

Wie entsteht ein antikes Industrierevier? Das Beispiel Osteifel

Einleitung

Industrie vor dem Industriezeitalter – gibt es so etwas überhaupt? Wird ein vormodernes Revier mit diesem Begriff belegt, sind rasch Zweifel bei der Hand, ob eine Produktion des Mittelalters, der Antike oder sogar der Vorgeschichte mit der Bezeichnung „Industrie“ treffend charakterisiert ist. Schließlich setzt der Industriebegriff, wie ihn vorwiegend die technik- und wirtschaftshistorische Forschung vertritt, einen hohen Mechanisierungsgrad voraus und ist daher zwangsläufig auf das Zeitalter der Industrialisierung beschränkt. Die aus den technischen Entwicklungen resultierenden gesellschaftlichen Wandlungsprozesse werden als neu und einzigartig begriffen.¹ Doch beobachten wir Vorläufer solcher Prozesse durchaus bereits in vormodernen Zeiten.² Daher soll als Industrierevier hier ein Revier verstanden werden, in dem über längere Zeit hochwertige Produkte in standardisierten arbeitsteiligen Herstellungsprozessen und in hoher Stückzahl für einen überregionalen Markt erzeugt wurden.³

Genau dies trifft auf das Steinbruch- und Bergwerksrevier (Abb. 1) zwischen Mayen und Andernach (Landkreis Mayen-Koblenz) im erdgeschichtlich jungen Vulkangebiet der Osteifel zu.⁴ Es reicht in seinen Anfängen in das Frühneolithikum zurück und entwickelte sich spätestens in der römischen Epoche zu einem der großen frühen Industriereviere für mineralische Rohstoffe der Alten Welt. Eine wichtige Voraussetzung hierfür waren die natürlichen Gegebenheiten, insbesondere gut erreichbare Rohstoffe von hoher Qualität sowie Energielieferanten wie Holz und Wasser. Steine und Erden bildeten die Grundlage; Mühlsteine aus Basaltlava, Bausteine aus Tuff und Gefäßkeramik waren die wichtigsten Produkte. Über den Fernhandel gelangten sie in weite Teile Europas. Möglich machte dies die verkehrsgeographisch günstige Lage der Lagerstätten und Produktionsanlagen nahe den Wasserstraßen Rhein und Mosel sowie, insbesondere seit der römischen Epoche, eine gut funktionierende regionale und überregionale Infrastruktur.

In der Archäologie seit langem ein Begriff, war das Osteifeler Revier dennoch nie zuvor zusammenhängend studiert worden.⁵ Anlass zur erneuten Beschäftigung mit dieser Landschaft gab das Bestreben, deren natürliches und kulturelles Erbe zu bewahren, zu erforschen und schließlich der Öffentlichkeit zu vermitteln. Zu diesem Zweck wurde der Vulkanpark Osteifel ins Leben gerufen⁶, in dem sowohl Denkmäler der Erdgeschichte als auch solche aus Archäologie und Technikgeschichte zusammengeschlossen sind. Im Rahmen der Konzeption und Implementierung des Vulkanparks konnten neue Prospektionen und Ausgrabungen unternommen, aber auch altes Fund- und Datenmaterial neu bewertet werden. So erschloss sich ein reichhaltiges Bodenarchiv, das neben erdgeschichtlich bedeutenden Aufschlüssen zahlreiche Quellen zu Rohstoffnutzung und Wirtschaft in verschiedenen Epochen bereithält.

Damit waren die Voraussetzungen geschaffen, um ein vormodernes Industrierevier über längere Zeiträume hinweg zu betrachten. Von Anfang an war klar, dass nicht nur unmittelbar ökonomische Aspekte in den Blick genommen werden durften, wollte man das Revier in seinem größeren Kontext als Wirtschaftsraum verstehen. Ein Wirtschaftsraum ist nach gängiger Definition⁷ ein durch ökonomische Aktivitäten des Menschen organisierter und gestalteter Erdrum, der durch bestimmte Kriterien charakterisiert

How does an ancient industrial mining area come about? The example of the eastern Eifel

The term “industry” or “industrial mining area” is often used solely to describe Industrial Age phenomena. Even as long ago as pre-modern times, however, we can find production sites that were exporting well beyond their regional boundaries and that bear some of the hallmarks of industrial mining areas. One such area is the eastern Eifel in northern Rheinland-Palatinate, which was once home to many quarries and mines dating back to the early Neolithic period. The basis here is formed by mineral resources, among which basalt lava has been exploited for the longest. A groundbreaking innovation – the two-part rotary mill – sparks lasting economic growth during the Celtic era. Around the dawn of the first century AD, this development is given new momentum through the influence of the Romans. Other types of production are added, and the eastern Eifel becomes a major early industrial mining area in the ancient world, triggering processes of transformation in the economy and society.

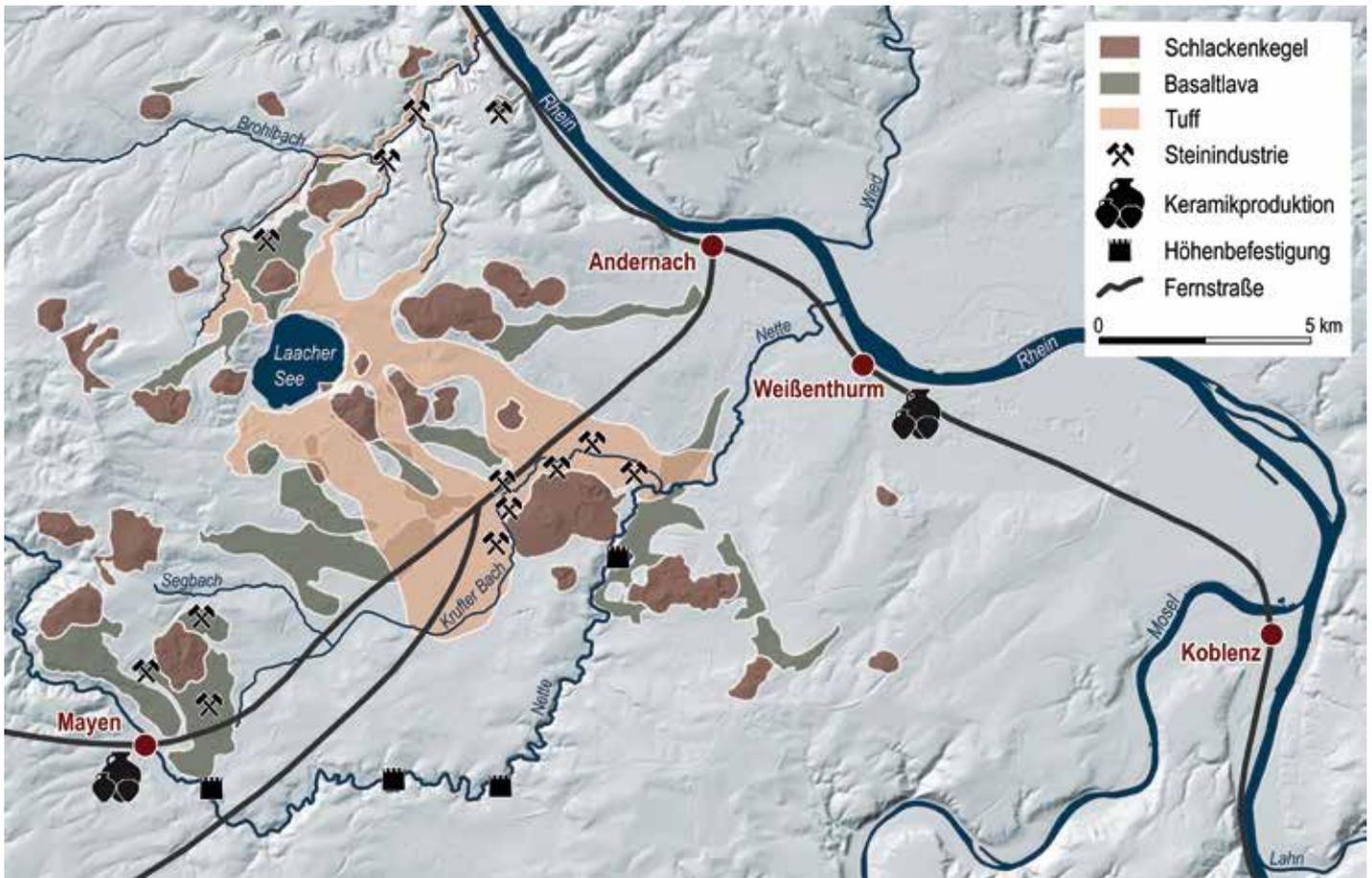


Abb. 1: Das antike Industrieviertel der Osteifel mit vulkanischen Rohstoffen, Abbaurealen, Großtöpfereien und Infrastruktur. (© Grafik: Benjamin Streubel, RGZM)

ist. Dies sind neben den natürlichen raumprägenden Gegebenheiten die funktionalen Verflechtungen, wie Infrastruktur, Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung, aber vor allem auch sozio-ökonomische und historisch-kulturelle Kriterien. Gefragt war somit ein ganzheitlicher Forschungsansatz, der das gesamte Revier, einschließlich Landnutzung und Sozialstruktur, erfasste. Dabei sollte die Wechselwirkung zwischen ökonomischen und gesellschaftlichen Wandlungsprozessen in Form von beruflicher Diversifizierung, sozialer Hierarchisierung und Mobilität sichtbar werden. Archäologisch gesprochen, mussten also neben Steinbrüchen und Bergwerken auch urbane und ländliche Siedlungen, Kult-, Grab- und Verteidigungsanlagen sowie Verkehrswege berücksichtigt werden. Dies war die Basis für das Forschungsprogramm „Entstehung einer Industrielandschaft – Das antike Steinbruch- und Bergwerksrevier zwischen Eifel und Rhein“, über dessen Ergebnisse hier in Teilen berichtet werden soll. Dieser Beitrag konzentriert sich auf die initiale Entwicklung des Reviers zu einem überregional agierenden Wirtschaftsraum. Fassbar wird sie am Rohstoff Basaltlava und dessen Verarbeitung zu Reib- und Mühlsteinen. Die beiden anderen großen Wirtschaftszweige, Tuffgewinnung und Keramikproduktion, finden an passender Stelle Erwähnung.

Die Mühle – ein Wissens- und Technologietransfer

Die Geschichte unseres vormodernen Industrieviertels beginnt mit einem Technologietransfer, der weitreichende Auswirkungen auf die gesamte alte Welt haben sollte. In keltischer Zeit wur-

de mit der zweiteiligen drehbaren Mühle eine Maschine aus dem Mittelmeerraum übernommen, die den zuvor gebräuchlichen Getreidereiben bei weitem überlegen war. Durch die Umsetzung der Hin- und Her-Bewegung des Reibsteins in die Drehbewegung der Mühle ließ sich einer der wichtigsten Arbeitsgänge in der täglichen Lebensmittelversorgung, die Aufbereitung von Getreide für den Verzehr, immens beschleunigen; wie Untersuchungen und Versuche ergaben, ist die Mühle im Vergleich zum Reibstein sechsfach bis zwölfmal effizienter.⁸ Anders ausgedrückt, konnte nunmehr eine Person die Arbeit von sechs bis zwölf Personen in demselben Zeitraum erledigen. Die sozioökonomischen Vorteile einer solchen Entwicklung liegen auf der Hand.

Die Erfindung der Mühle

Wann und wo genau die Mühle erfunden wurde, war im Lauf einer gut hundertjährigen Forschungsgeschichte stark umstritten – mehr als einmal wurden anerkannte Thesen durch Neufunde wieder hinfällig.⁹ Nach dem derzeitigen Wissensstand stammen die ältesten sicher belegten Mühlen der antiken Welt aus dem Nordosten der Iberischen Halbinsel und der Region Languedoc-Roussillon. Sie gehören in die Zeit um 500 v. Chr. Dabei treten schon zu Beginn neben kleinen Handmühlen auch große Hebelmühlen in Erscheinung, die von zwei Personen zu bedienen waren. Lange galten die Phönizier als Träger der bahnbrechenden Innovation; durch deren rege Handelstätigkeit sollte sich die Technik rasch im westlichen Mittelmeerraum verbreitet haben. Heu-

te hingegen wird eine Erfindung innerhalb der iberischen Kultur für wahrscheinlich gehalten, zumal die Mühlengesteine im direkten Umfeld der Siedlungen verfügbar waren.¹⁰

Italien scheint in dieser frühen Zeit keine drehbaren Mühlen zu kennen, was möglicherweise dem Forschungsstand geschuldet ist. Im östlichen Mittelmeerraum hingegen setzte sich eine andere Mahltechnik durch. Dort entwickelte sich spätestens im 5. Jahrhundert v. Chr. die sogenannte Olynthische Mühle, die man in Griechenland und seinen Kolonien offenbar bis in das 1. Jahrhundert n. Chr. beibehielt und erst unter römischem Einfluss allmählich durch unterschiedliche Drehmühlen ersetzte; in der Levante hielt sie sich noch bedeutend länger.¹¹ Bei der Olynthischen Mühle handelt es sich um einen weiterentwickelten und verbesserten Reibstein mit zentralem Trichter, der mit Hilfe eines Hebels bedient wurde. Sie gelangte im 4. und 3. Jahrhundert v. Chr. durch griechische Kolonisation auch in die Provence und weitere westeuropäische Regionen, vereinzelt bis nach Mitteldeutschland, jedoch nicht in das Innere der Iberischen Halbinsel, wo bereits die zweiteilige Mühle Fuß gefasst hatte.¹²

Verschiedene Wege der Mahltechnik – Spurensuche auf Sizilien

Die westliche und die östliche mediterrane Kultursphäre zeigen somit grundsätzlich unterschiedliche Entwicklungen. Um diesem Phänomen nachzuspüren, unternahm Christoph Schwall im Rahmen seiner Magisterarbeit eine Untersuchung zur Mahltechnik im Fundort Selinunt an der Südwestküste Siziliens.¹³ Die zentral im Mittelmeer gelegene Insel gilt als Kornkammer der Antike und war somit Anziehungspunkt für zahlreiche Koloniegründungen. Selinunt war vom späten 7. bis zum späten 5. Jahrhundert v. Chr. griechische Kolonie und stand danach bis zu seiner Aufgabe um 250 v. Chr. abwechselnd unter der Kontrolle Griechenlands und Karthagos.

