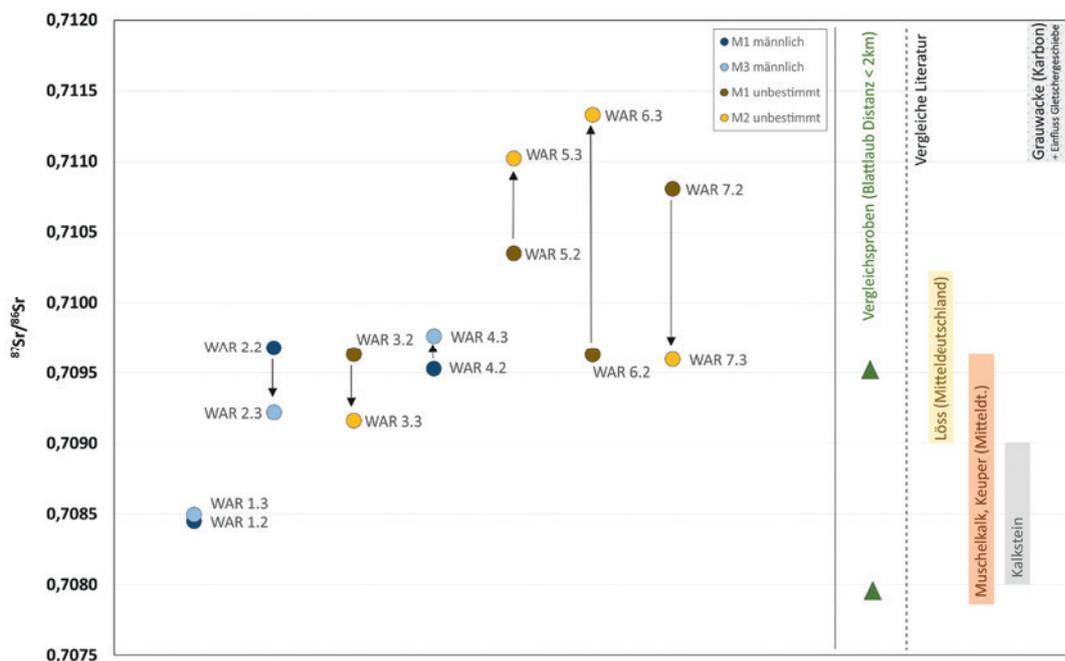


Abb. 4  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Isotopenverhältnisse der Zahnschmelzproben der sieben untersuchten menschlichen Individuen aus den Megalithgräbern von Warburg, von zwei Vergleichsproben (Vegetation) aus der nahen Umgebung der Gräber sowie der Literatur entnommene charakteristische Strontiumisotopensignaturen für die geologischen Einheiten aus Warburg und Umgebung (< 25 km) (Daten und Grafik: Integrative Prähistorische und Naturwissenschaftliche Archäologie, Universität Basel/ C. Gerling, T. Doppler).



### Summary

This paper presents new AMS dates and the results of strontium and oxygen isotope analyses carried out on seven individuals from three gallery graves at the Late Neolithic cemetery of Warburg. A first set of samples point to interesting new research approaches to the study of mobility patterns and different lifestyles and economic systems of the individual funerary communities; the insight gained will be enhanced by DNA analyses that are currently underway.

### Samenvatting

Van zeven individuen uit de middenneolithische necropool van Warburg zijn nieuwe AMS  $^{14}\text{C}$ -dateringen en de resultaten van isoto-

penanalyses (strontium en zuurstof) beschikbaar. Het resultaat van de streekproef vormt een veelbelovende aanzet voor onderzoek naar mobiliteitspatronen en de bestaanswijzen van de individuele »funeraire gemeenschappen«, die aangevuld zullen worden met de resultaten van lopend DNA-onderzoek.

### Literatuur

- Klaus Günther**, Die Kollektivgräber-Nekropole Warburg I–V. Bodenaltertümer Westfalens 34 (Mainz 1997). –  
**Holger Löwen**, Menschenreste (Warburg I–V). In: Klaus Günther, Die Kollektivgräber-Nekropole Warburg I–V. Bodenaltertümer Westfalens 34 (Mainz 1997) 39–47; 81–91; 112–128; 191–194.

