, Quellen und Untersuchungen zur Geschichte Niedersachsens im Mittelalter, Band 6, Hildesheim 1983.
- G. HATZ, V. HATZ, U. ZWICKER, N. GALE, Z. GALE, Otto-Adelheid-Pfennige - Untersuchungen zu Münzen des 10./11. Jahrhunderts, in: Commentationes de Nummis Saeculorum IX-XI In suecia Repertis, Nova Series 7, Stockholm 1991.

- R. HEIDRICH, T.W. KAMPHOWE, K.-J. LEERS, Einbeck, Negenborner Weg – Werkstoffanalytische Untersuchungen an mittelalterlicher Keramik, in: A. HEEGE (Hrsg.), Einbeck-Negenborner Weg I, Naturwissenschaftliche Studien zu einer Töpferei des 12. und frühen 13. Jahrhunderts in Niedersachsen; Keramiktechnologie, Palaeoethnobotanik, Pollenanalyse, Archäozoologie, Studien zur Einbecker Geschichte, Band 12, Oldenburg 1998, S. 29-88.
- C. KELLER, Gefäßkeramik aus Basel. Untersuchungen zur spätmittelalterlichen und frühneuzeitlichen Gefäßkeramik aus Basel, in: Materialhefte zur Archäologie in Basel, Heft 15 A, Basel 1999.
- St. KRABATH, Tiegel, Töpfe, Masken, in: Archäologie in Niedersachsen, Band 4, 2001, S. 102-104.
- L. KRAHN, A. BAUMANN, Lead isotope systematics of epigenetic lead-zinc mineralisation in the western part of the Rheinisches Schiefergebirge, Germany, in: Mineralium Deposita 31, 1996, S. 225-237.
- J. LETZNER, Dasselische und Einbeckische Chronica, Erfurt 1596.
- J. LÉVÊQUE, U. HAACK, Pb isotopes of hydrothermal ores in the Harz. Monograph Series on Mineral Deposits, 30, 1993, S. 197-210.
- H.J. LIPPOLT, U. SCHORN, R.T. PIDGEON, Genetic implications of new lead isotope measurements on Schwarzwald vein and Upper Triassic sediment galena, in: Geologische Rundschau 72 (1), 1983, S. 77-104.
- U. MÄMPEL, Bleiglasuren im Mittelalter und in der frühen Neuzeit, in: W. ENDRES, F. LICHTWART (eds.), Zur Regionalität der Keramik des Mittelalters und der Neuzeit: Beiträge des 26. Internationalen Hafnerei-Symposiums, Soest 5.10-9.10. 1993, Denkmalpflege und Forschung in Westfalen, Band 32, Bonn 1995, S. 87-92.
- J. MOLERA, T. PRADELL, N. SALVADÓ, M. VENDRELL-SAZ, Interaction between clay bodies and lead glazes during firing, in: Journal of the American Ceramic Society, Bd. 84. 5, 2001, S. 1120-1128.
- St. STEFANOV, S. BATSCHWAROV, Keramik-Glasuren, Chemie, Technologie und Anwendung mit 1400 Rezepten, Gütersloh/Wiesbaden/Berlin, 1988.
- J.R. TAYLOR, A.C. BULL, Ceramics Glaze Technology, Oxford 1986.
- G. TISCHENDORF, K.-H. BIELICKI, H.J. FRANZKE, On the genesis of Permian and Post-Permian hydrothermal mineralizations in the Harz Mountains according to new Pb-isotope measurements. Monograph Series on Mineral Deposits, 30, 1993, S. 65-76.
- M.S. TITE, I. FREESTONE, R. MASON, J. MOLERA, M. VENDRELL-SAZ, N. WOOD, Lead Glazed in Antiquity. Methods of Production and Reasons for use, in: Archaeometry, Bd. 40. 2, 1998, S. 241-260.

- K.H. WEDEPOHL, Glas in Antike und Mittelalter – Geschichte eines Werkstoffs. Stuttgart 2003.
- K.H. WEDEPOHL, A. BAUMANN, Isotope composition of Medieval lead glasses reflecting early silver production in Central Europe, in: Mineralium Deposita 32, 1997, S. 292-295.
- K.H. WEDEPOHL, M.H. DELEVAUX, B. DOE, The potential source of lead in the Permian Kupferschiefer Bed of Europe and some selected Paleozoic mineral deposits in the Federal Republic of Germany, in: Contributions of Mineralogy and Petrology 65, 1978, S. 273-281.