In der Siedlung fanden sich neben Reibsteinen auch Olynthische Mühlen und eine Drehmühle. Die Reibsteine von der Agora stammen in der Mehrzahl aus Zusammenhängen des 6. Jahrhunderts v. Chr. Die meisten gehören zu ein und demselben Typ mit annähernd rechteckigen Unterliegern, die bereits zur Olynthischen Mühle überleiten und somit eine Vorstufe dieser ostmediterranen Mühlenform darstellen.¹⁴ Auch naturwissenschaftliche Herkunftsbestimmungen durch Tatjana Gluhak weisen die Reibsteine von Selinunt klar dem griechischen Einflussgebiet zu.¹⁵ Vergleichsstücke ähnlicher Zeitstellung finden sich in ganz Sizilien, sowohl in griechischen als auch in punisch-phönizischen Kolonien sowie in indigenen Siedlungen. Voll ausgeprägte Olynthische Mühlen, in Selinunt selbst nur mit einem terminus ante quem von ca. 250 v. Chr. datierbar, erscheinen in anderen sizilianischen Siedlungen möglicherweise ab dem späten 5. Jahrhundert, sicher ab dem 4. Jahrhundert v. Chr.¹⁶

Zeitgleich treten auf Sizilien aber auch hohe drehbare Mühlen auf, die wie eine kleinere Ausführung der späteren pompejanischen Mühlen wirken, und zwar ebenfalls in griechischen, phönizischen und indigenen Gründungen, auch in Selinunt. Dieser Typus, nach dem Fundort Morgantina benannt, ist seiner Verbreitung nach eine Entwicklung des westlichen Mittelmeerraums.¹⁷ Erst viel später tritt er auch auf Zypern und in der Levante in Erscheinung.¹⁸ Sizilien wird somit frühzeitig von beiden Entwicklungssträngen der Mahltechnik berührt, möglicherweise durch den Einfluss des hier omnipräsenten Militärs.¹⁹

Darüber hinaus steht auch die Möglichkeit einer autochthonen Entwicklung der Drehmühle auf Sizilien im Raum. Drei indigene Siedlungen im Hinterland von Selinunt haben, noch ungesicherte, Hinweise auf Handmühlen aus lokalem Gestein geliefert. Diese entsprechen zumindest in Grundform und Zeitstellung den frühesten spanischen Mühlen und wären somit älter als die oben erwähnten Morgantina-Mühlen. Gerade im Nordwesten der Insel ist westlich-phönizischer Einfluss auch in dieser Frühzeit, ab Mitte des 6. Jahrhunderts v. Chr., durchaus denkbar, sodass auch ein Technologietransfer in Frage käme.²⁰ So könnten Sizilien durch künftige Forschungen weiter zur Frage nach Ursprung und Ausbreitung verschiedener Mühlenformen beitragen.

Die Mühle wandert nach Norden

Während sich immer deutlicher die Iberische Halbinsel und die Region Languedoc-Roussillon als Herkunftsgebiet der ersten Mühlen abzeichnen (siehe oben), gibt ihr Aufkommen im Europa nördlich der Alpen mancherorts noch Rätsel auf. Auffällig sind mehrere Mühlenfunde aus dem 5. Jahrhundert v. Chr. in Süd- und Mittelengland. Sie lassen sich am ehesten als Begleiterscheinung des Zinnhandels deuten, wobei die Innovation England über den Seeweg oder über die französischen Binnenschifffahrtrouten erreicht haben kann.²¹ Auf dem Festland zeigt das Verbreitungsbild durchaus nachvollziehbar an, wie sich die Mühle von der Mittelmeerküste in das Innere Spaniens und Südfrankreichs ausbreitete.²² Ihre Übernahme in weiter nördlich gelegenen Gebieten lässt sich dank intensiver Forschungen der *Groupe Meule* derzeit vor allem in Frankreich nachverfolgen.²³ Ein Verbreitungsweg über die Flüsse Rhône, Saône und Doubs deutet sich an. Um 250 v. Chr. (Latène B2/C1) erscheint die Mühle in der Nordhälfte des Landes, wo sie bereits ein halbes Jahrhundert später vorherrschend geworden ist.²⁴ Im restlichen Mitteleuropa finden sich wenige frühe Mühlen weit verstreut. Trotz der seit der jüngeren Hallstattzeit bestehenden Südkontakte scheinen sie eher Ausnahmen darzustellen, wenn man das Kartenbild nicht als bloßes Abbild des Forschungsstandes verstehen will. Die beiden derzeit frühesten Mühlen in Deutschland lassen sich nur grob in die Frühlatènezeit setzen, also in das 5. bis 3. Jahrhundert v. Chr., eine Datierung, die überdies mit Unsicherheiten behaftet ist.²⁵

Eines ist den frühen Mühlen nördlich der Alpen aber gemeinsam: Sie bestehen durchweg aus lokalen Gesteinen, sind also jeweils vor Ort gefertigt worden. Somit gelangte das Prinzip dieser Maschine nicht nur durch Importe, sondern durch einen Ideen- und Wissenstransfer aus dem Mittelmeerraum in die Regionen nördlich der Alpen – so auch in unser Revier. Möglicherweise brachten aus dem Süden Zurückkehrende im Rückstrom der Keltenwanderungen die innovative Technik mit. Aber auch ein früherer Transfer ist nicht ganz ausgeschlossen. Hier könnten womöglich weiterführende Untersuchungen an zentralen Plätzen wie der Heuneburg Klarheit bringen.²⁶

Ein altes Revier

In der Osteifel traf die neue Technologie auf ein Steinbruchrevier, das eine bereits Jahrtausende währende Nutzungsgeschichte vorweisen konnte, und auf ein außergewöhnlich gut geeignetes Gestein. Das Osteifel-Vulkanfeld mit seinen nahezu 100 quartär-

ren Vulkanen besteht zum großen Teil aus Schlackenkegeln, die vor rund 400.000 Jahren und vor 200.000 Jahren ausgebrochen sind.²⁷ Einige von ihnen förderten Lavaströme, die, zu Basaltlava erkaltet, einen wertvollen Rohstoff bildeten. Dies gilt insbesondere für den Phono-Tephrit aus den drei Lavaströmen des Bellerberg-Vulkankomplexes bei Mayen²⁸, aus dem vor etwa 7000 Jahren erstmals Reibsteine hergestellt wurden. Ihre natürliche Porosität und der geringe Abrieb machten die Basaltlava zum idealen Werkstoff für Getreidereiben.

Unter den Zweigen der Osteifeler Steinindustrie hat somit der Basaltlava-Abbau die längste Tradition. Er ist eng mit dem Aufstieg des Getreides zum Hauptnahrungsmittel verbunden. Bereits im Frühneolithikum entdeckten die ersten Bauern der Region die besondere Eignung dieses Gesteins für das lebensnotwendige Aufschließen des Kornes.²⁹ Dies war der Auftakt für eine kontinuierliche Abbautätigkeit, die bis in die Gegenwart reicht. Das Beispiel der fortdauernden Steinindustrie vor Augen, erkannte die Forschung frühzeitig die Bedeutung der Osteifeler Reib- und Mühlsteinbrüche in Vorgeschichte und Römerzeit.³⁰ Seit 1999 befasste sich Fritz Mangartz im Rahmen unseres Forschungsprogramms intensiv mit Gewinnung, Verarbeitung und Vermarktung der Basaltlava.³¹

Der Reibstein blieb lange Zeit die einzige verfügbare Vorrichtung zum Mahlen von Getreide. Vera Holtmeyer-Wild konnte in ihrer Magisterarbeit Typologie und Chronologie dieses langlebigen Produkts im Osteifeler Revier präzisieren, teils korrigieren und darüber hinaus dessen Herstellungsprozess herausarbeiten.³² Schon früh waren Getreidereiben aus Eifeler Basaltlava aufgrund ihrer Qualität auch überregional gefragt; die Nähe zu den Verkehrsachsen Rhein und Mosel tat ein Übriges. So finden sie sich seit der späten Bronzezeit in den südlichen Niederlanden, in Belgien und Lothringen, bis zu 300 km von den Gesteinsvorkommen entfernt.³³ Etwas später, in den Stufen Hallstatt C bis Latène A, erscheinen sie auch in der benachbarten Region Champagne-Ardenne.³⁴ Dabei spielen neben der Osteifel auch Gewinnungsstellen der Westeifel als Herkunftsgebiet eine Rolle.³⁵ Umschlagplatz für die Osteifel war bereits während der Eisenzeit der Rheinhafen von Andernach, gut 20 km nordöstlich von Mayen.³⁶

Die Mühle revolutioniert das Revier

Die drehbare Mühle erschien möglicherweise ab 250 v. Chr.³⁷, frühen Exportfunden zufolge aber spätestens um 200 v. Chr., im Revier der Osteifel³⁸. Die natürlichen Gegebenheiten der Lagerstätte kamen dem Prinzip Mühle in zweifacher Hinsicht entgegen, durch die Güte des Gesteins und durch die Säulenstruktur der Basaltlava, welche die Gewinnung der runden Mühlsteinrohlinge begünstigt (Abb. 2). Die Ankunft der neuen Technologie löste Veränderungen aus, die Fritz Mangartz nicht nur an den Produkten selbst, sondern auch in den Steinbrüchen feststellen konnte. Seine Beobachtungen lassen den Schluss zu, dass die spitzen latènezeitlichen Reibsteine, sogenannte Napoleonschüte, und die eisenzeitlichen Mühlsteine mit gewölbtem Unterlieger und bikonkavem Läuferstein eine Zeitlang gleichzeitig hergestellt wurden.³⁹ Ein solches Nebeneinander beider Mahltechniken ist auch in Exportorten anzutreffen.⁴⁰

Beide Produkte zeigen darüber hinaus den Einzug einer weiteren wichtigen Neuerung an. In der Latènezeit fanden erstmals Werkzeuge aus Eisen in größerem Umfang Verwendung in den Steinbrüchen. Sie lösten mehr und mehr die zur Hallstattzeit vor-

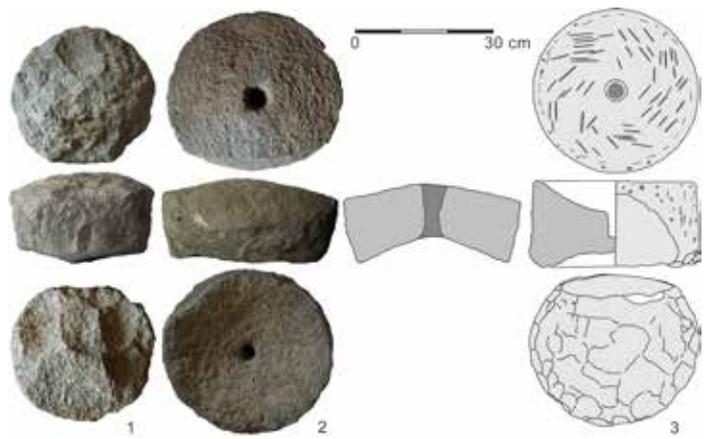


Abb. 2: Keltische Mühlsteinrohlinge aus Basaltsteinbrüchen am Bellerberg-Vulkan bei Mayen: 1-2 Unterlieger, aus Kottenheim „Im Hengst“; 3 Läufer, aus Mayen oder Umgebung. (nach Wenzel 2019b, S. 149, Abb. 3)

herrschenden Hartbasalthämmer ab. Wie die Experimente Holtmeyer-Wilds ergaben, sind die meisten Napoleonschüte noch komplett mit dem Hartbasalthammer gefertigt worden. Nur die typologisch jüngsten Exemplare tragen auch Spuren eiserner Werkzeuge.⁴¹ Für die Feinbearbeitung eines Mühlsteins hingegen waren Eisenwerkzeuge unverzichtbar. Man kann daher annehmen, dass der Gebrauch des Eisens im Osteifeler Steinbruchwesen durch die Mühle erst ausgelöst oder doch stark befördert wurde. Eisen hielt dabei nicht nur Einzug in der Verarbeitung, sondern auch in der Gewinnung. Die typischen Abbauspuren der späten Eisenzeit zeigen regelmäßig die Verwendung eiserner Hämmer, und zwar zur Gewinnung von Reib- und Mühlsteinen. Mit ihrer Hilfe legte man Sollbruchstellen an, während bei der anschließenden Schlagspaltung wieder der traditionelle Hartbasalthammer zum Einsatz kam.⁴²

Gravierende Veränderungen vollzogen sich in Umfang und Organisation der Steinausbeute. In der Spätlatènezeit wurden bislang unberührte Bereiche am westlichen Rand der Lavaströme für den Abbau erschlossen.⁴³ Zudem treten erstmals abgegrenzte Steinbruch-Parzellen auf, wie sie in der römischen Epoche dann zur Regel werden. Es ließen sich Parzellen von 10 m und von 20 m Breite unterscheiden, ein sichtbares Zeichen dafür, dass man die Ressourcennutzung lenkte und regulierte. Diese Reglementierung, ob sie nun auf Besitz, Pacht oder anderes zurückgeht, spiegelt Rechtsverhältnisse wider. Sie war offenbar notwendig geworden, nachdem der Abbau einen gewissen Umfang und damit eine gewisse Bedeutung erreicht hatte.⁴⁴