## Mittelalter Luppen und geschmiedete Stangen des Mittelalters aus Burbach-Lippe

Daniel Demant,  
Manuel Zeiler

Kreis Siegen-Wittgenstein, Regierungsbezirk Arnsberg

Gerhard Gläser führt seit Jahrzehnten Geländebegehungen im Siegerland durch, vor allem im Raum Burbach. Der Heimatforscher entdeckte und dokumentierte detailliert eine Vielzahl an archäologisch relevanten Reliefstrukturen, wie Podien, Meiler, Hohlwege oder

Schlackenplätze, wodurch die Täler von Buchheller und Mischebach samt Zuflutern südlich des Burbachs zu den am intensivsten prospektierten Regionen der Montanlandschaft Siegerland zählen. Ein neuer Höhepunkt seiner Forschungen ist die Entdeckung von mittel-

terlichen Luppen und Schmiedeerzeugnissen, der sich archäometallurgische Analysen sowie eine archäologische Untersuchung der Fundstelle im Jahr 2018 anschlossen.

Der Fundplatz, eine ausgedehnte Schlackenhalde von ca. 200m<sup>2</sup>, liegt im Areal »Fuchsstein« an einem zum Buchhellertal nach Westen abfallenden Hang nördlich von Burbach-Lippe, Kreis Siegen-Wittgenstein. Sie ist mehrphasig und datiert in die Eisenzeit und in das Mittelalter, wobei an der Oberfläche mittelalterliche Schlacken deutlich dominieren. Zwei kleine archäologische Sondagen im Oktober 2018 erbrachten Holzkohle, deren Radiokarbonaten in das Hochmittelalter weisen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die wenigen Radiokarbonaten keine Aussagen dazu liefern, über welchen Zeitraum an dieser Fundstelle mit großen Schlackenmengen verhüttet wurde.

Labor-nummer MAMS	<sup>14</sup> C-Alter [yr BP]	<sup>13</sup> C-AMS [‰]	cal 1-sigma	cal 2-sigma
39408	954 ± 22	-25,4	calAD 1029– 1148	calAD 1024–1153
39409	952 ± 16	-23,2	calAD 1031–1147	calAD 1025–1153

Die bereits erwähnten Funde von Gerhard Gläser, zwei Luppen und vier Eisenstangen, lagen an der Oberfläche. Die Luppen wiegen jeweils ca. 9kg und sind durch eine Brotlaibform mit ca. 26cm Länge charakterisiert (Abb. 1). Die Stangen sind jeweils ca. 60cm lang, leicht gebogen, weisen einen langrechteckigen Querschnitt auf und wiegen ca. 2,3kg. Die Stangen lagen dicht parallel nebeneinander (ehemals gebündelt?) und die Luppen 6m nördlich bzw. 5m südlich entfernt.

Generell finden sich Luppen höchst selten an Hüttenplätzen. Lediglich aus Norwegen oder Ungarn ist bislang eine nennenswerte Zahl an Fundstellen bekannt, die aber chronologisch unspezifisch sind. Auch die zeitliche Einordnung der Burbacher Luppen und Eisenstangen ist nur anhand des Kontextes möglich: Da der eisenzeitliche Werkplatz massiv im Mittelalter gestört wurde und Luppen sowie Stangen oberflächennah lagen, ist ihre Zuordnung zur mittelalterlichen Werkphase wahrscheinlich.

