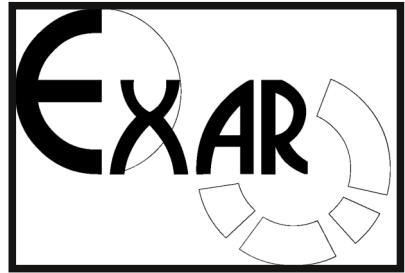


EXPERIMENTELLE ARCHÄOLOGIE IN EUROPA
Jahrbuch 2026
Heft 25

Herausgegeben von Gunter Schöbel
und der Europäischen Vereinigung zur
Förderung der Experimentellen
Archäologie / European Association for
the advancement of archaeology by
experiment e.V.

in Zusammenarbeit mit dem
Pfahlbaumuseum Unteruhldingen,
Strandpromenade 6,
88690 Unteruhldingen-Mühlhofen,
Deutschland



EXPERIMENTELLE ARCHÄOLOGIE
IN EUROPA
JAHRBUCH 2026

Unteruhldingen 2026

Gedruckt mit Mitteln der Europäischen Vereinigung zur Förderung der Experimentellen Archäologie / European Association for the advancement of archaeology by experiment e.V.

Redaktion:	Ulrike Weller, Thomas Lessig-Weller, Erica Hanning
Textverarbeitung und Layout:	Ulrike Weller, Thomas Lessig-Weller
Bildbearbeitung:	Ulrike Weller, Thomas Lessig-Weller
Umschlaggestaltung:	Thomas Lessig-Weller, Ulrike Weller

Umschlagbilder: Thomas Lessig-Weller, Rebecca Riegert, Viola Ballay

Bibliographische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie, detaillierte bibliographische Daten sind im Internet abrufbar unter:
<http://dnb.dbb.de>

ISBN 978-3-944255-26-2

© 2026 Europäische Vereinigung zur Förderung der Experimentellen Archäologie / European Association for the advancement of archaeology by experiment e.V. - Alle Rechte vorbehalten

Gedruckt bei: Beltz Bad Langensalza GmbH, 99947 Bad Langensalza, Deutschland

Inhalt

<i>Gunter Schöbel</i> Vorwort	8
<i>Frank Both</i> Nachruf Mamoun Fansa	9

Experiment und Versuch

<i>Thomas Bartz</i> Die Verwendung neolithischer Dechsel zum Graben in Löss. Experiment 1: Arbeitseffizienz und Gebrauchsspuren	13
<i>Luise Tiemann</i> Experimentell-archäologische Annäherung an die prähistorische Milchverarbeitung im Alpenraum	29
<i>Thomas Lessig-Weller</i> Anmerkungen zur Wiederentdeckung eines in Vergessenheit geratenen Schlagfeuerzeugs	41
<i>Frank Wiesenberg, Vilma Ruppinié</i> Kerngeformtes Glas in der Römischen Glashütte in der RömerWelt am <i>caput limitis</i>	59
<i>Eva Krapf</i> Versuchsbau einer Lehmwellerwand im Museumdorf Düppel	75
<i>Michaela Kauderer</i> Kohlenstoffspeicherung in Holzgebäuden – Der natürliche Zerfall eines Holzhauses im Museumsdorf Düppel (Berlin)	87

EXAR-Projekt

<i>Michael Müller, Wulf Hein, Marquardt Lund, Kai Martens, Mihaela Savu, Ida Ruppenthal</i> Flint schleifen – Teil 2: Die Schleifsteine – ein Zwischenbericht	97
--	----

<i>Kai Fechner, Frédéric Broes, Gisela Fechner, Ivan Praud, Sophie Théry</i> Using soil science to map past activities in houses, gardens and a porcine enclosure: first results at the experimental open-air site of Oerlinghausen	121
--	-----

<i>Roman Lamprecht, Simon Wagner, Peter Tropper</i> Bronzezeitliche Tüllenpickel im Praxistext: Ein Beitrag zur Werkzeugtechnik des prähistorischen Kupferbergbaus der Ostalpen	147
---	-----

Rekonstruierende Archäologie

<i>Rebecca Riegert</i> Weaving a story – Analysing an Early Iron Age pit with weaving weights from the Königsbrunn-Hunnenstraße-settlement (Bavaria, Germany)	169
---	-----

<i>Achim Förster</i> 50 Jahre praktische Erfahrung beim Aufbau mittelalterlicher Waldbilder	181
--	-----

<i>Helmut Balk, Margarete Madelung</i> Mechanik der Poesie – Experimental-archäologische Studien an einer frühen Klaviermechanik von Mozarts Klavierbauer Anton Gabriel Walter	193
--	-----

Vermittlung und Theorie

<i>Susanne Bosche</i> Von „toten“ und freien Resonanzböden: Der Umbau eines Hammerflügels im Spiegel der 3D-Vermessung	207
--	-----

<i>Rüdiger Schwarz</i> Den Limes erleben in 1.000.000 Schritten	223
--	-----

<i>Fabian Peise</i> zunfterbe.de: eine Plattform für handwerkliches Wissen in der Experimentalarchäologie	243
---	-----