Das Revier expandiert

In der Tat ist den Produktions- und Personalberechnungen von Fritz Mangartz eine deutliche Steigerung der Produktion nach Einführung der Mühle abzulesen (Abb. 3-4). Im Vergleich zur älteren Latènezeit haben sich die Stückzahlen in den letzten beiden Jahrhunderten v. Chr. mit schätzungsweise 2.400.000 verdoppelt, und dies, obwohl die komplexe Maschine Mühle einen ungleich höheren Arbeitsaufwand erforderte als der Reibstein. Folgerichtig hat sich die Zahl der gleichzeitig beschäftigten Arbeiter in demselben Zeitraum mit schätzungsweise 185 nahezu verzehnfacht.⁴⁵ Zur Herstellung kompletter Mühlen mussten diese Ar-

Reib- und Mühlsteinproduktion bei Mayen Abbau- und Produktionsdaten

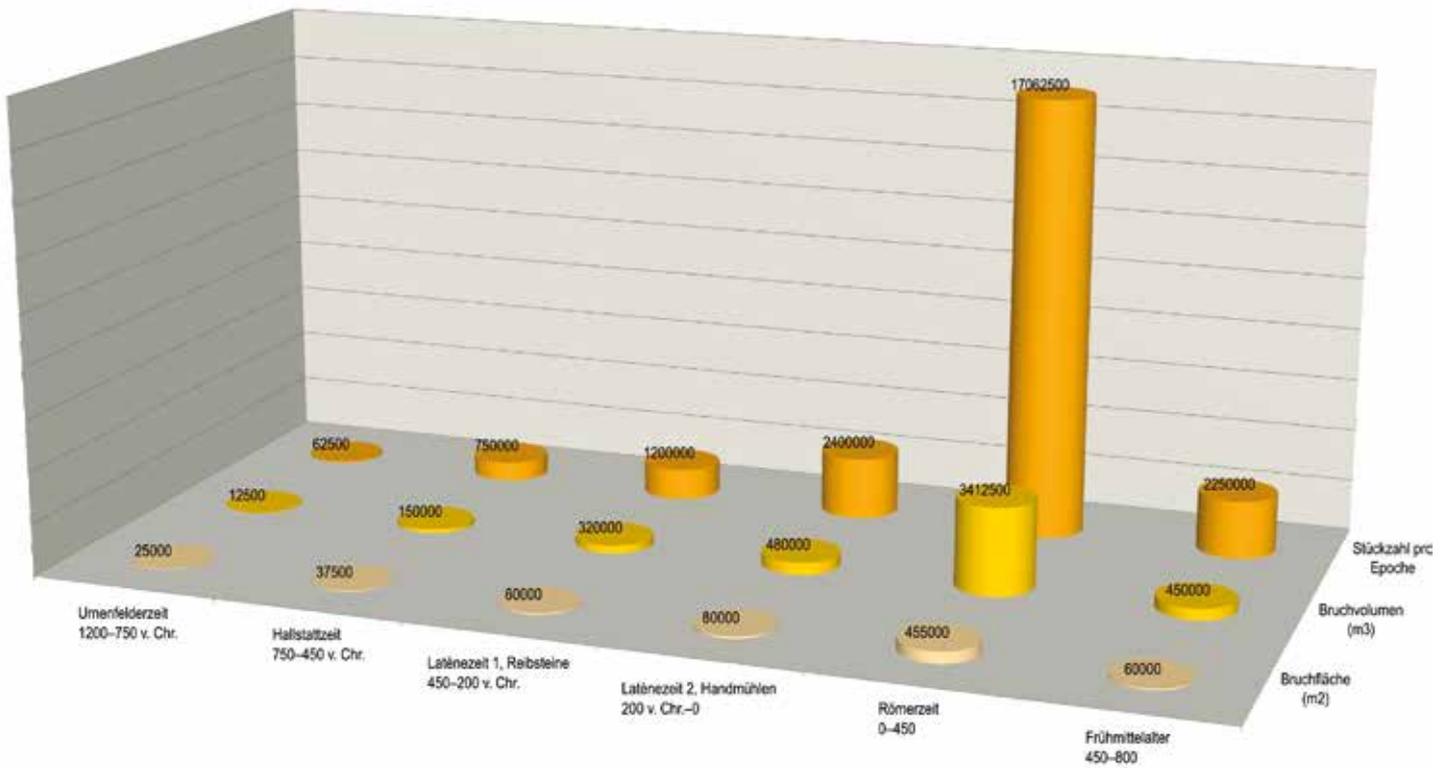
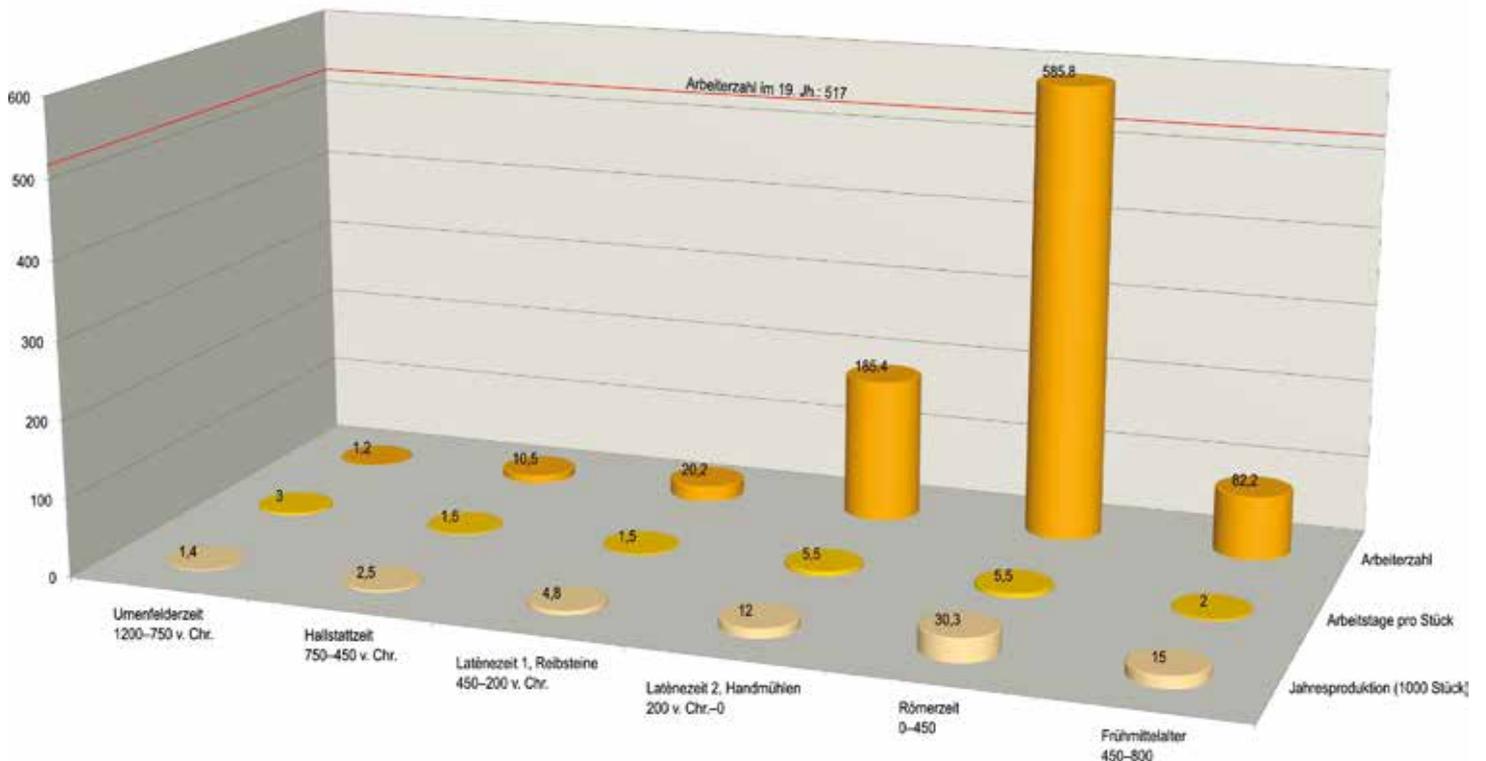


Abb. 3: Quantifizierung der Reib- und Mühlsteinproduktion bei Mayen – Abbauvolumen und Stückzahlen. (nach Mangartz 2008a, S. 95, Abb. 28)

Abb. 4: Quantifizierung der Reib- und Mühlsteinproduktion bei Mayen – Jahresproduktion, Arbeitstage und Arbeiterzahl. (nach Mangartz 2008a, S. 95, Abb. 29)

Reib- und Mühlsteinproduktion bei Mayen Jahresproduktion, Arbeitsaufwand und Arbeiterzahl



beitskräfte darüber hinaus über spezielle Fertigkeiten verfügen.⁴⁶ Doch trotz dieser zunehmenden Komplexität spielte sich der gesamte Fertigungsprozess nach wie vor direkt in den Steinbrüchen ab.⁴⁷

Die im Steinabbau Beschäftigten lebten im Umfeld der Bellerberg-Lavaströme, wo die Siedlungsstellen außergewöhnlich dicht aufgereiht liegen. Noch gab es anscheinend keine zentrale Handwerkersiedlung, doch setzten gegen Ende der Spätlatènezeit zwei größere Gräberfelder ein, das von Thür und jenes von Mayen „Amtsgericht“. Letzteres diente einer indigenen Bevölkerung von etwa 25 Personen als Bestattungsplatz, unter denen sich nach Ausweis von Wagen- und Waffengräbern eine lokale Elite befand.⁴⁸ Der Gedanke an eine Verbindung zwischen dieser Elite und der Parzellierung der Mühlsteinbrüche drängt sich auf, wenn sie sich auch nicht direkt belegen lässt. Die zugehörige Siedlung ist die erste Gründung im Bereich des späteren Siedlungskerns von Mayen, wobei man wohl nicht zufällig das den Steinbrüchen zugewandte Ostufer des Flusses Nette als Standort wählte.⁴⁹ Zur gleichen Zeit intensivierte sich die Siedlungstätigkeit auch am Umschlagplatz Andernach.⁵⁰ Gegen Ende der keltischen Epoche bildeten sich somit jene Wirtschaftszentren heraus, die in der Römerzeit zu maßgeblichen Strukturen des Reviers wurden.

Keltischer Mühlenexport – Fernhandel in Zeiten des Umbruchs

Unter diesen Voraussetzungen entwickelten sich die Absatzmärkte des neuen Produkts aus dem Osteifeler Revier. Besonders deutlich zeigt sich dies im rechtsrheinischen Mittelgebirgsraum zwischen Westerwald, Taunus und Wetterau. Hier stieß der Export Osteifeler Mühlen in ein Gebiet vor, in dem sie mit Erzeugnissen aus regionalen und lokalen Mühlengesteinen konkurrieren mussten. Es ist der westliche Abschnitt eines Arbeitsgebiets, das Stefanie Wefers in ihrer Dissertation untersuchte, um Einflussbereiche latènezeitlicher Mühlsteinbrüche und Werkstattkreise zwischen den beiden großen Steinbruchrevieren Mayen im Westen und Oparno/Lovosice (Tschechien) im Osten zu ermitteln.⁵¹

Datierbare keltische Handmühlen dieses Arbeitsgebiets stammen vom Ende der Mittellatènezeit, vor allem aber aus der Spätlatènezeit.⁵² Osteifeler Phono-Tephrit erscheint, abhängig von den Flusssystemen, bis zu 130 km von den Steinbrüchen bei Mayen entfernt und indiziert somit einen überregionalen Austausch sowie eine wohlorganisierte Verkehrsinfrastruktur.⁵³ Er tritt dort in Konkurrenz zu mehreren hessischen Vorkommen von Tholeiit und Olivinbasalt, deren Einflussbereich sich jeweils etwa 25 km im Umkreis erstreckt; im Süden reicht der Einflussbereich des knapp außerhalb des Arbeitsgebiets anstehenden Rhyolit von Groß-Umstadt in dieses hinein.⁵⁴

Aufschlussreich ist die prozentuale Verteilung der Mühlengesteine an Fundorten mit aussagekräftiger Fundmenge. So waren auf dem Dünsberg bei Biebertal (Landkreis Gießen) mehr als 70% der Mühlsteine aus Eifeler Phono-Tephrit, im Heidetränk-Oppidum bei Oberursel (Hochtaunuskreis) gut die Hälfte.⁵⁵ In der nahe gelegenen, Salz produzierenden offenen Großsiedlung von Bad Nauheim (Wetteraukreis) herrschte hingegen eine lokale Mühlsteinherstellung vor; drei Viertel der Steine bestanden aus örtlichem Olivinbasalt, nur wenige Exemplare aus Phono-Tephrit.⁵⁶ Dieselbe Verteilung wäre auch für das Heidetränk-Oppidum

zu erwarten, hätte man lediglich die Erreichbarkeit des Rohstoffs berücksichtigt. Doch ebenso wie auf dem Dünsberg bevorzugte man dort die aus der Eifel eingeführten Mühlsteine. Dieses Verteilungsmuster zeigt, dass auf den Oppida die Nachfrage nach Steinen von höherer Qualität größer war. Solche Zentralorte fungierten als Märkte zur Warendistribution und verfügten somit über das nötige wirtschaftliche Potenzial. Auch der Handel mit Bad Nauheimer Salz wurde wohl über das Heidetränk-Oppidum abgewickelt, wo folglich auch das Gros der Kaufkraft verblieb.⁵⁷ Generell macht eine Mühle die Nahrungsmittelversorgung drastisch effizienter. In dieser Eigenschaft wirkt sie als Katalysator in dem sozioökonomischen Wandlungsprozess der spätkeltischen Zeit hin zu Arbeitsteilung und Urbanität. Nach Wefers' Resultaten deutet sich an, dass speziell Basaltmühlen eine fortschreitende Urbanisierung an den Exportorten anzeigen. Wie sie herausstellt, unterstreicht die bewusste Wahl von Mühlen aus besonders hochwertigem und kostspieligem Importgestein die Wertschätzung, die dieser Maschine in den stadtartigen Siedlungen beigemessen wurde. Ähnliches deutet sich in linksrheinischen Oppida an.⁵⁸ So begründete die Technik der Mühle, in Verbindung mit dem Qualitätsgestein Basalt, den wirtschaftlichen Erfolg im Industrierevier der Osteifel.