Dr. Christiane Römer-Strehl
Institut für Nichtmetallische Werkstoffe
Technische Universität Clausthal
Zehntner Straße 2 A
38678 Clausthal-Zellerfeld
E-Mail: christiane.roemer-strehl@tu-clausthal.de

Dr. Antje Gebel
Institut für Mineralogie und Mineralische Rohstoffe
Technische Universität Clausthal
Adolf-Roemer Straße 2
38678 Clausthal-Zellerfeld
E-Mail: antje.gebel@tu-clausthal.de

Prof. Dr. Günther H. Frischat
Institut für Nichtmetallische Werkstoffe
Technische Universität Clausthal
Zehntner Straße 2 A
38678 Clausthal-Zellerfeld
E-Mail: guenther.frischat@tu-clausthal.de

Dr. Stefan Krabath
Landesamt für Archäologie mit Landesmuseum für Vorgeschichte
Zur Wetterwarte 7
01109 Dresden
E-Mail: Skrabath@archsax.smwk.sachsen.de

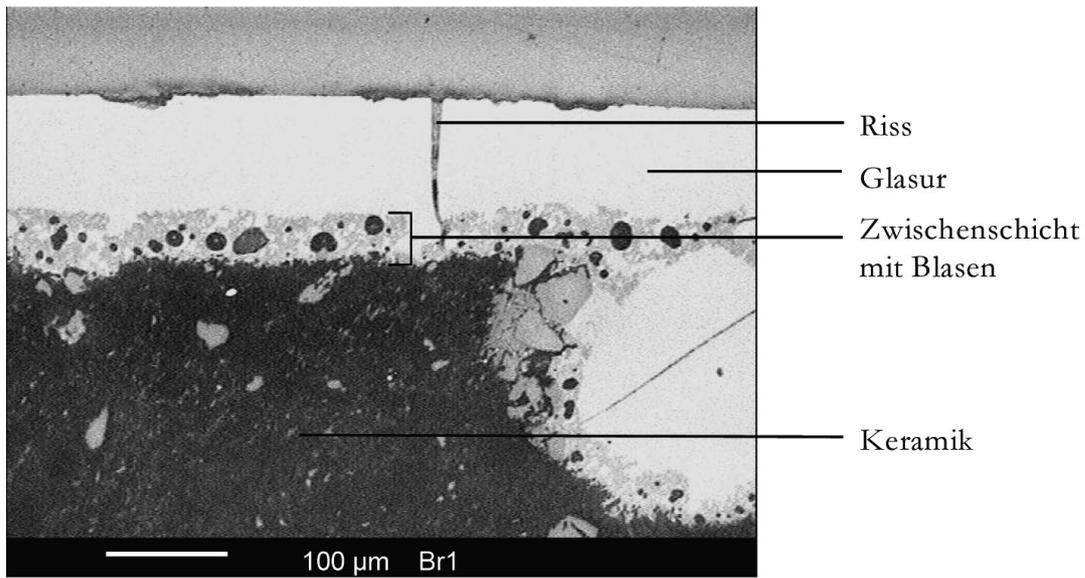


Abb. 1: Übersichtsaufnahme der Probe Br1 mit dem Auflichtmikroskop. Die Glasur ist gut erhalten und zeigt nur wenige Blasen und Risse. Zwischen der feinkörnigen Keramik und der Glasur ist eine 25 µm dicke Schicht mit Blasen und Kristallen zu sehen.

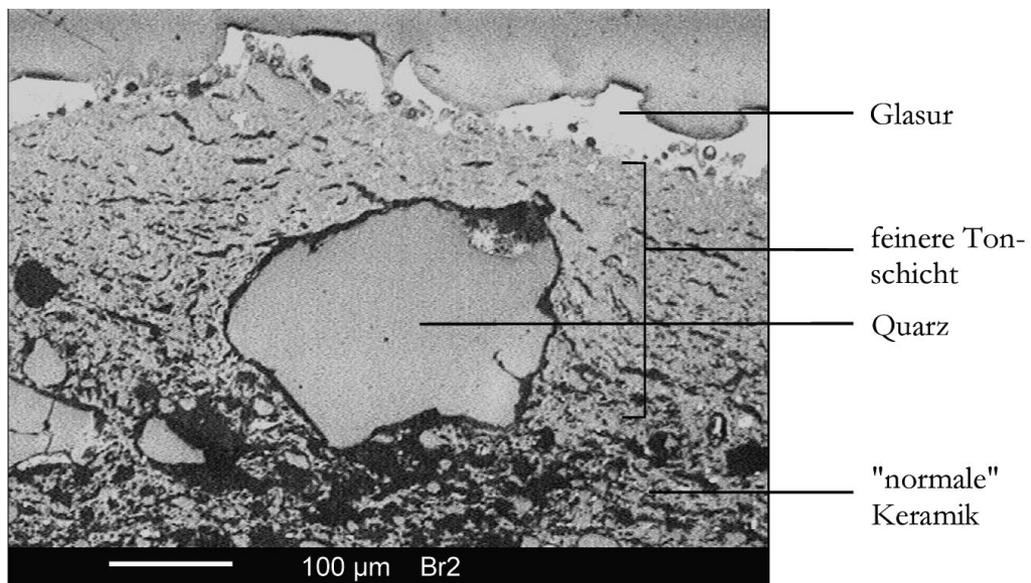


Abb. 2: Übersichtsaufnahme der Probe Br2 mit dem Auflichtmikroskop. Neben dem schlechten Erhaltungszustand der Glasur ist die feinkörnigere Tonschicht zu erkennen.