<i>Wolfgang F. A. Lobisser</i> Kelten auf dem Holzweg? Atemberaubende Gerätschaften aus Holz aus der eisenzeitlichen Bergmannssiedlung im Ramsautal am Dürrenberg bei Hallein in Österreich	253
--	-----

Jahresbericht, Autorenrichtlinien

Ulrike Weller

Vereinsbericht der Europäischen Vereinigung zur Förderung der
Experimentellen Archäologie (EXAR) für das Jahr 2025

273

Autorenrichtlinien „Experimentelle Archäologie in Europa“

277

Vorwort

Berlin ist immer eine Reise wert und es ist immer spannend dort. Dies durften die Teilnehmer der 22. Jahrestagung der EXAR im kurz vorher eröffneten Lab PETRI in der Stadt an der Spree während ihres Aufenthaltes vom 18.-21. September 2025 erfahren. Trotz einer Weltkriegsbombenentschärfung am Beginn der Zusammenkunft in unmittelbarer Nähe des Veranstaltungsortes und dem zeitgleich stattfindenden Berlin-Marathon sowie einem Cyber-Angriff auf den Flughafen Berlin verlief die Tagung mit kleineren Einschränkungen planmäßig. Angeboten waren 18 hervorragende Vorträge, die zum großen Teil im neuen Jahrbuch abgedruckt werden konnten, Führungen am neuen Präsentationsort der Denkmalpflege der Hauptstadt und ein Rundgang mit abschließendem Empfang im Museumsdorf Düppel, das mit seinem Team und seinen pädagogischen Einrichtungen zu den frühen Unterstützern der Experimentellen Archäologie seit über 50 Jahren zählt.

Das PETRI ist ein modernes interaktives Ausstellungs- und Vermittlungszentrum geworden, das neue Maßstäbe setzt, nicht nur für die Stadt Berlin, sondern für die gesamte Archäologie in Deutschland. Es ist auf mehreren Stockwerken didaktisch fein organisiert und lehrreich für das Museumspublikum gestaltet. Den OrganisatorInnen, Frau Dr. Anne Sklebitz, der Leiterin des Hauses, und Prof. Dr. Matthias Wemhoff, die diese wunderbare Einrichtung initiiert haben, darf an dieser Stelle herzlich gedankt werden. Und natürlich Frau Dr. Julia Heeb der Kuratorin des Museumsdorfes Düppel, und ihren

Mitarbeitern sowie dem Stadtmuseum Berlin, dem dieses archäologische Freilichtmuseum direkt angegliedert ist.

Der vorliegende Band gedenkt zuerst dem kürzlich verstorbenen Vereinsgründer Prof. Dr. Mamoun Fansa, der sich ein Leben lang verdienstvoll um die Entwicklung unserer wissenschaftlichen Methode gekümmert hat. Wir sind ihm sehr verbunden dafür.

Neben den Rubriken „Experiment und Versuch“ – „Rekonstruierende Archäologie“ – „Vermittlung und Theorie“ wird auch der neuen Berichterstattung zu den „EXAR-Förderprojekten“ Raum zur Darstellung gegeben. Dies möge ein Ansporn für weitere Experimentanträge an den Vorstand sein.

Das Jahrbuch 2026 schafft mit seinen Beiträgen einen Überblick zu den neuesten Forschungen im Bereich der Experimentellen Archäologie vom Neolithikum bis in die Neuzeit. Allen Autorinnen und Autoren gebührt an dieser Stelle wie immer ein großes Dankeschön. Sie haben viel Zeit und Mühe investiert. Ich wünsche Ihnen allen viel Freude beim Lesen und Weiterforschen.

Unteruhldingen im Juli 2026

Prof. Dr. Gunter Schöbel

1. Vorsitzender EXAR e.V.
Pfahlbaumuseum Unteruhldingen

Kerngeformtes Glas in der Römischen Glashütte in der RömerWelt am *caput limitis*

Frank Wiesenberg, Vilma Ruppienė

Summary – Core-Formed Glass at the Römische Glashütte at the RömerWelt am caput limitis. In November 2024, the Römische Glashütte at the RömerWelt am caput limitis museum at Rheinbrohl (Rhineland-Palatinate, Germany) hosted a research project on Late Bronze Age and first Millennium BC core-formed glass vessels. In addition to the existing glass furnace and annealing oven, another furnace was built from daub, aiming at a temperature around 1,000 °C, in order to investigate possible manufacturing techniques. After the examination and analysis of core-formed glass fragments from the private collection of Alexander Kiseleff, courtesy of the Martin Wagner Museum Würzburg, at the Ruhr-Universität Bochum, four different working techniques discussed in the scientific literature were tested and evaluated at the Römische Glashütte's glass furnaces.