Allerdings lässt sich nicht überall eine Ausweitung des Exports feststellen. So blieb im Nordwesten der schon durch den Reibstein angelegte Exportraum konstant auf das Rhein-Maas-Gebiet beschränkt. Bislang ging man davon aus, dass Mayener Mühlen in der späten Eisenzeit auch die nördlichen Provinzen der Niederlande erreicht hätten, was durchaus Konsequenzen für die Bewertung der Handels- und Transportstrukturen hatte.⁵⁹ Kürzlich konnte Stefan Wenzel jedoch zeigen, dass die keltischen Mühlen vom Typ Brillerej wahrscheinlich erst während des 1. Jahrhunderts n. Chr. in diesen Raum gelangt sind.⁶⁰

In Nordostfrankreich, Belgien und Luxemburg kam der Import Eifeler Produkte in der Spätlatènezeit sogar fast zum Erliegen. Ursache war das Erstarken konkurrierender Steinlagerstätten, offenbar infolge einer intensivierten Suche nach geeigneten Gesteinen – auch dort hatte die Einführung der Mühle erhöhte Aktivität ausgelöst.⁶¹ In schlecht an das Gewässernetz angebundenen Regionen, etwa im Hochwald oder in Teilen Hessens, stellen Stefanie Wefers und Sabine Hornung ebenfalls eine verstärkte Bedeutung lokaler Mühlsteinproduktionen während der Spätlatènezeit fest.⁶² Im Gegenzug erreichten zur selben Zeit erste Eifeler Mühlsteine das durch den Rhein hervorragend angebundene Elsass.⁶³ Der Exportraum erweiterte sich in spätkeltischer Zeit also vor allem nach Süden und Osten.

Neue Mühlen-Kunden – Die Soldaten Caesars

Von besonderem Interesse ist das Auftreten von Mühlen keltischen Typs in früheströmischen militärischem Kontext. So fand sich in dem wohl 51 v. Chr. während des Gallischen Kriegs errichteten Militärlager von Hermeskeil (Landkreis Trier-Saarburg) eine Mühle, die nach naturwissenschaftlicher Herkunftsbestimmung im Kottenheimer Winfeld bei Mayen produziert wurde, zusammen mit weiteren Exemplaren, die makroskopisch dem Mayener Revier zuzuweisen sind. Andere Mühlen aus dem Lager waren in Zentralfrankreich hergestellt worden; die Truppe hatte sie aus ihren vorherigen Standorten nach Hermeskeil mitgebracht.⁶⁴ Offenbar ersetzten die einheimischen Mühlen auf dem Feldzug schadhaft gewordene Stücke.

Mühlen des Mayener Reviers fanden höchstwahrscheinlich auch in dem spätrepublikanischen Lager 1 von Limburg-Eschhofen (Landkreis Limburg-Weilburg) Verwendung, das wohl mit den Rheinübergängen Caesars in Verbindung steht.⁶⁵ Weitere keltische Mühlen erscheinen später, im sogenannten Oberaden-Horizont. Sie finden sich im Inventar des Militärlagers von Hedemünden (Landkreis Göttingen) an der Werra, das im Zuge der Drusus-Feldzüge 11/10 bis 8/7 v. Chr. errichtet wurde⁶⁶, ebenso wie in den augusteischen Lagern von Barkhausen (Kreis Minden-Lübbecke) und Rödgen (Wetteraukreis)⁶⁷. Die frühe Nachfrage vonseiten des römischen Militärs bereits seit caesarischer Zeit fällt, wie Martin Grünwald herausstellt, durchaus mit einer ersten römischen Präsenz im Raum Mayen zusammen. Ihren Widerhall findet sie in dem bereits geschilderten Beginn einer kontinuierlichen Besiedlung des Mayener Kessels sowie in den Gräberfeldern „Amtsgericht“ und Thür.⁶⁸

Herkunftsbestimmungen als Schlüssel zur Interpretation

Alle Überlegungen zur Distribution der Mayener Mühlen setzen voraus, dass Produkte der Osteifel an Exportorten als solche erkannt werden. Für die Basaltlava gelingt dies zu einem gewissen Grad makroskopisch, doch erst naturwissenschaftliche Verfahren gestatten verlässliche Aussagen zur Provenienz. Aus diesem Grund entwickelte Tatjana Gluhak im Rahmen ihrer Dissertation Methoden zur Herkunftsbestimmung des Gesteins.⁶⁹ Ein erster Schritt hierzu war die eindeutige geochemisch-petrologische Charakterisierung der verschiedenen Eifeler Steinbrüche, die sich sowohl untereinander unterscheiden als auch von Vulkaniten anderer Regionen abgrenzen lassen. Im zweiten Schritt folgte die Untersuchung von Mühlsteinen verschiedener Fundorte. Als Messmethode erwies sich, über die Petrographie mittels Dünnschliff hinaus, die Bestimmung der Haupt- und Spurenelemente per Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) als erfolgreich. Zur Auswertung wurden Clusteranalyse und Diskriminanzanalyse herangezogen, mit deren Hilfe sich die einzelnen Abbaustellen unterscheiden und Fundstücke entsprechend zuordnen ließen. Somit verfügen wir über ein zuverlässiges Verfahren, um Erzeugnisse der Osteifeler Mühlsteinbrüche zu identifizieren und sogar bis zu einzelnen Steinbrucharealen in den drei Lavaströmen des Bellerberg-Vulkans zurückzufolgen (siehe das oben erwähnte Exemplar aus Hermeskeil). So liefert die Provenienzanalyse, durch neue Beprobungen jederzeit ausbaufähig, wertvolle Daten sowohl zur Produktion in den Steinbrüchen als auch zu Exporträumen und Handelsströmen.

Mühlen für das römische Militär

Am Ende der Latènezeit existierte in den Lavaströmen des Bellerberg-Vulkans eine leistungsstarke Mühlenproduktion von überregionaler Bedeutung, auf die auch Rom bereits aufmerksam geworden war. Es ist daher nur folgerichtig, dass man während der Okkupation unter Kaiser Augustus verstärkt auf sie setzte. Gewissheit hierüber erbrachten Provenienzanalysen von Mühlsteinfunden aus den Lippe-Lagern Haltern (Kreis Recklinghausen), Oberaden (Kreis Unna) und Anreppen (Kreis Paderborn) sowie der erwähnten Exemplare aus dem Marschlager Barkhausen (Abb. 5).⁷⁰ Sie alle bestehen aus Basaltlava vom Bellerberg,

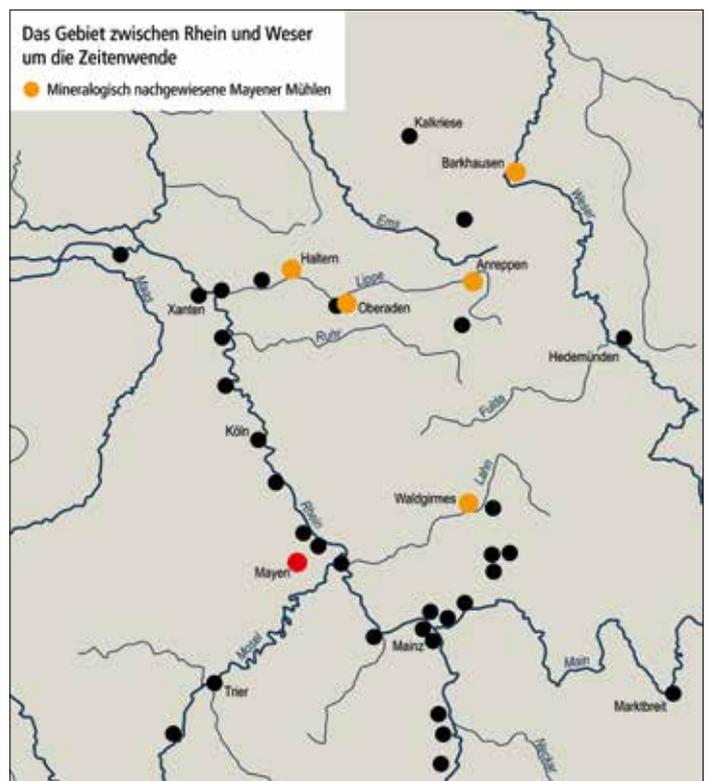


Abb. 5: Mayener Mühlen an Fundorten aus der Zeit der Germanien-Feldzüge Kaiser Augustus'. (© Grafik: Benjamin Streubel, RGZM)

verteilt auf die drei antiken Steinbruchareale. Alles spricht dafür, dass auch die nicht beprobten Basaltmühlen, also das Gros der Mühlsteinfunde dieser Lager, von dort stammt.⁷¹ Ebenso verhält es sich in der spätaugusteischen Stadtgründung von Waldgirmes (Lahn-Dill-Kreis).⁷² Demnach griff der römische Staat offensichtlich bereits in Vorbereitung der Germanienfeldzüge gezielt auf Mayener Mühlen zurück.⁷³ Die Versorgung der Armee war eine anspruchsvolle logistische Aufgabe und nur mithilfe solcher Ressourcen zu bewältigen, die in ausreichender Menge und Qualität zur Verfügung standen. Mit der Handmühle aus Basaltlava wurde jedem contubernium von acht bis zehn Soldaten eine effiziente und robuste Maschine zur täglichen Verpflegung an die Hand gegeben (Abb. 6). So wurde die Mühle zu einem Instrument der römischen Expansionspolitik.

Dabei passte sich die Produktion rasch an die Bedürfnisse des römischen Militärs an und man ersetzte fast überall die schweren keltischen Mühlen durch leichtere Produkte. Flache Legionärsmühlen aus dem Massif Central waren, wie erwähnt, erstmals mit den Soldaten Caesars in unseren Raum gekommen⁷⁴; nun wurden sie in Mayen nicht nur adaptiert, sondern in eigener, charakteristischer Formgebung umgesetzt. Letztere war teils technischen Verbesserungen und somit praktischen Anforderungen geschuldet, teils entsprang sie aber offenkundig auch dem Wunsch nach einem wiedererkennbaren Produkt.⁷⁵ Schon bald erweiterte sich zudem die Produktpalette. Neben der Handmühle, die vor allem für ein mobiles Heer unverzichtbar war, erscheinen bereits im Lager von Haltern auch fest installierte Kraftmühlen vom pompejanischen Typ sowie vom Typ Haltern/Rheingönheim, die auf eine längere Verweildauer der Truppen weisen. Beide Mühlentypen sind auch in den Steinbrüchen belegt.⁷⁶

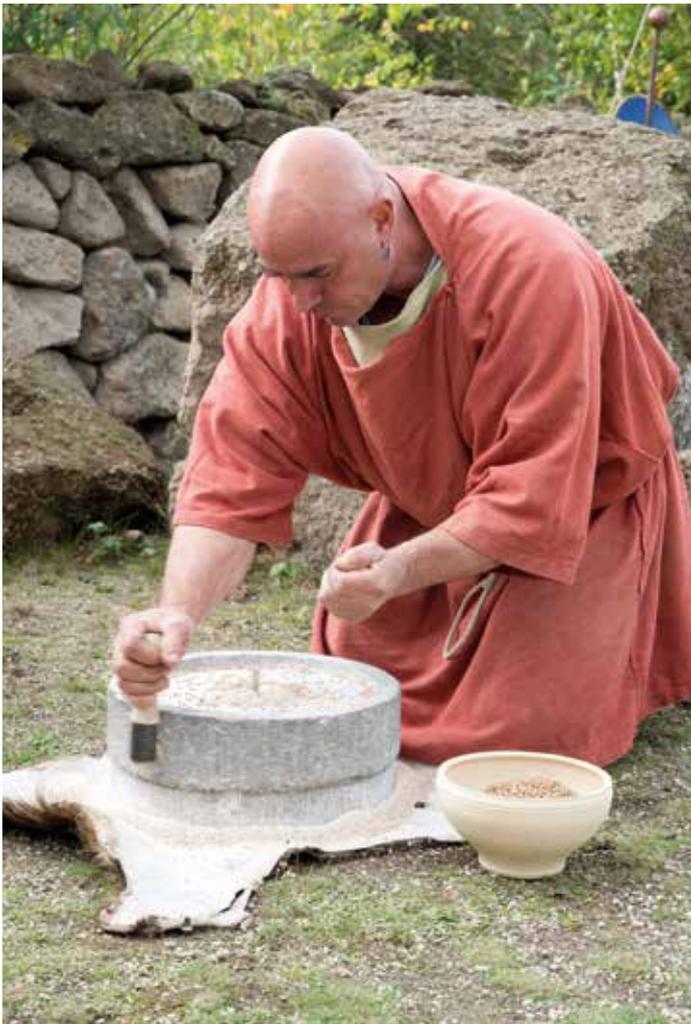


Abb. 6: Archäotechniker Kuno Menchen führt den Nachbau einer römischen Handmühle vor. (© Foto: Benjamin Streubel, RGZM)