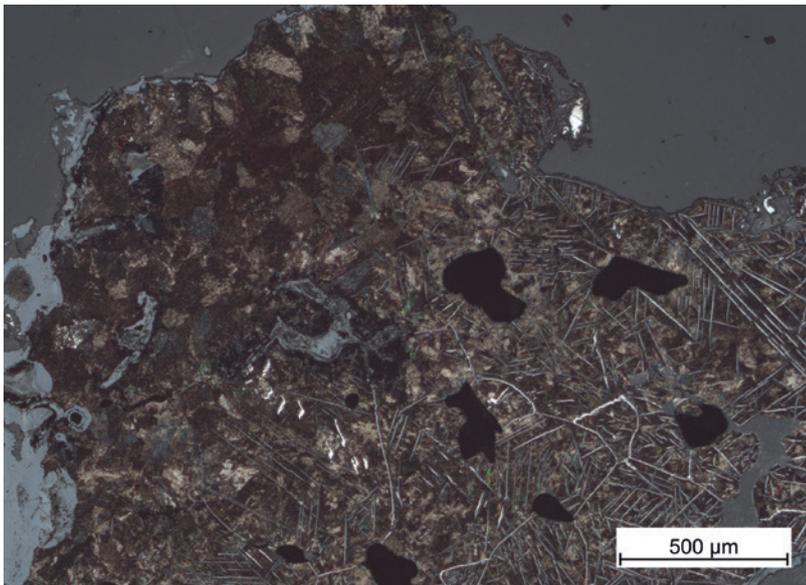


Abb. 1 Angeschliffene Eisenstange (Ausschnitt) sowie halbierte Luppe (Foto: LWL-Archäologie für Westfalen/T. Poggel).

Dank der Unterstützung von Reinhard Weber und Steffen Schlabach konnten je ein Barren und eine Luppe mit einer Wasserstrahl-schneidemaschine für nachfolgende archäometallurgische Untersuchungen (an)geschliffen werden (Abb. 1). Danach wurde am Deutschen Bergbau-Museum Bochum zuerst ein Teil aus der Luppe mit einer wassergekühlten Diamantsäge herausgesägt und anschließend ebenso wie das herausgeschnittene Stück der Stange vorgeschliffen, um diese besser begutachten zu können. Wie bereits im ersten Schnitt zu erkennen war, weist die Luppe sehr viele Hohlräume auf, zum Teil mit Schlacke gefüllt. Im Gegensatz zur Luppe ist der oberflächliche Rost der Stange vereinzelt tiefer in den Fund eingedrungen. Auch konnten bereits mit bloßem Auge Schlackeneinschlüsse erkannt werden, welche entlang der Längsachse der Stange eingeregelt sind, was auf Schmiedetätigkeiten zurückzuführen ist (Abb. 2).



Abb. 2 Angeschliffene Luppenprobe (oben) mit zahlreichen Hohlräumen, Schlackeninklusio-nen und -anhaftungen sowie Stangenprobe (unten) mit eingeregeltten Schlackeneinschlüssen (Foto: Deutsches Bergbau-Museum Bochum/D. Demant).

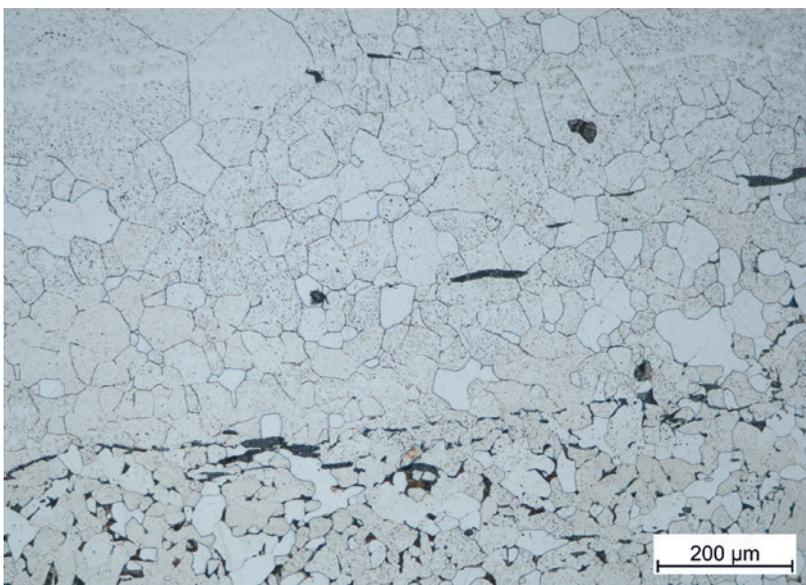


**Abb. 3** Luppe, geätzt mit  $\text{HNO}_3$ . Rechts Stahlgefüge aus Perlit mit Korngrenzzementit und Zementitnadeln, links perlitisches Stahlgefüge (Foto: Deutsches Bergbau-Museum Bochum/D. Demant).

Die Ergebnisse der ersten mikroskopischen Betrachtungen gleichen denen der makroskopischen Begutachtung. Für die weiterführenden Untersuchungen, um die Gefügestrukturen der Proben sichtbar zu machen, wurden die Anschliffe mittels dreiprozentiger alkoholischer Salpetersäure (Nital) angeätzt.