Keywords: core-formed glass, glass furnace, glass workshop, museum

Schlagworte: kerngeformtes Glas, Glasofen, Glashütte, Glaswerkstatt, Museum

Neben der Vermittlung der militärischen Sicherung der römischen Außengrenze des Römischen Reiches, den beiden UNESCO-Welterbestätten Obergermanisch-Raetischer Limes und Niedergermanischer Limes, widmet sich das Limes-Informationszentrum und Erlebnismuseum RömerWelt am *caput limitis* in Rheinbrohl (Verbandsgemeinde Bad Hönningen) auch kulturellen und handwerklichen Aspekten der Antike. So weist der Außenbereich des Museums neben einer Backstube, einem Baukran und einer Pfahlramme sowie einer Steinmetz- und Schmiedewerkstatt auch eine Glashütte auf. Nach dem Bau von drei transportablen holzbefeuerten Lehmöfen zur Her-

stellung von Glasperlen im Jahre 2020 konnte 2023 die aus einem Glas-Schmelz- und Arbeitsofen sowie einem Abkühlöfen bestehende Römische Glashütte eröffnet werden (WIESENBERG 2025a, 178-182). Wie schon die Perlenöfen, so werden auch diese Lehmöfen ausschließlich mit Holz befeuert. Ein weiterer Unterschied zu modernen Glashütten besteht in der Verwendung eigens hergestellten Kalk-Natron-Rohglases, dessen Rezeptur auf chemischen Analysen römischer Gläser basiert. Durch die Verwendung vorbildgetreuer Brennmaterialien und Rohstoffe sowie anhand von Befunden und Funden rekonstruierter Ofentechnik und Werkzeuge soll eine

Vergleichbarkeit mit den antiken Arbeitsbedingungen geschaffen werden.

Wie die anderen Werkstätten der Römer-Welt am *caput limitis*, so werden auch die Römische Glashütte und die Perlenöfen bei den Thementagen des Museums für Vorführungen antiker Handwerkstechniken genutzt. Darüber hinaus finden in der Römischen Glashütte regelmäßig kleinere Forschungsprojekte und Praxisteile von universitären Veranstaltungen statt. Hiermit fördert die Römische Glashütte die „Manuelle Glasfertigung“ als von der UNESCO anerkanntes Immaterielles Kulturerbe der Menschheit.

Während die Nachahmung römischer frei und formgeblasener Glasgefäße weitgehend mit den Arbeitstechniken moderner Glashütten realisierbar ist, erfordern spezielle Gefäße und Objekte der Antike andere, normalerweise heutzutage nicht mehr praktizierte Techniken. Beispiele sind die Herstellung von römischem Fensterglas im Streckverfahren sowie die Fertigung hellenistischer/römischer Mosaik- und Rippenschalen mittels eines Form- und Absenkprozesses, die beide mehrfach in der Römischen Glashütte erfolgreich umgesetzt werden konnten (WIESENBERG 2025a, 182-186). Hierfür waren die Forschungen und praktischen Erfahrungen von Mark Taylor und David Hill (THE GLASSMAKERS, <http://www.theglassmakers.co.uk>) Inspiration und wertvolle Hilfe.

Das Hauptseminar an der Ruhr-Universität Bochum

Im Wintersemester 2024/2025 sollte sich der Praxisteil des Hauptseminars „Kerngeformte Glasgefäße in der archäometrischen Forschung und im Experiment“ des Instituts für Archäologische Wissenschaften der Ruhr-Universität Bochum dem Vergleich verschiedener möglicher Herstellungstechniken dieser vor der Erfin-

dung der Glasmacherpfeife hergestellten Glasgefäße widmen. Als Untersuchungsgrundlage für mögliche Herstellungsspuren standen 34 Glasfragmente der privaten Sammlung von Alexander Kiseleff zur Verfügung, die 1982 in die Antikensammlung des Martin von Wagner Museums der Universität Würzburg eingegliedert wurde (STADLER ET AL. 2021). Da keine Informationen zu den Fundorten und Fundumständen der Fragmente vorlagen, war nur eine Evaluierung der Objekte selber möglich.

Im Institut für Archäologische Wissenschaften der Ruhr-Universität Bochum wurden die Glasfragmente von den Studierenden zunächst visuell inspiziert und beschrieben. Die Fragestellung der möglichen Herstellungstechnik(en) stand hier im Mittelpunkt, weshalb Schlieren, Auftreten und Formen eingeschlossener Blasen, Umwicklungsspuren auf der Gefäßinnenseite und Resten des Lehmkerns besondere Aufmerksamkeit gewidmet wurde. Durch makroskopische optische Untersuchungen mit Lupe, im Streiflicht oder UV-Licht ergaben sich leider keine eindeutigen Hinweise auf die Herstellungstechnik. Ebenso blieben Untersuchungen mit einem Keyence-Digitalmikroskop ohne entsprechenden Befund. Die zum Beispiel von E. Marianne Stern und Birgit Schlick-Nolte beschriebenen Rillen oder Spiralen, insbesondere innen in Nähe des Bodens (STERN, SCHLICK-NOLTE 1994, 40), ließen sich an keinem der Fragmente beobachten. Einige der Fragmente wiesen unebene Innenseiten mit starken Resten des Kernmaterials oder Trennmittels, in einzelnen Fällen sogar kleinere Quarzstückchen, auf. Andere Fragmente zeigten in diesem Bereich starke Bearbeitungsspuren und nur dünne Reste des etwaigen Kernmaterials (zur Diskussion der Beobachtungen siehe RUPPIENÉ, WIESENBERG 2025, 41-42). Die Frage, ob diese Spuren vom antiken Aus-

schleifen des Kernmaterials herrühren oder möglicherweise restaurierungsbedingt sind, ließ sich nicht klären.