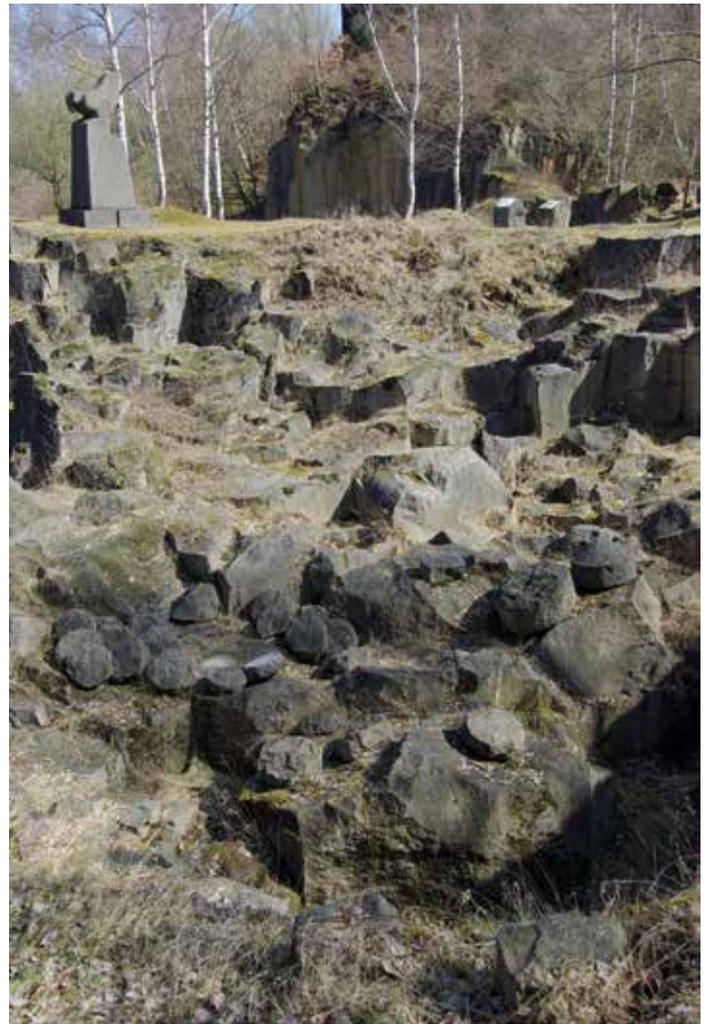


Abb. 7: Römische Steinbruchparzelle im Mayener Grubenfeld. Im Mittelgrund sind zahlreiche verworfene Handmühlen-Rohlinge zu erkennen. (© Foto: Forschungsstelle Vulkanpark, RGZM)

Entwicklungsschub für das Revier

Der Großauftrag für das römische Militär umfasste mutmaßlich Tausende von Mühlen, die binnen kurzer Zeit bereitgestellt werden mussten. Zweifellos führte dies zu einer sofortigen Produktionssteigerung, die nicht ohne Folgen für die Entwicklung unseres Industriereviers bleiben konnte.⁷⁷ Tatsächlich fand in den Steinbrüchen am Bellerberg seit augusteischer Zeit nicht nur ein reger Abbau statt; man unternahm auch Prospektionen zur Erweiterung der Abbauareale.⁷⁸ Neue Steinbrüche (Abb. 7) wurden hauptsächlich gegenüber dem sich herausbildenden vicus angelegt⁷⁹. Damit einher gingen Innovationen in der Abbautechnik; neu war vor allem die Keilspaltung, eine Weiterentwicklung der keltischen Schlagspaltungstechnik.⁸⁰ Mithilfe eiserner Keile ließen sich die runden Mühlsteinrohlinge effizienter als zuvor von der säulig anstehenden Basaltlava ablösen (Abb. 8).

Spiegelt sich bereits in den genannten Faktoren der Beginn einer Boomphase wider, so zeigt er sich noch deutlicher im Organisationsgrad der Betriebe. Zunächst erfuhr der Zugriff auf den Rohstoff eine Neuordnung, indem das Abbaugelände großräumig neu vermessen und in gleichmäßige Parzellen (Abb. 9) unterteilt wurde.⁸¹ Ein wesentlicher Unterschied zum keltischen Steinbruchbetrieb besteht in der ausgeprägten Arbeitsteilung. Bislang waren die Mühlen stets im Steinbruch bis zum Endprodukt verarbeitet

worden. Nun fertigte man nur noch Rohlinge direkt im Bruch, die Endbearbeitung der Steine mitsamt ihren Holz- und Metallteilen folgte in spezialisierten Werkstätten außerhalb der Brüche, namentlich in den vici von Mayen und Andernach.⁸² Dabei durchlief die Mühle in allen Arbeitsschritten, sowohl im Bruch als auch in den Werkstätten, einen standardisierten Herstellungsprozess.⁸³ Das Ergebnis war der bereits erwähnte wiedererkennbare, anderenorts auch imitierte „Markenartikel“.⁸⁴ Die Abläufe im antiken Industrieviertel der Osteifel waren so stringent, dass sie in der modernen Betriebswirtschaftslehre als Beleg für das Vorhandensein einer römischen „Kunst“ der Betriebs- und Unternehmensführung gelten.⁸⁵

Anscheinend hatten die Mayener Steinbrüche nun eine Monopolstellung inne, setzten doch die zahlreichen kleineren Gewinnungsstellen der Westeifel in römischer Zeit weitgehend aus.⁸⁶ Dieser Umstand spricht ebenso wie die genannten Neuerungen und die Tatsache, dass der initiale Auftrag vonseiten des Militärs erfolgt war, für einen ordnenden Eingriff der Staatsmacht in das Mayener Steinbruchwesen. Dies wirft wiederum die Frage auf, ob der Betrieb mit der römischen Okkupation womöglich unter militärischer Leitung kam. Auf einen solchen Übergang gibt es allerdings keinerlei Hinweise. Vielmehr wurde das seit der Eisenzeit vorhandene technische Knowhow in Abbau und Verarbeitung kontinuierlich weiterentwickelt.⁸⁷ Die einheimische

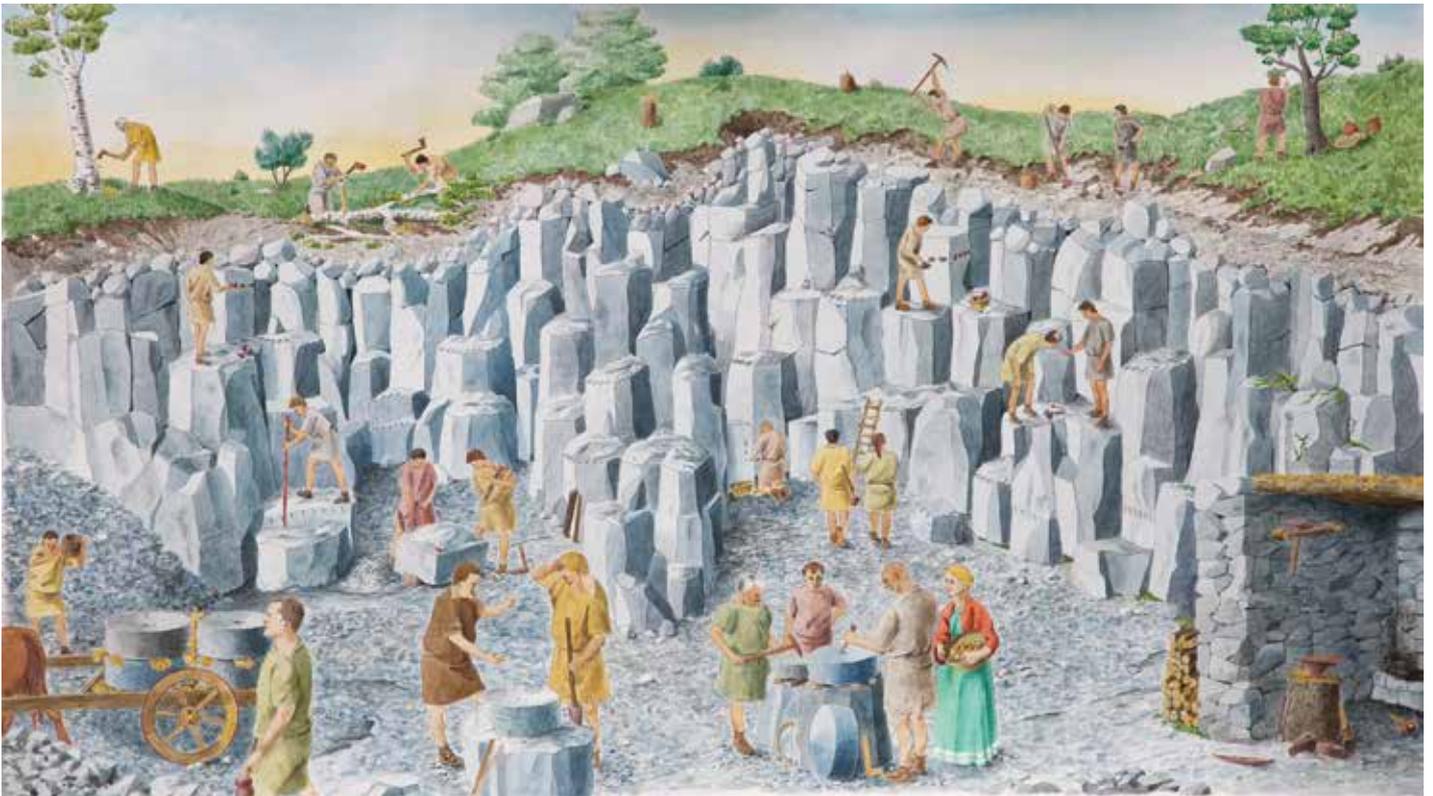


Abb. 8: Lebensbild eines römischen Mühlensteinbruchs am Bellerberg-Vulkan. Der Abbau wird stufenweise vorangetrieben. (© Zeichnung: Fanny Hartmann)



Abb. 9: Lebensbild einer Reihe von heute noch sichtbaren römischen Steinbruchparzellen im Mayener Grubenfeld. (© Zeichnung: Andreas Schmickler)

Technologie der Mühlenproduktion wurde von römischer Seite sehr wohl um neue Elemente erweitert, doch grundsätzlich anerkannt und angenommen. Die neuen Produkte, Legionärsmühle und Kraftmühlen, entstanden offenbar in wechselseitiger Beeinflussung beider Seiten. Noch dazu kennen wir aus der Mühlenproduktion keine Inschriften des Militärs, ganz im Gegensatz zum gleichzeitig aufstrebenden, aber staatlich organisierten Tuffabbau.⁸⁸ Erst in der Spätantike, etwa ab 300 n. Chr., sind militärische Einheiten in Mayen präsent.⁸⁹

Wirtschaftszentrum Mayen und die Infrastruktur im Revier

Die Genese des Mayener vicus aus der keltischen Vorgängerbesiedlung heraus unterstreicht den Eindruck konstanter Besitzver-

hältnisse mit einer privatwirtschaftlich getragenen Mühlensteinindustrie.⁹⁰ In dieselbe Richtung weist eine Interpretation von althistorischer Seite, der zufolge das Revier als territorium metallum mit dem vicus von Mayen als Handels- und Wirtschaftszentrum zu verstehen ist, wobei ein Pachtsystem die Ausbeute der Steinbrüche regelte.⁹¹

Analog zu dem Boom in der Mühlensteinindustrie entwickelte sich der vicus frühzeitig. Die Siedlung (Abb. 10) verfügte von Anfang an über eine fortgeschrittene Infrastruktur sowie über öffentliche Einrichtungen.⁹² Ihre Rolle für das Mühlensteingewerbe zeigt sich auch darin, dass mit der Arbeitsteilung in der Mühlenproduktion ein Teil des Produktionsprozesses in den vicus verlagert wurde. Dort existierte schon im 1. Jahrhundert n. Chr. ein auf die Endfertigung von Mühlensteinen spezialisiertes Handwerkerviertel.⁹³