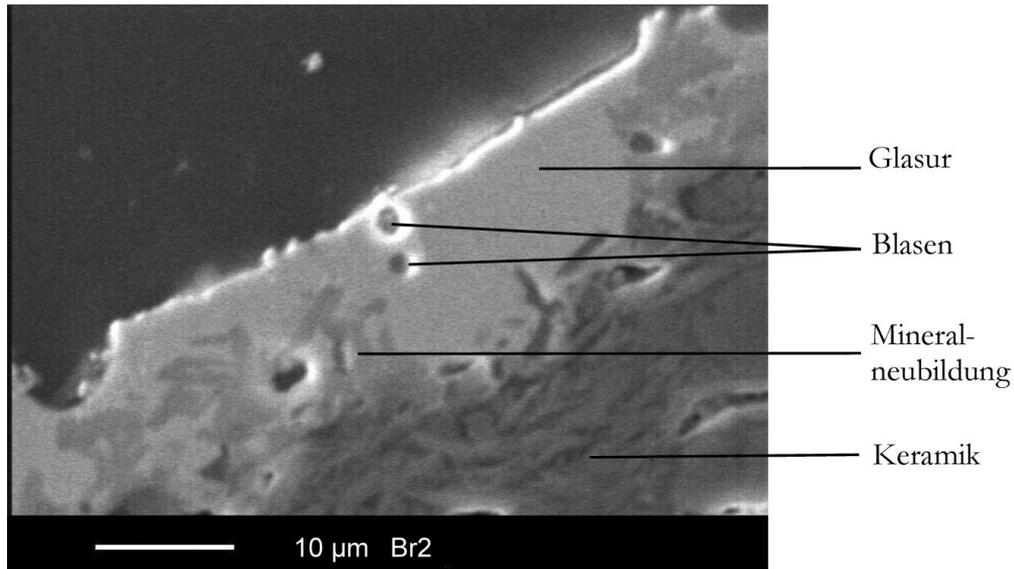


Abb. 3: Glasur und Mineralneubildungen am Kontakt von Glasur und Keramik (REM-Aufnahme).

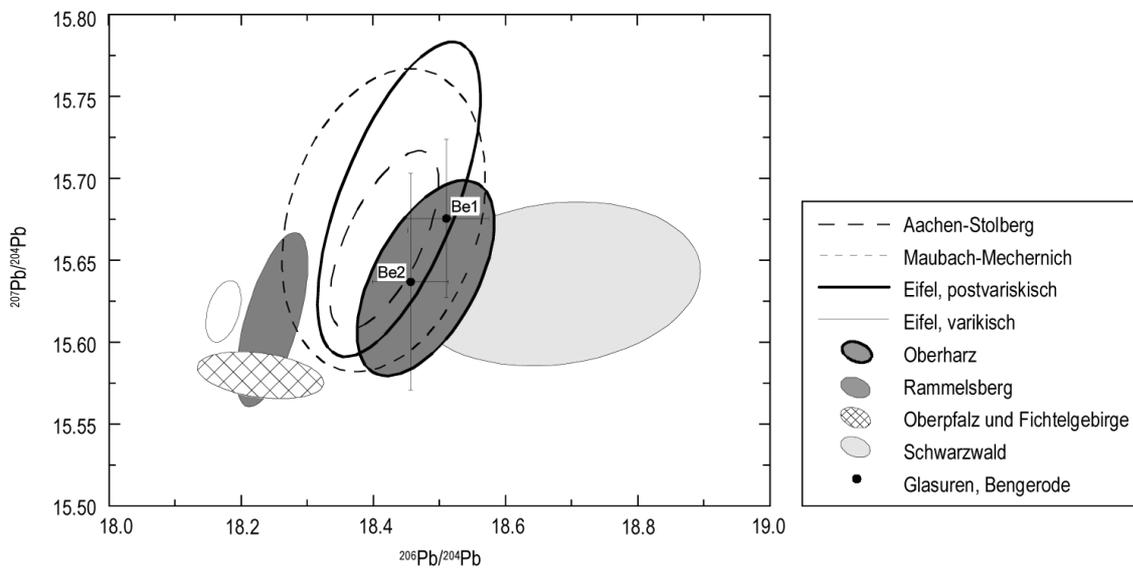


Abb. 4: Blei-Isotopie der Glasuren aus Bengerode im Vergleich zu deutschen Erzlagerstätten. Daten für die Isotopenfelder der Lagerstätten s. Fussnoten 26–29.