Chemische Analysen der Glasfragmente konnten im Labor des Deutschen Bergbaumuseums durchgeführt werden. Sie ergaben, dass von den insgesamt 34 Fragmenten 28 in das 14. bis 13. Jahrhundert v. Chr. (spätbronzezeitliche Gefäße) und sechs in die 2. Hälfte des 1. Jahrtausends v. Chr. (mediterrane Gefäße) datieren. Eine Auswertung der Untersuchungen der Glasrezeptur mittels Rasterelektronenmikroskop soll noch zur Verifizierung der makroskopisch vorgenommenen Datierung folgen.

Vier mögliche Herstellungstechniken von kerngeformtem Glas

Während des Praxisprojektes in der Römischen Glashütte sollten folgende vier in der einschlägigen Literatur vorgeschlagene Herstellungstechniken für kerngeformtes Glas (GUDENRATH 1991; LABINO 1966; NICHOLSON, HENDERSON 2000; STERN, SCHLICK-NOLTE 1994; SCHULER 1962) experimentell überprüft werden:

1. Tauchverfahren, bei dem der Kern in zähflüssige Glasmasse getaucht wird.
2. Umspulen des Kerns mit einem aus einem heißen Glasposten gezogenen Faden.
3. Umspulen des Kerns mit einem vorgefertigten Glasstab.
4. Ummantelung des Kerns mit Glaspulver.

Die optische Untersuchung der Fragmente lieferte nur wenige Indizien zu der antiken Herstellungsweise. Bei vier Fragmenten waren im Bruch Schlieren zu erkennen, deren Grund wahrscheinlich eine in-

homogene Färbung ist. Die Orientierung der Schlieren, die grundsätzlich hohe Dichte des Glases, die Abwesenheit vieler kleiner Luftbläschen und das Fehlen von sichtbaren parallelen Schichten schienen die Ummantelung des Kerns mit Glaspulver auszuschließen.

Bei der praktischen Durchführung dieses Projektes war zu erwarten, dass die bisherige Infrastruktur in der RömerWelt am *caput limitis* nicht ideal für diese Techniken geeignet sein würde.

Einerseits dürfte die Maximaltemperatur der vorhandenen Perlenöfen für das Durchschmelzen des Kernes und der Glasmasse nicht ausreichen. Ohne übermäßige Rußentwicklung sind hier stabil erfahrungsgemäß nur knapp über 900 °C erreichbar (WIESENBERG 2018, 90). Andererseits bietet der bisherige Schmelz- und Arbeitsofen der Römischen Glashütte zwar die Möglichkeit, eine Schmelzschale mit maximal 800 ml Volumen (oder zwei kleinere Schmelzschalen für verschiedenfarbiges Glas) bei einer Arbeitstemperatur von 1.000 bis 1.100 °C aufzunehmen (WIESENBERG 2025b, 36), aber ein Arbeiten in unmittelbarer Nähe oder direkt im Ofen scheidet aufgrund der starken Hitzeabstrahlung aus. Nur das Tauchverfahren erschien hier direkt realisierbar. Für alle anderen Verfahren wäre eine Gestaltung des Arbeitsofens wünschenswert, bei der direkt am – oder noch besser im – Ofen gearbeitet werden kann. Hier sollte ein Ofen-Neubau Abhilfe schaffen.

Zum kontrollierten Abkühlen der Glasobjekte sollte aufgrund der bisherigen positiven Erfahrungen der bisherige Kühlöfen reichen, der sogar bei diffizilen Kühlaufgaben, wie bei den mehrfarbigen und unterschiedlich dickwandigen Mosaik-Rippenschalen, gute Ergebnisse geliefert hatte.



Abb. 1: Bau des neuen Glasofens auf einem Bollerwagen. – Building the new glass furnace on top of a handcart.



Abb. 2: Lagerung und Trocknung des neuen Glasofens in einem der Ausstellungsräume. – Storing and drying the new glass furnace in one of the exhibition rooms.



Abb. 3: Trockenbrennen des neuen Glasofens. – Dry firing the new glass furnace.

Ein neuer Glasofen

Aus Termingründen war der Bau des erforderlichen „XXL-Perlenofens“ erst im November 2024 möglich. Die spätherbstliche Witterung mit Nachtfrost erzwang, dass der Ofen mobil sein musste. Der museumseigene Bollerwagen löste das Mobilitätsproblem: Auf einer mit Stahlrahmen umwehrten Schamottplatte wurde im Außenbereich des Museums in mehreren Bauabschnitten der Lehmbau erledigt, wonach der Bollerwagen samt Ofen-Rohbau jeweils abends zum Trocknen in einen der Ausstellungsräume gezogen wurde (Abb. 1-2).