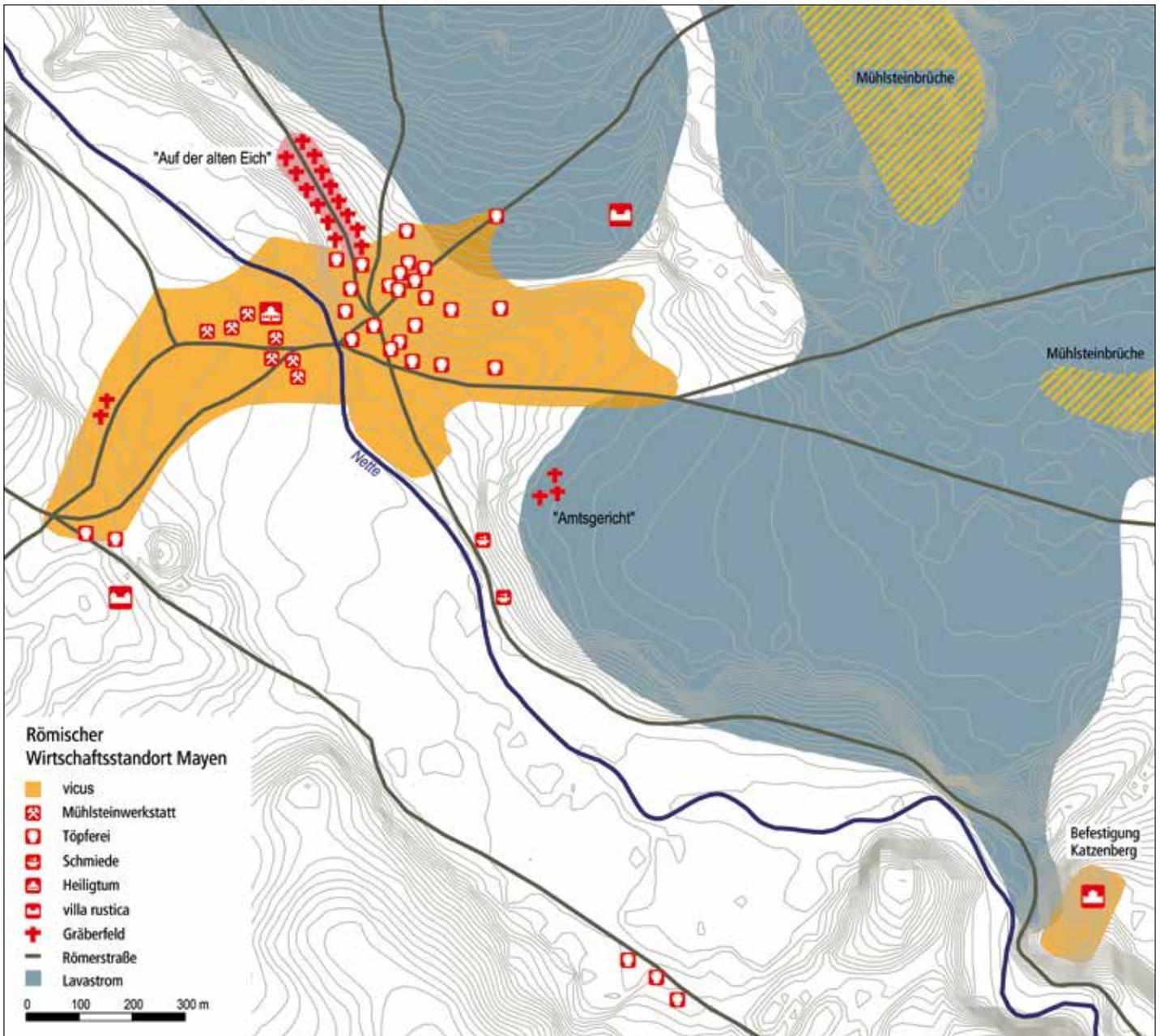


Abb. 10: Der römische vicus von Mayen mit Werkstätten, Mühlsteinbrüchen, Gräberfeldern und der spätrömischen Befestigung auf dem Katzenberg. (© Grafik: Benjamin Streubel, RGZM)

Die Mühlsteinwerkstätten liegen durchweg in Flussnähe, was auf einen Vertrieb der fertigen Mühlen über den Wasserweg hindeutet.⁹⁴ Wichtigster Ausgangspunkt für den überregionalen Handel war der Hafen von Andernach an der Verkehrsachse Rhein. Als regionale, zum Rhein hinführende Infrastruktur standen in römischer Zeit die Straße Mayen-Andernach und die Nette zur Verfügung.⁹⁵ Letztere stellte, entsprechende Nutzbarmachung und Pflege vorausgesetzt, den kostengünstigsten Transportweg für schwere Güter dar.⁹⁶ Dies gab offenbar den Ausschlag, die Werkstücke hinunter in den vicus zu bringen.

In der Spätantike wird die Bedeutung der Nette für die Infrastruktur des Reviers archäologisch noch greifbarer. Ein System aus vier Höhenbefestigungen, die Nette-Kette, sicherte ab etwa 300 n. Chr. Produktion und Vertrieb militärisch ab.⁹⁷ Mayen hatte zu dieser Zeit mit dem Aufschwung der Keramikherstellung ei-

nen weiteren wichtigen Wirtschaftszweig neben der Steinindustrie hinzugewonnen.⁹⁸

Mit seinen arbeitsintensiven Wirtschaftszweigen bot der Mayener vicus eine große Zahl von Arbeitsplätzen. Allein mit Blick auf die geschätzten knapp 600 Arbeitskräfte in der Mühlsteinproduktion (vgl. unten) muss mit einer Bevölkerung von mehreren Tausend Menschen gerechnet werden.⁹⁹ Insbesondere während des frühromischen Booms, als sich der vicus in kürzester Zeit entwickelte, zogen nach Aussage der Grabfunde viele Neubürger zu.¹⁰⁰ In dieser Initialphase der Steinindustrie ist auch ein Konkurrieren um qualifizierte Arbeitskräfte wahrscheinlich, wurden doch zeitgleich die Tufflagerstätten am Laacher See-Vulkan erschlossen.¹⁰¹ Zu einer weiteren Bevölkerungszunahme kam es im 4. Jahrhundert n. Chr. im Zuge des Aufschwungs der Töpfereien.¹⁰²

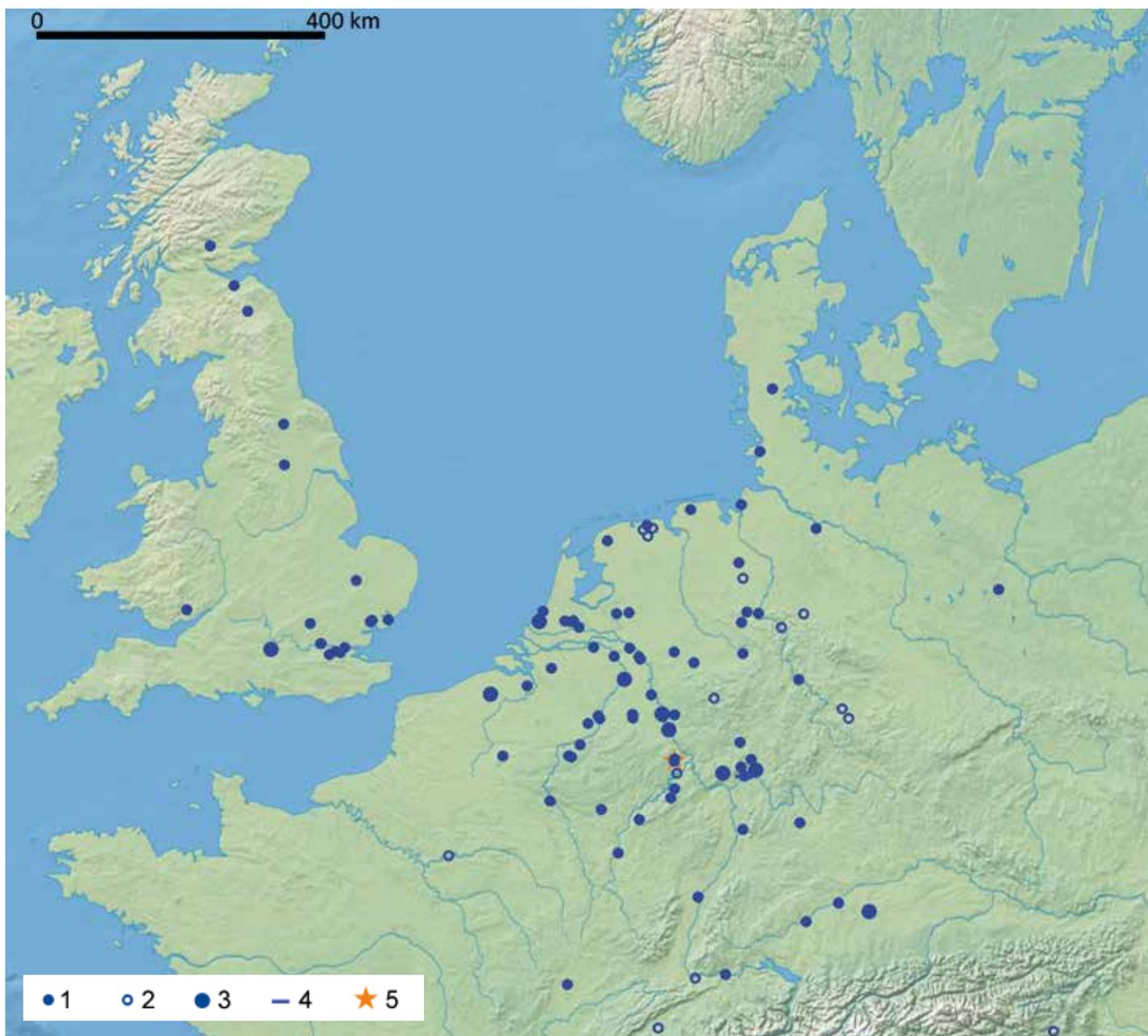


Abb. 11: Verbreitung Mayener Mühlsteine zwischen ca. 30 v. Chr. und 275 n. Chr. 1 Handmühlstein; 2 Handmühlstein, Datierung unscharf; 3 Kraftmühlstein; 4 Kraftmühlstein, als Töpferscheibe wiederverwendet; 5 Bellerberg-Vulkan bei Mayen. (© Grafik: Stefan Wenzel, nach Grunwald/Wenzel 2021, S. 43, Abb. 2)

Die in spezialisierten Berufen tätige Einwohnerschaft war auf die Versorgung aus dem ländlichen Raum angewiesen. Mehrere Studien unseres Forschungsprogramms widmeten sich daher der Landnutzung in der Umgebung der Steinbrüche und Bergwerke.¹⁰³ Dabei trat nicht nur die Leistungsfähigkeit der Landwirtschaft klar zutage, sondern auch der beträchtliche Anteil, den der ländliche Raum an der Steinindustrie selbst hatte. Dies führte zur Herausbildung neuer Eliten mit einer gehobenen Lebensführung, die sich in Villen und aufwändigen Grabdenkmälern manifestiert.

Römischer Exportschlager Mühle

Nach der frühen und raschen Expansion der Okkupationszeit waren Strukturen geschaffen, die sich auch langfristig bewähr-

ten – wie Fritz Mangartz betont, hielt der Boom über die gesamte römische Epoche hinweg an.¹⁰⁴ Die erweiterten Abbauflächen, die Fülle an Fundstellen und der geschätzte Umfang der Produktion sprechen eine deutliche Sprache. Mangartz' Quantifizierung von Produktionsmengen und Personalbedarf führt besonders eindrücklich eine neuerliche Produktionssteigerung vor Augen.¹⁰⁵ Demnach verließen im Lauf der römischen Epoche rund 13.650.000 Handmühlen und knapp 700.000 große Kraftmühlen die Werkstätten. Die Jahresproduktion nur an Handmühlen übertraf mit gut 30.000 die der Latènezeit etwa um ein Dreifaches. Dazu mussten in Steinbrüchen und Werkstätten insgesamt geschätzte 586 Arbeiter gleichzeitig beschäftigt werden, etwa vergleichbar mit der Arbeiterzahl, wie sie zur Hochzeit des Mühlsteingewerbes um 1860 wieder erreicht wurde.

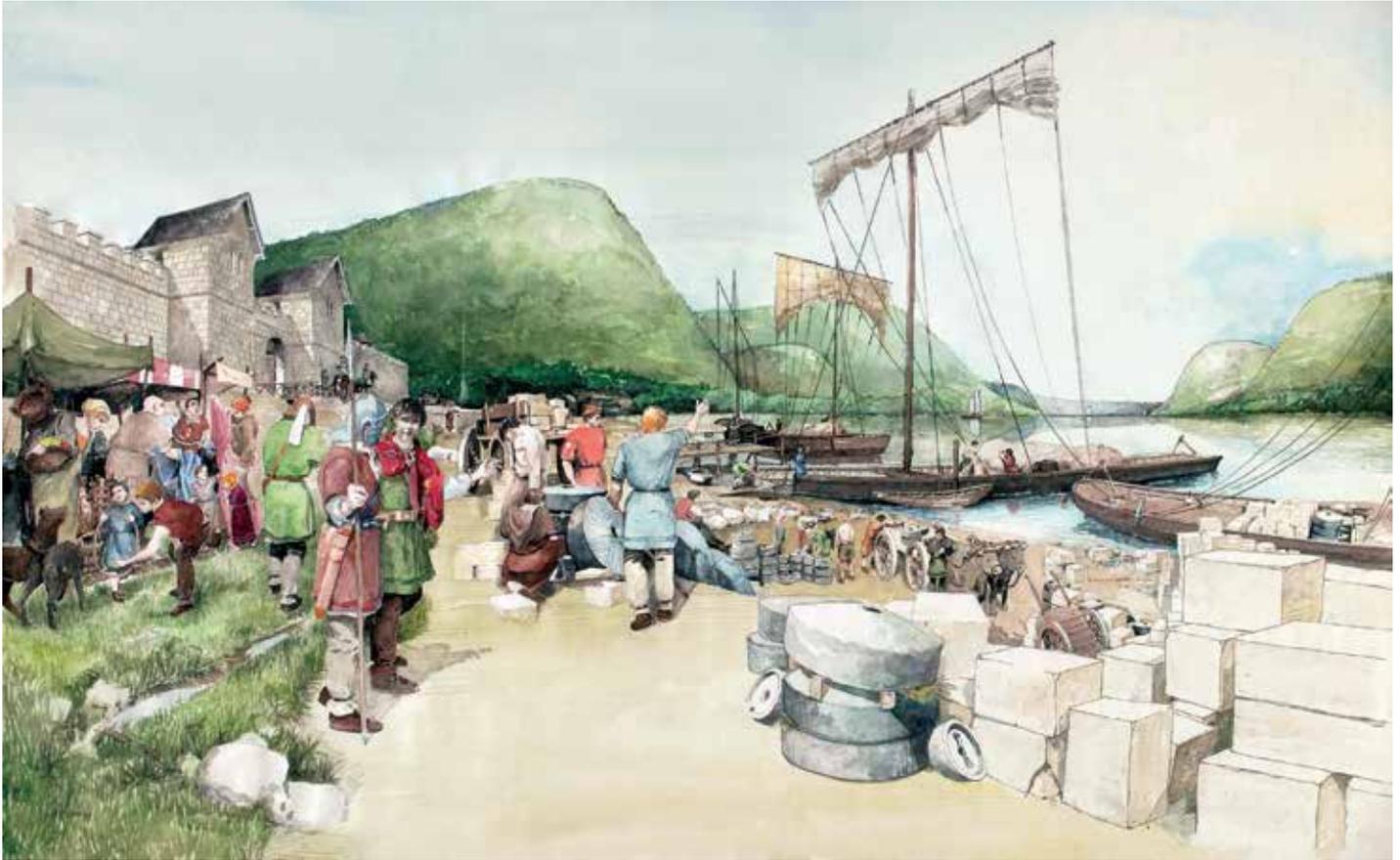


Abb. 12: Lebensbild des Hafens von Andernach während der Spätantike. Im Vordergrund zum Verladen bereitete Mühlsteine aus Basaltlava und Bausteine aus Tuff. (© Zeichnung: Gideon Karnath)