Für die Bewertung der Eisenqualität von Luppe und Stange ist die Bestimmung des Kohlenstoffgehalts wichtig, da Eisen beispielsweise bei zu hohem Kohlenstoffgehalt nicht schmiedbar ist. Zunächst wurde angenommen, dass die Stangen aus Luppen geschmiedet wurden. Doch Luppe und Stange unterscheiden sich fundamental: Die Luppe weist ein übereutektoides Stahlgefüge bestehend aus Perlit mit Zementitnadeln und teilweise auch Korngrenzzementit auf. Der Kohlenstoff-

**Abb. 4** Stange, geätzt mit  $\text{HNO}_3$ . Abrupter Wechsel von ferritischem zu ferritisch-perlitischem Gefüge (Foto: Deutsches Bergbau-Museum Bochum/D. Demant).



gehalt, anhand der Gefüge optisch bestimmt, liegt zwischen 1,4 und 1,6 Gew%. An wenigen Stellen ist eine Randentkohlung aufgetreten. Das Gefüge besteht hier nur aus Perlit und besitzt einen Kohlenstoffgehalt von ca. 0,8 Gew%, was einem eutektoidem Stahl entspricht (**Abb. 3**).

Demgegenüber besteht der größte Teil des Gefüges der Stange aus Ferrit. Der Kohlenstoffgehalt variiert zwischen ca. 0 und 0,01 Gew%, sodass eigentlich nicht mehr von einer Stahl-, sondern von einer Eisenstange gesprochen werden müsste. Lediglich ein schmaler Bereich ( $< 0,5 \text{ mm}$ ) an einer der Außenseiten enthält mehr Kohlenstoff. Das Gefügebild zeigt in diesem Segment Ferrit mit wenig Perlit. Der Anteil an Kohlenstoff liegt bei ca. 0,1 Gew% (**Abb. 4**).

Die nichtmetallischen Bestandteile der untersuchten Objekte sind fast ausschließlich Schlackeninkclusionen, wenngleich in der Luppe vereinzelt Holzkohlenstücke zu finden sind. Bei den Schlackeneinschlüssen handelt es sich bei der Luppe ausnahmslos um die fayalitische Variante, einem Eisensilikat mit einem geringen Anteil Wüstit, einem Eisenoxid. Demgegenüber besitzt die Stange neben Fayalitschlacken auch Glasschlackeneinschlüsse (**Abb. 4**). Dabei sind die Fayalitschlackenreste hauptsächlich in Bereichen mit höherem Kohlenstoffgehalt zu finden und die glasigen Schlacken ausschließlich in dem mit dem niedrigeren Gehalt (**Abb. 5**).

Sowohl makroskopisch als auch mikroskopisch fällt auf, dass die Luppe neben unverformten Hohlräumen besonders an den Außenseiten auch Schlackenreste aufweist. Ein zu erwartendes Bild, da Luppen nach der Verhüttung noch von diesen Blasen, Einschlüssen und Anhaftungen befreit werden müssen, um einen gleichmäßigen und sauberen Stahl zu erhalten. Diese Raffination wird Ausheizen genannt und durch abwechselndes Erhitzen und Schmieden erreicht. Der Kohlenstoffgehalt der Luppe ist relativ homogen, was auf einen konsistenten Verhüttungsprozess schließen lässt. Die wenigen kleinen Bereiche, an denen ein Randentkohlen stattgefunden hat, widersprechen dem nicht.

Die Stange hingegen zeigt eine größere Heterogenität im Kohlenstoffanteil. Dies ist bedingt durch zwei in sich homogene Bereiche, deren Kohlenstoffgehalt sich voneinander unterscheidet. Auffällig dabei sind der abrupte Wechsel sowie unterschiedliche Arten von Schlackeneinschlüssen, die entlang der Längs-

achse eingeregelt sind. Letztere sind das Resultat der Bearbeitung während des Ausschmiedens des Objektes: Die Stange könnte aus zwei unterschiedlichen Stählen hergestellt worden sein.