Das Ofenlayout beinhaltet zwei im rechten Winkel angeordnete Arbeitsöffnungen, ungefähr auf 2/3 der Ofenhöhe. Durch diese mit kleinen Ofentüren verschließbaren Arbeitsöffnungen sind zwei tiefere Schmelztiegel oder flache Schmelzschalen zugänglich. So soll nicht nur das Auf-

nehmen zähflüssiger Glasposten mit einem Stab möglich sein (Methode 2), sondern im Idealfall auch das Eintauchen (Methode 1). Wie bei den bisherigen Perlenöfen soll eine Kaminöffnung mit im Rand eingelassenen Schlitzten das Aufspulen eines Glasstabes ermöglichen (Methode 3). Das Aufschmelzen von Glaspulver (Methode 4) soll in der im Bereich der Arbeitsöffnungen anliegenden maximalen Hitze möglich sein.

Schon beim ersten Trockenbrennen des noch extrem feuchten Lehmofens zeigte sich, dass die erhoffte Arbeitstemperatur von 1.000 °C weit überschritten werden kann: Mehr als 1.100 °C waren schon beim ersten Versuch möglich (Abb. 3). Trotz einer Außentemperatur knapp über dem Gefrierpunkt waren während des am 30. November und 1. Dezember 2024 durchgeführten Praxisteils auf dem digitalen Messgerät Temperaturspitzen um 1.150 °C ablesbar, gemessen im Ofen in Höhe der Schmelzgefäße mit einem Thermosensor vom Typ K (Nickel-Chrom-Nickel). Bei dem Folgeprojekt am 29. und 30. März 2025 lagen diese Temperaturspitzen über 1.180 °C, was im Bereich der nur kurzzeitig maximal möglichen Temperatur der verwendeten Messtechnik liegt. In beiden Fällen war eine dauerhafte Arbeitstemperatur von über 1.100 °C möglich.

Zu den Kernen

Für das Experiment wurden Ansätze mit zwei verschiedenen Lehmarten aus dem Archäologiepark Römische Villa Borg und dem Archeocentrum Velzeke angesetzt. Während der letztere stark mit Holzmehl versetzt wurde, bot der erstere die Grundlage für eine ganze Reihe von Ansätzen mit verschiedenen organischen Magerungszusätzen. Hierfür wurde sogar Kameldung beschafft.



Abb. 4: Trocknen der Lehmkerne. – Drying the daub cores.



Abb. 5: Trocknen der Lehmkerne in einem kleinen elektrischen Ofen. – Drying the daub cores in a small electric kiln.



Abb. 6: Eintauchen des Lehmkerns in die Glasmasse. – Dipping the daub core into the molten glass.

Die Kerne wurden aus mit dem organischen Material versetzten Lehm handgeformt und auf Edelstahlstäbe als Halter gesetzt. Ab einer gewissen Menge des organischen Zusatzes war es kaum möglich, den Lehm am Haltestab anzubringen. Der Lehm haftete wesentlich besser an den Händen als am Metall. Abhilfe schaffte hier das äußerliche Aufbringen von Quarzsand, was eine Erklärung für die an Fragmenten der mediterranen Glasgefäße der Sammlung Alexander Kiseleff beobachtbaren Quarzkörner bieten könnte. Weil einige spätbronzezeitliche Fragmente der Sammlung das nahelegten, bekamen einige der Kerne eine Schicht aus stark kalkhaltigem Trennmittel.

Alle Kerne wurden getrocknet, zunächst durch Auslegen im Raum (*Abb. 4*), dann in einem kleinen elektrischen Muffelofen (*Abb. 5*). Vor ihrem Einsatz an einem der beiden Glasöfen wurden die Lehmkerne direkt am Kühlöfen vorgeheizt.

Die bei der Ausführung der vier Arbeitstechniken gewonnenen Erfahrungen

1. Das Tauchverfahren, bei dem der Lehmkern in flüssige Glasmasse getaucht wird, war prinzipiell sowohl im neuen Arbeitsofen als auch im großen Arbeitsofen realisierbar. Als Schwierigkeit zeigte sich, dass bei beiden Öfen der Kern nicht senkrecht, sondern nur schräg in die flüssige Glasmasse eingetaucht werden konnte (*Abb. 6*). Trotz Drehen des Haltestabes bei der Glasaufnahme war die Schichtstärke des Glases am oberen Rand stets am dünnsten, also genau dort, wo eigentlich viele röhrenförmige Alabastren einen verdickten Rand aufweisen. Hier musste für den Rand mehr Material manuell durch Aufwickeln eines heißen Glaspostens aufgebracht werden.

Eine Positionierung des Schmelzgefäßes genau so, dass die Glasmasse exakt vertikal entnommen werden kann, scheint



Abb. 7: Aufwickeln eines heißen Glaspostens auf den Lehmkern. – Winding a parison of hot glass onto a daub core.

aufgrund der Ofengeometrie und Flammenführung bislang schwer realisierbar. Zudem hielten einzelne Kerne dem Druck beim Eintauchen in die flüssige Glasmasse nicht stand und lösten sich vom Haltestab.