Diese Zahlen allein zeigen, dass die Produktion für überregionale Märkte bestimmt war. Die römische Distribution Mayener Mühlen (Abb. 11) kann durch jüngste Untersuchungen zunehmend präziser erfasst werden, zumal wenn sie durch Tatjana Gluhaks Provenienzanalysen gestützt werden. Innerhalb der römischen Reichsgrenzen intensivierte sich die Ausfuhr in die bereits bekannten Exporträume, neue kamen hinzu. In Frankreich stieg mit der römischen Epoche der Anteil an Basaltmühlen generell.¹⁰⁶ Mayener Produkte erreichten wieder verstärkt den Nordosten des Landes sowie Luxemburg und Belgien, wo sie im Lauf der Latènezeit durch regionale Gesteine zurückgedrängt worden waren.¹⁰⁷ Auch hierin kommt möglicherweise staatlicher Einfluss zum Ausdruck, wobei Bedürfnisse und Logistik des Militärs auch den zivilen Handel begünstigt haben dürften.¹⁰⁸ Der Export in diese Gebiete hielt nicht nur über die gesamte römische Epoche, sondern auch im frühen Mittelalter an und umfasste die komplette Produktpalette an Hand- und Kraftmühlen.¹⁰⁹ Nach Innergallien wird die Verbreitung durch den Exportraum der Chaîne des Puys im Massif Central begrenzt; die Grenze beider Produktionszentren verläuft nach derzeitigem Forschungsstand östlich von Seine und Oise.¹¹⁰ Generell war der Absatz wie in vorrömischer Zeit an die Gewässersysteme und den Hafen von Andernach (Abb. 12) gebunden.¹¹¹ Doch nun weitete sich die Verbreitung nach Norden erstmals in Gebiete aus, die nur über Seeschiffe erschlossen werden konnten: Nach der Mitte des 1. Jahrhunderts erreichte der Export unter militärischer Federführung Britannien bis hinauf nach Schottland.¹¹² Auch rheinaufwärts profitierte die Distribu-

tion, wie Stefanie Wefers mit Blick auf schweizerische Exportfunde feststellt, ab römischer Zeit von einer politisch und militärisch initiierten Verbesserung der Verkehrsinfrastrukturen.¹¹³ Eher außerhalb des regulären Exports sind vereinzelte Funde aus Kärnten und Böhmen zu sehen.¹¹⁴

Der Handel mit Handmühlen in die Germania libera wurde neuen Studien zufolge anscheinend sowohl über terrestrisch-fluviale als auch über maritime Austauschrouten abgewickelt.¹¹⁵ Mayener Erzeugnisse sind im Raum zwischen Nordseeküste und deutschen Mittelgebirgen gut vertreten¹¹⁶, wobei in den nördlichen Niederlanden zunächst weiterhin der keltische Mühlentyp gefragt war¹¹⁷. Der Zustrom hielt während der gesamten römischen Kaiserzeit an.¹¹⁸

Rezession im frühen Mittelalter?

In Konjunkturzyklen folgt auf einen Boom eine Rezession. Der Gedanke scheint daher naheliegend, dem Boom der römischen Epoche müsse im frühen Mittelalter eine Phase der Rezession gefolgt sein. Vordergründig stützt die Befundlage in den Steinbrüchen diese Annahme, verzeichnet Mangartz doch für die Zeit von 450 bis ca. 800 n. Chr. einen deutlichen Rückgang an Fundstellen und eine starke Reduktion der Abbaufäche.¹¹⁹ Die Distribution der Mühlen allerdings zeigt ein wesentlich differenzierteres Bild. Demnach ging der Export in Spätantike und Merowingerzeit (Abb. 13) zwar spürbar, aber keineswegs drastisch zurück und kam schon gar nicht zum Erliegen – man den-

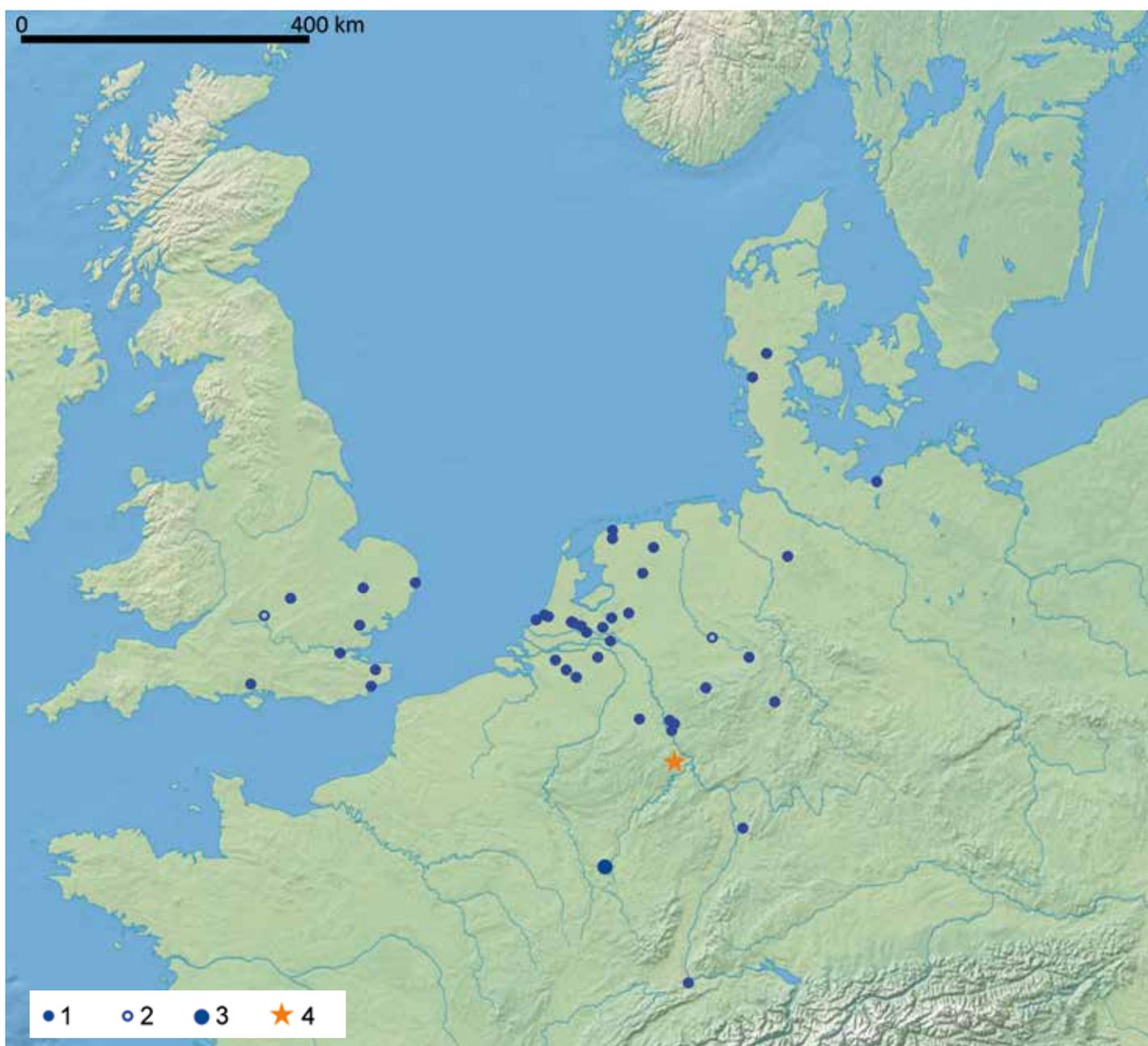


Abb. 13: Verbreitung Mayener Mühlesteine zwischen ca. 500 und 750 n. Chr. 1 Handmühlstein; 2 Handmühlstein, Datierung unscharf; 3 Kraftmühlstein; 4 Bellerberg-Vulkan bei Mayen. (© Grafik: Stefan Wenzel, nach Grunwald/Wenzel 2021, S. 51, Abb. 10).

ke etwa an den oben erwähnten Export nach Frankreich. Auch belegen in römischer Tradition, doch leicht veränderter Form gefertigte Mühlesteine eine fortdauernde Produktion und kontinuierliche Weiterentwicklung.¹²⁰ Hier haben neue Forschungen, insbesondere solche zu merowingerzeitlichen Siedlungen, für eine Verdichtung der Fundpunkte gesorgt, die sich künftig noch weiter fortsetzen dürfte.¹²¹ Bereits länger bekannt ist wiederum ein erneutes Aufleben des Exports während der karolingisch-ottonischen Epoche, der, abgewickelt über friesische Händler, vor allem nördliche Regionen erreichte.¹²² Dabei spielen bedeutende Handelsplätze wie Haithabu und Dorestad als Exportorte eine Rolle, denen die Forschung seit geraumer Zeit große Aufmerksamkeit widmet und die ein dementsprechend reichhaltiges Fundspektrum geliefert haben.¹²³

Indes passt weder der Export der Merowingerzeit noch jener der Karolingerzeit zu der spärlichen Befundlage in den Steinbrüchen. Hier bestehen künftig jedoch Forschungsmöglichkeiten durch neue Befunde innerhalb der Grubenfelder um Mayen. Der Fortgang der Konjunktur in der Mühlesteinindustrie des frühen Mittelalters lässt sich somit vorerst nur aufgrund der Exportfunde beurteilen. Diese aber rufen, bestärkt durch die Gesamtentwicklung im vicus von Mayen mit seiner ungebrochenen Keramikproduktion, den Eindruck kontinuierlicher Wirtschaftskraft hervor, die eher graduellen Schwankungen als einem echten Abschwung unterworfen war.¹²⁴

Bis heute ist die Basaltindustrie ein Wirtschaftsfaktor in der Region, wengleich längst andere Produkte an die Stelle der Mühlesteine getreten sind.

Die entscheidenden Faktoren im Überblick

Es hat sich gezeigt, dass in unserem Fallbeispiel alle Kriterien erfüllt sind, die ein vormodernes Industrieviertel ausmachen – hohe Stückzahl, standardisierter Herstellungsprozess, überregionale Distribution. Dafür mussten jedoch bestimmte Voraussetzungen zusammenwirken: Das Vorhandensein des Qualitätsgesteins Basaltlava führte schon früh zum Abbau; doch erst ein Technologietransfer, die Mühle, ermöglichte es, die Eigenschaften dieses Rohstoffs optimal zu nutzen. Neben diese grundlegende Innovation traten im Lauf der Zeit eine Reihe von weiteren, flankierenden Innovationen in Abbau und Verarbeitung: Eisenwerkzeug, Regulierung des Abbaus, Verbesserungen der Abbautechnik und der Formgebung, Arbeitsteilung.

Der Vertrieb der fertigen Produkte profitierte von einer verkehrsgeographisch günstigen Lage der Lagerstätten und Produktionsstätten. Diese wiederum waren durch eine regionale Infrastruktur zu Wasser und zu Lande an die größeren Kommunikationsnetze angebunden. So konnte sich ein Fernhandel entwickeln, der in weite Teile Europas reichte.

All dies führte zu nachhaltiger Wirtschaftskraft; die genannten Faktoren waren über einen sehr langen Zeitraum und unter unterschiedlichen politischen Systemen wirksam. Gleichwohl spielt die Initiative übergeordneter Autoritäten eine wesentliche Rolle bei der Herausbildung unseres Industrieviertels. Es war staatlicher Einfluss vonseiten Roms, der den entscheidenden Anstoß zu weiterem wirtschaftlichem Aufschwung in der Osteifel gab.

Unübersehbar sind auch die sozialen Folgen dieser Entwicklung. Unmittelbar infolge des Aufschwungs kam es zu intensivierter Siedlungstätigkeit und Bevölkerungszuwachs. Neue Eliten markieren eine zunehmende Hierarchisierung, die Arbeitsteilung eine zunehmende Diversifizierung der Gesellschaft. Umgekehrt beobachten wir, dass auch soziale Entwicklungen von außen, wie die Urbanisierung in den frühen Städten der keltischen Epoche, stimulierend auf das Industrieviertel einwirkten.