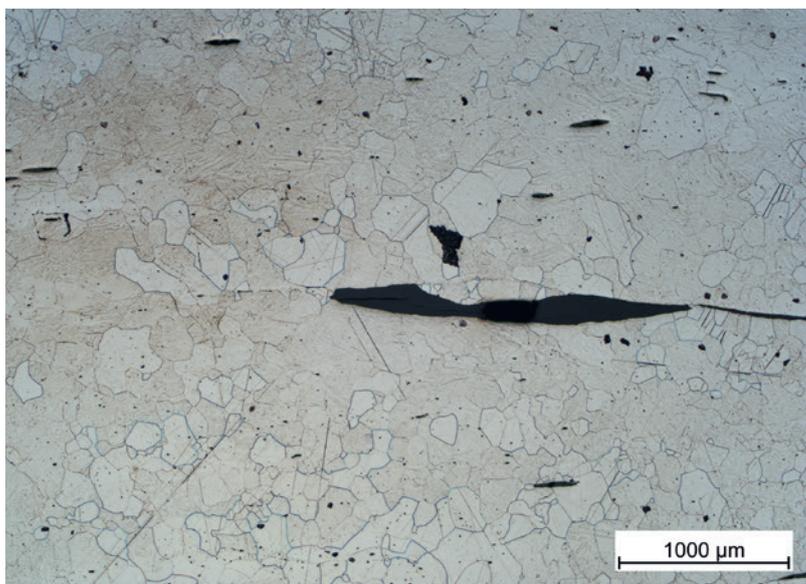
Die Unterschiede der Kohlenstoffgehalte zwischen Luppe und Stange sind bemerkenswert: Der Aufwand, aus einer kohlenstoffreichen Luppe ein fast reines Eisen zu gewinnen, wäre enorm. Folglich ist es unwahrscheinlich, dass die Stange aus einer Luppe wie der oben beschriebenen geschmiedet wurde. Daher ist denkbar, dass die Stange entweder aus kohlenstoffarmen Luppen geformt wurde oder aus gefrischtem Roheisen besteht. Roheisen wurde im Burbacher Raum vermutlich bereits ab dem Hochmittelalter in frühen Hochöfen produziert und anschließend entkohlt (Frischen). Sollte Letzteres zutreffen, ist die Fundstelle zukünftig auf Abfälle des Frischeverfahrens zu untersuchen, welches für das Hochmittelalter im Siegerland noch nicht archäologisch nachgewiesen werden konnte.

### Summary

For the first time in Westphalia, completely preserved lumps of bloom were found near Burbach-Lippe in the Siegerland region. They were discovered lying on a slag heap at a smelting site dating from the Iron Age and the Middle Ages, which was examined by means of small test excavations. Scientific analyses provided evidence of various processes involved in the production of steel from bloom to ingot.

### Samenvatting

Bij Burbach-Lippe in het Siegerland zijn voor het eerst in Westfalen compleet bewaard gebleven wolven (ruw ijzer) en baren ontdekt. Ze lagen op de slakkenhoop van een ijzerproductieplaats die door middel van kleine proefgaten is verkend en die uit de ijzertijd en de middeleeuwen dateert. Er zijn aanwijzingen voor verschillen in de productieprocessen van het staal van een natuurwetenschappelijk geanalyseerde wolf en baar.



### Literatur

**Egon Kauczor**, Metall unter dem Mikroskop – Einführung in die metallographische Gefügelehre (Berlin 1974). – **David A. Scott**, Metallography and Microstructure of Ancient and Historic Metals (Marina del Rey 1991). – **Arne Espelund**, The Evidence and the Secrets of Ancient Bloomery Ironmaking in Norway – with an Extension to the Beginning of the Industrial Period (Trondheim 2013). – **Thomas Birch**, Abandoned or Unused? Ultra-high Carbon Steel and Cast Iron Lumps from Semlach/Eisner. In: Brigitte Czech, Die Produktion von Ferrum Noricum am Hüttenberger Erzberg (Wien 2017) 131–149. – **Manuel Zeiler**, Archäologische Forschungen zur mittelalterlichen Rennfeuertechnologie im Siegerland. Siegerland 94, 2017, 22–51.

**Abb. 5** Glasschlackeneinschlüsse im ferritischen Bereich der Stange (Foto: Deutsches Bergbau-Museum Bochum/D. Demant).