2. Das Umwickeln des Lehmkerns mit einem aus einem heißen Glasposten gezo-

genen Faden ließ sich vor beiden Glasöfen ideal praktizieren. Hierfür wurde der Kern im Glasofen vorgeheizt, dann ein Glasposten dem Schmelzgefäß im Glasofen entnommen und von diesem Posten ein langer Faden auf den Kern aufgewickelt/aufgespult. In sitzender Haltung ist dies einfach durch Abrollen des Haltestabes über die Oberschenkel reali-



Abb. 8: Herstellung von Wickelglasperlen mit Glasstab und Perlendorn. – Glass beadmaking using a glass rod and a steel mandrel.



Abb. 9: Auflöffeln von Glaspulver auf den Lehmkern. – Spooning on powdered glass onto the daub core.



Abb. 10: Aufwickeln eines Zierfadens. – *Trailing on a thread decoration.*

sierbar (Abb. 7). In kürzester Zeit sind so Dutzende Umdrehungen möglich. Dies kann für größere oder längere Objekte auch mehrfach wiederholt werden. Ein dickerer Glasauftrag an bestimmten Zonen des Gefäßes ist möglich, so zum Beispiel zum Formen einer Randlippe. Ein abrollendes Formen mit einer Maurerkelle kann helfen, ein gleichmäßiges Verschmelzen der Glasfäden zu erreichen und das Glas gleichmäßig am Kern zu verteilen.

Grundsätzlich war die Mehrzahl der so gefertigten Gefäße im Vergleich mit den Originalfragmenten zu dickwandig, insbesondere im Bereich des Bodens. Durch ausreichende Praxis sollte dieser Mangel aber abstellbar sein.

3. Das Umwickeln des Lehmkerns mit einem vorgefertigten Glasstab war nicht ideal praktikierbar. Am Perlenofen zeigte sich erwartungsgemäß, dass die oberhalb

der Arbeitsöffnung erzielbare Temperatur von etwa 900 °C zu gering war, um das Glas auf den mehrere Zentimeter dicken Kernen gut anzuschmelzen. Kleinere Perlen waren aber selbst bei der kalten Witterung machbar (Abb. 8). Die geringe Außentemperatur mag insbesondere im Wintertermin ihren Beitrag geleistet haben, aber die Erfahrung zeigt, dass sich die holzbefeuerten Perlenöfen generell mit dicken Objekten schwer tun. An der Kaminöffnung des neuen Glasofens war die Hitzeabstrahlung hingegen trotz der Arbeits-Schlitze so unangenehm, dass dort kein Gefäß entstand. Die Hitze hätte laut Infrarot-Laserthermometer wohl zum Aufwickeln eines „kalten“ Glasfadens ausgereicht, dieser hätte aber mit einer langen Zange gehalten werden müssen. Zudem war die Rußentwicklung an dieser Stelle besonders hoch, was ein Haften des Glases auf dem Kern erschwerte und ggf. Schlieren in das Glas eingezogen hätte.

4. Für die Ummantelung des Lehmkerns mit Glaspulver musste dieses erst durch Zermahlen von kobaltblauen Glasscherben in einem Mörser manuell hergestellt werden. Als Ergänzung stand noch rötliches Glas einer modernen Rezeptur zur Verfügung. Das Aufbringen erfolgte entweder durch Wälzen des heißen Kerns in Glaspulver oder Auflöffeln des Glaspulvers auf den heißen Kern (Abb. 9) – beides außerhalb des Glasofens. Durch die langen Nachheizphasen zum Schmelzen des Glaspulvers und das zum Erzielen einer gewissen Schichtstärke erforderliche mehrfache Wiederholen (ca. 50 Durchgänge für 2 mm Schichtstärke) hat sich diese Methode als extrem zeitaufwendig erwiesen. Dies soll aber nicht als Ausschlusskriterium verstanden werden.

Zweifel an dieser Methode sind stattdessen durch das Erscheinungsbild mit einer Vielzahl kleinster Lufteinschlüsse begründet, was so nicht bei den Originalen



Abb. 11: Verziehen des Fadendekors zum Vogelfedermuster. – Pulling the thread decoration into a feather pattern.

beobachtbar war. Durch die kleinsten Lufteinschlüsse erschienen die eigentlich aus transparentem, kobaltblauem Glas gefertigten Gefäße opak (RUPPIENÉ, WIESENBERG 2025, 43). Bei dieser Herstellungstechnik war es zudem kaum möglich, die für die Ausformung des Randes

erforderliche, lokal begrenzte Schichtstärke zu erreichen.

Als Dekoration konnte bei allen Herstellungstechniken ein Faden aus kontrastierendem Glas aufgespult werden. Alleine mit der Eintauch- oder Auflöffel-Technik ist



Abb. 12: Formen und Umverteilen des heißen Glases mit der Maurerkelle. – Forming and adjusting the distribution of the glass using a mason's trowel.

keine Fadenverzierung denkbar. Wie bei den antiken Vorbildern lieferte opakweißes Glas auf kobaltblauem Grund ein gutes kontrastreiches Ergebnis (Abb. 10). Für einen vorbildgetreuen Vogelfeder- oder Girlanden-Dekor standen spezielle Hakenwerkzeuge zu Verfügung. Die besten Ergebnisse ließen sich aber mit einer spitzen Maurerkelle erzielen (Abb. 11), die auch zum Formen und Begradigen des Glaskörpers gut geeignet war (Abb. 12).

Bei einzelnen der gefertigten Gefäße wurden noch kleine Henkelösen angefügt. Beide Dekorationselemente lassen sich ideal mit bereitstehendem flüssigem Glas realisieren, was eigentlich die Grundlage der Methode 2 darstellt. Diese Methode der Fertigung durch Umwickeln des Kerns mit einem aus einem heißen Glasposten gezogenen Faden war recht schnell erlern- und vor allem sehr schnell durchführbar. Sie brachte die besten Resultate hervor und erscheint auch nach Auswertung der originalen Fragmente recht wahrscheinlich.

Alle gefertigten Gefäße wurden in den bei 450 bis 500 °C verharrenden Kühlöfen gesetzt, der jeweils nach Ende des Arbeitstages über mehrere Stunden hinweg abkühlte. Bei einigen ließ sich der Haltestab sofort entnehmen, bei den meisten verblieb dieser im Gefäß und lugte oben aus dem Kühlöfen heraus (Abb. 13).

Leider waren nach Entnahme aus dem Kühlöfen am folgenden Morgen an den meisten der während des Projektes gefertigten Gefäße Risse erkennbar. Nur zwei auf extrem stark mit Holzmehl gemagerten Lehmkernen gefertigte Alabastren waren auf den ersten Blick rissfrei. Für die Entstehung der Risse kommen drei Gründe infrage:

Erstens die sehr niedrige Außentemperatur und der starke Wind, insbesondere beim ersten Projektteil im November/Dezember 2024.

Zweitens eine mangelhafte Menge an or-



Abb. 13: Blick in den Kühllofen. – A look inside the annealing oven.



Abb. 14: Arbeiten am neuen Glasofen. – Working at the new glass furnace.

ganischem Magerungsanteil im Kernmaterial.

Drittens der holzbefeuerte Kühllofen, der sich bei kaum gefüllter Gefäßkammer und kalter und windiger Witterung nur suboptimal langsam herunterfahren lässt.

Durch den zweiten Projektteil im März 2025 mit ähnlichen Ergebnissen kann der Einfluss der frostigen Witterung weitgehend ausgeschlossen werden. Somit bleibt eine Kombination des zu schnell reagierenden Kühllofens mit einer unpassenden Magerung des Kerns als Ursache übrig, wobei sich wahrscheinlich beide Faktoren gegenseitig verstärken. Bei einigen bronzezeitlichen Originalen sind Kernreste zu beobachten, die extrem



Abb. 15: Ein paar vorzeigbare Resultate des Projektes. – Some of the project's presentable results.

stark mit grobkörnigem organischen Magerungsmaterial versetzt sind (RUPPIENÉ, WIESENBERG 2025, 41). Dieser vermutlich sehr nachgiebige Kern könnte der Hauptgrund für die rissfreie Abkühlung der Glasgefäße gewesen sein.

Die besten Ergebnisse wurden mit extrem stark (ca. 40 % des Volumens) mit Holzmehl versetztem feinen Lehm aus Velzeke erzielt. Hier ließen sich auch mehrfach die Haltestäbe aus dem Kern ziehen, nachdem das Gefäß in den Kühllofen gelegt wurde. So ist einerseits eine Temperaturabfuhr durch den langen Edelstahlstab nicht mehr möglich, andererseits setzt der nun hohle Lehmkern dem abkühlenden und dabei schrumpfenden Glas ggf. weniger Widerstand entgegen. Beides sind Effekte, die theoretisch die Rissneigung minimieren.

Der Lehm aus Borg zeigte sich deutlich zäher und lässt sich selbst nach langer Wässerung nur schwer aus dem Glasge-

fäß entfernen. Die Zusammensetzung des Lehms selber könnte auch ein relevanter Faktor für die Entstehung von Rissen sein.

Als untauglich erwies sich die Beschichtung des Lehmkerns mit kalkhaltigem Trennmittel. In diesem Fall war es kaum möglich, Glas auf den Kern zu bekommen. Es bleibt daher eine offene Frage, wie die Aufbringung des Glases auf den spätbronzezeitlichen Gefäßen gelang, bei denen auf der Innenseite der Scherben noch Reste einer entsprechenden Schicht nachgewiesen wurden.

Schlussbemerkung

Trotz der kurzen Bau- und Trocknungszeit funktionierte der spezielle Ofen für das kerngeformte Glas hervorragend. Trotz des frostigen Wetters ergab sich für fast alle der Studierenden die Möglichkeit, nicht nur erstmals einen holzbefeuerten Arbeits- oder Kühllofen für Glas zu heizen,



Abb. 16: Ein Kern aus dem Lehm aus Velzeke ließ sich sehr einfach entfernen. – One core made of Velzeke loam was very easy to remove.

sondern auch eigene Erfahrungen im Umgang mit heißem Glas am Ofen zu sammeln (Abb. 14). Die bisher von den Seminarteilnehmerinnen und -teilnehmern durchgeführten Untersuchungen der Glasfragmente der Sammlung Alexander Kiseleff haben interessante Beobachtungen zu den Zusammensetzungen der antiken Lehmkerne gebracht. Die Auswertung der Erfahrungen am Ofen mit der Favorisierung der Fertigungsmethode durch Aufwickeln eines heißen Glaspostens passt gut zu den u. a. von Mark Taylor und David Hill vorgebrachten Erkenntnissen (siehe <http://www.theglassmakers.co.uk/archiveromanglassmakers/nl7text.htm>). Die Schwierigkeiten in Bezug auf die Risse der gefertigten Glasobjekte und die im Vergleich mit den Originalen noch recht dickwandigen Gefäße waren bei

dieser ersten Durchführung des Experimentes erwartbar und sollten durch entsprechende Praxis zukünftig minimierbar sein.

Angeichts der Tatsache, dass sowohl die Studierenden als auch die Kursleitung zuvor keine praktischen Erfahrungen mit kerngeformtem Glas aufwiesen, sind die erzielten Resultate doch beachtlich (Abb. 15-16). Eine baldige Fortsetzung des Projektes ist wünschenswert und steht für das Wintersemester 2026/2027 im Raum.

Literatur

GUDENRATH, W. 1991: Techniques of Glassmaking and Decoration. In: H. Tait (Hrsg.), Five Thousand Years of Glass. London 1991, 213-241.

LABINO, D. 1966: The Egyptian Sand-core Technique: a new interpretation. *Journal of Glass Studies* 8, 1966, 124-127.

NICHOLSON, P. T., HENDERSON, J. 2000: Glass. In: P. T. Nicholson, I. Shaw (Hrsg.), *Ancient Egyptian Materials and Technology*. Cambridge 2000, 195-224.

RUPPIENÉ, V., WIESENBERG, F. 2025: Technologie antiker Glaskunst im Experiment: Herstellung kerngeformter Gefäße der Spätbronzezeit. In: E. S. B. Ferreira et al. (Hrsg.), *Archäometrie und Denkmalpflege. Jahrestagung der Hochschule für Bildende Künste Dresden vom 18. bis 22. März 2025*. Metalla Sonderband 13/2025. Dresden 2025, 41-43.

SCHULER, F. 1962: Ancient Glassmaking Techniques. *The Egyptian Core Vessel Process*. *Archaeology* 15, 1962, 32-37.

STADLER, M. A. ET AL. (Hrsg.) 2021: Die Sammlung Kiseleff im Martin-von-Wagner-Museum der Universität Würzburg. Teil 1: Ägyptische und koptische Antiken. Wiesbaden 2021.

STERN, E. M., SCHLICK-NOLTE, B. 1994: Frühes Glas der Alten Welt 1600 v. Chr. - 10 n. Chr. (Sammlung Ernesto Wolf). Stuttgart 1994.

WIESENBERG, F. 2018: Glasperlenherstellung am holzbefeuerten Lehmofen. *Experimentelle Archäologie in Europa* 17. Jahrbuch 2018, 87-100.

WIESENBERG, F. 2025a: Die Römische Glashütte in der RömerWelt am *caput limitis* zwischen Experiment, Versuch und Vermittlung. *Experimentelle Archäologie in Europa* 24. Jahrbuch 2025, 173-187.

WIESENBERG, F. 2025b: Reduce to the Max – oder: Wie klein darf ein römischer Glasofen sein? *Experimentelle Archäologie in Europa* 24. Jahrbuch 2025, 21-38.

Abbildungsnachweis

Abb. 1-3, 13-14, 16: Frank Wiesenberger

Abb. 4-5, 7, 10-12, 15: Vilma Ruppienė

Abb. 6: Viola Ballay

Abb. 8: Nicole Jörß

Abb. 9: Marco Harig

AutorInnen

Jun.-Prof. Dr. Vilma Ruppienė

Ruhr-Universität Bochum

Institut für Archäologische
Wissenschaften

Am Bergbaumuseum 31

44791 Bochum

Deutschland

<https://www.archwiss.ruhr-uni-bochum.de>

Frank Wiesenberger MA

Museumspädagogische Dienstleistungen
und EDV-Service

Stammheimer Str. 135

50735 Köln

Deutschland

frank@frankwiesenberger.de

<http://www.frankwiesenberger.de>

<http://www.glasrepliken.de>

Römische Glashütte

in der RömerWelt am *caput limitis*

Arienheller 1

56598 Rheinbrohl

<http://www.roemischeglashuette.de>

<https://www.roemer-welt.de>