Um zu diesen Aussagen zu gelangen, hat sich der eingangs beschriebene, breit angelegte Forschungsansatz bewährt. Zwei Methoden haben besonders dazu beigetragen, den Umfang und damit die Bedeutung der Produktion einzuschätzen. Dies sind zum einen Quantifizierungen, ermittelt mithilfe des Abbauvolumens und mit Experimenten. Der Rohstoff Stein mit seinen kompakten, nicht in Adern verlaufenden Lagerstätten und dauerhaften Abbauspuren bietet hierfür besonders günstige Voraussetzungen.¹²⁵ Zum anderen ermöglichen die erfolgreichen naturwissenschaftlichen Provenienzbestimmungen für Basalt, Tuff und Ton erstmals sichere Einschätzungen der Handelsströme und Absatzmärkte.¹²⁶ Mithilfe dieser interdisziplinären Herangehensweise dürfte es künftig auch gelingen, vergleichbare vormoderne Industrieviertel besser zu verstehen.

Anmerkungen

- 1 Albrecht 2012.
- 2 Slotta 1982; Herdick 2016.
- 3 Herdick 2016, S. 30.
- 4 Das Revier wurde seit 1997 durch den Kompetenzbereich Vulkanologie, Archäologie und Technikgeschichte (VAT) des Römisch-Germanischen Zentralmuseums (RGZM) in Mainz und Mayen untersucht.
- 5 Für die Forschungsgeschichte sei auf die Darstellungen in den zitierten Einzelstudien verwiesen.
- 6 Zum Vulkanpark: Hunold/Mangartz/Schaaff 2000; Hunold/Mangartz/Schaaff 2001; Schaaff 2003; Schaaff 2006; Schaaff 2008; Hunold/Schaaff 2010; Hunold 2011b; Hunold 2016; Schaaff 2017.

- 7 Haas/Neumair 2015, S. 11-13.
- 8 Wefers 2011; Wefers 2012a, S. 1 mit Anm. 5; Wenzel 2019a, S. 308.
- 9 Zusammenfassend Wefers 2012a, S. 87-90 mit Abb. 37; Wefers 2011; Wefers 2012c.
- 10 Jaccottey u. a. 2013; Alonso/Frankel 2017, S. 469-470; Picavet 2019, S. 528.
- 11 Alonso/Frankel 2017, S. 466-467, 476; Wefers 2012a, S. 88-89.
- 12 Wefers 2009a; Wefers 2012a, S. 23-27; Jaccottey u. a. 2013, S. 408; Alonso/Frankel 2017, S. 476-477.
- 13 Schwall 2011; Römisch-Germanisches Zentralmuseum 2012, S. 65-66.
- 14 Gluhak/Schwall 2015, S. 246; Schwall/Gluhak 2019, S. 218.
- 15 Gluhak/Schwall 2015, hier bes. S. 265; Schwall/Gluhak 2019, S. 218-220. 27 Proben wurden geochemisch und petrographisch untersucht. Wenige bestehen aus lokalem Sedimentgestein, acht Proben aus sizilianischen Vulkaniten. Die Mehrzahl der Proben besteht aus nicht lokalem Lavagestein und stammt sehr wahrscheinlich von den Äolischen Inseln, wenngleich eine Herkunft aus der Ägäis nicht völlig ausgeschlossen werden kann. Alle in Frage kommenden Lagerstätten standen jedoch unter griechischer Kontrolle.
- 16 Alonso/Frankel 2017, S. 467.
- 17 Wefers 2012a, S. 88-89 mit Abb. 37; Alonso/Frankel 2017, S. 471-473, Abb. 5.
- 18 Schwall 2011, S. 81; Williams-Thorpe/Thorpe 1993, S. 271-272.
- 19 Schwall 2011, S. 84-87, 90-91.
- 20 Schwall 2011, S. 81-83, 90. Ein Exemplar aus Syrakus lässt sich anschließen, vgl. ebd.
- 21 Wefers 2012a, S. 93.
- 22 Wefers 2012a, S. 89, Abb. 37; Alonso/Frankel 2017, S. 467-472, Abb. 4-5.
- 23 Zum von Olivier Buchsenschutz initiierten Programme Collectif de Recherche „Évolution typologique et technique des meules du Néolithique à l’an mille sur le territoire français“ (PCR Meule) vgl. Jaccottey u. a. 2013, S. 405; Wefers 2012a, S. 4; Jaccottey u. a. 2013, S. 409-411, Abb. 2-4; Picavet 2019, S. 360-364, 528. Eine frühe Mühle erscheint im späten 4. bis frühen 3. Jahrhundert v. Chr. in Débats-Rivière-d’Orpra (Loire), westlich von Lyon: Georges/Jaccottey 2017.
- 24 Jaccottey u. a. 2013, S. 412, 414, Abb. 6; Jaccottey u. a. 2017, S. 75-83, Abb. 6, 10-11 (Champagne-Ardenne); Picavet 2017, S. 388-390 (Kanaltrasse zwischen Compiègne/Oise und Aubecheul-au-Bac/Pas-de-Calais).
- 25 Wefers 2011; Wefers 2012a, S. 90-95; Wefers 2012c.
- 26 Wefers 2012a, S. 95; Wefers 2012c.
- 27 Landesamt für Geologie 2005, S. 283-288; Schmincke 2007; Schmincke 2008.
- 28 Zu den Eigenschaften dieses Gesteins vgl. Wefers 2012a, S. 35-36, 147-151; Hunold 2011b, S. 17-21, 57; Mangartz 2008a, S. 6-10; Harms/Mangartz 2002. Zu weiteren Gewinnungsstellen der Eifel vgl. Hörter 1994; Holtmeyer-Wild 2014.
- 29 Mangartz 2006b, S. 25-34; Mangartz 2008a, S. 6-10, 24-29.
- 30 Ihre Erforschung im 20. Jahrhundert ist geprägt von den Arbeiten dreier Generationen der Lokalforscherfamilie Hörter sowie des Archäologen Josef Röder. Aus direkter Anschauung bestens mit den Befunden vertraut, die der weiterhin aktive Abbau zutage förderte, gelang es ihnen nicht nur, Getreidereiben und Mühlsteine sowie die zugehörigen Werkzeuge relativchronologisch einzuordnen, sondern auch Aussagen zu Abbautechnik, Produktion, Distribution und Organisation der Steinbrüche zu treffen sowie erste Überlegungen zur Quantifizierung zu formulieren. Z. B. Hörter 1914; Hörter/Michels/Röder 1950/51; Hörter/Michels/Röder 1954/55; Röder 1956; Röder 1958; Röder 1972; Hörter 1994; Hörter 2000. Weitere Verweise vgl. Mangartz 2008a, S. 10-17.
- 31 Mangartz 2000; Mangartz 2006a; Mangartz 2006b; Mangartz 2007; Mangartz 2008a; Mangartz 2008b; Mangartz 2012a; Mangartz 2012b; Mangartz/Pung 2002. In einem 2005 gemeinsam mit der Universität Grenoble organisierten internationalen Kolloquium konnte Mangartz die Forschungen zum Mayener Revier in einen größeren Kontext stellen: Belmont/Mangartz 2006b.
- 32 Holtmeyer-Wild 2000; vgl. auch Oesterwind/Wenzel 2012, S. 338-341, mit neueren Belegen für Holtmeyer-Wilds Datierungen.
- 33 Joachim 1985; van Heeringen 1985, S. 372 mit Abb. 1a, 378 (Velsen, mit 14C-Datierung 800 v. Chr.); Mangartz 2008a, S. 39 mit Anm. 230; Galland/Jaccottey/Pautrot 2018, S. 80-83, 85-86 mit Abb. 4 (Vignot/Maas, um 1000 v. Chr.); weitere Beispiele vgl. Gluhak/Goemaere/Hartoch 2015, S. 79-80.
- 34 Jaccottey u. a. 2017, S. 73-75 mit Abb. 3-5; Picavet 2019, S. 58.
- 35 Gluhak/Goemaere/Hartoch 2015, S. 51-61, 79-81 mit Abb. 30 (ein Reibstein der Stufe Hallstatt D aus Tongeren stammt aus Eichholz/Westeifel); Galland/Jaccottey/Pautrot 2018, S. 82, 92, 94 mit Abb. 11a (ein Reibstein der Stufe Hallstatt D2-D3 aus Yutz stammt vom Rossbüsch/Westeifel).
- 36 Schäfer 2000; Mangartz 2008a, S. 48-49; Oesterwind/Wenzel 2012, S. 352.

- 37 Wenzel 2019a, S. 308 mit Abb. 2; Wenzel 2019b, S. 148-149 mit Abb. 3.
- 38 van Heeringen 1985, S. 378 mit Anm. 10 (Eschweiler, Kr. Aachen); Mangartz 2008a, S. 43; Wenzel 2019a, S. 308-309; Wenzel 2019b, S. 148-150 mit Abb. 4,1-3 (Maasland, Foppenpolder, Prov. Zuid-Holland/NL).
- 39 Mangartz 2008a, S. 27-28 mit Abb. 5-6, 40-45.
- 40 Wenzel 2019a, S. 308-309; Wenzel 2019b, S. 148-149; Gluhak/Goemaere/Hartoch 2015, S. 81 (Tongeren/B).
- 41 Holtmeyer-Wild 2000, S. 30-37, 45-53.
- 42 Mangartz 2008a, S. 41-42; Wefers 2012a, 158-160. Es wäre zu erwarten, dass die mediterrane Technik der Keilspaltung von Anfang an bei der Mühlsteinproduktion Anwendung fand, doch der Nachweis in keltischen Steinbrüchen fehlt bislang. Mangartz und Wefers gehen davon aus, dass in der keltischen Epoche ausschließlich die Technik der Schlagspaltung angewendet wurde.
- 43 Oesterwind/Wenzel 2012, S. 342-344 mit Abb. 7d; Wenzel 2019a, S. 306.
- 44 Mangartz 2008a, S. 45, 91 mit Abb. 27.
- 45 Mangartz 2008a, S. 47-48, 93-97 mit Abb. 28-29.
- 46 Vgl. auch Jaccotey u. a. 2013, S. 413.
- 47 Mangartz 2008a, S. 44-45. Hinweise auf eine Endfertigung direkt in den Brüchen liegen auch für Frankreich vor: Jaccotey u. a. 2013, S. 413.
- 48 Oesterwind/Wenzel 2012, S. 345-346, 350-352; Grünewald 2011, S. 8-11, 137-139, 195-198 (Anfangsdatum Amtsgericht nach Neubewertung spätaugustisch bis frühaugustisch, Enddatum spätaugustisch); Oesterwind 2012, S. 62-65; Baur 2014, S. 132.
- 49 Glauen 2012, S. 88-91 mit Abb. 3; Glauen 2013, S. 71-72.
- 50 Schäfer 2000, S. 83-85 mit Abb. 1; Mangartz 2008a, S. 48-49, 99; Grünewald 2011, S. 196 mit Anm. 1711; Giljohann 2017, S. 137-138.
- 51 Wefers 2012a; vgl. auch Wefers 2006a; Wefers 2006b; Wefers 2008; Wefers 2009b; Wefers 2014.
- 52 Wefers 2012a, S. 95-107.
- 53 Wefers 2012a, S. 192; Wefers 2014, S. 120, 124.
- 54 Wefers 2012a, S. 154-156, 193 mit Tafeln 112, 116, 120, 140, 142.
- 55 Wefers 2012a, S. 112-120, 178 mit Abb. 49, 53 und Tafel 142. Weitere befestigte Siedlungen (Dillenburg, Heunstein; Glauburg, Glauberg) sowie eine unbefestigte Siedlung (Haiger, Kalteiche) lieferten sogar ausschließlich oder fast ausschließlich (Wilsenroth, Dornburg) Mühlen aus Phono-Tephrit, deren Gesamtzahl von drei bis acht Exemplaren ist jedoch zu klein, um Aussagen daraus abzuleiten; vgl. ebd. S. 124-125, 128-129, 132-133; Wefers 2014, S. 120-122 mit Abb. 5-6.
- 56 Wefers 2012a, S. 109-112, 177 mit Abb. 46 und Tafel 142; Wefers 2014, S. 120-122.
- 57 Wefers 2012a, S. 179, 194-198 (vgl. dort weitere Beispiele aus dem übrigen Arbeitsgebiet); Wefers 2014, S. 121-122.
- 58 Wefers 2012a, S. 209-210; Wenzel 2019b, S. 149, 157 mit Nr. 15 (Cugnon/B, „Trinchi“) und Nr. 17 (Dannenfels/D, Donnersberg); Picavet 2019, S. 201 (Pétange/L, Titelberg); zum Verhältnis der nordgallischen Oppida zu den Mühlsteinbrüchen vgl. ebd. S. 369-370.
- 59 Unter dieser Voraussetzung bemerkt Mangartz (2008a, S. 48-49), dass die Exporte erstmals den Einflussbereich der Binnenschiffe verlassen hätten, da die nördlichen Niederlande nur durch eine Umladung auf Küstenschiffe hätten beliefert werden können.
- 60 van Heeringen 1985, S. 372 mit Abb. 1a, 378-379; vgl. dazu jetzt Wenzel 2019a, S. 305, 314 mit älterer Literatur; Wenzel 2020a.
- 61 Picavet 2019, S. 57-59, 200-203 mit Abb. 209-210, S. 364-366 mit Abb. 325; Jaccotey u. a. 2017, S. 79-84 mit Anm. 18.
- 62 Wefers 2006b; Hornung 2016, S. 79-80 mit Anm. 372.
- 63 Wefers 2012a, S. 199, 204-205; Wenzel 2019b, S. 160, Nr. 66 mit weiterer Literatur.
- 64 Hornung/Gluhak/Kronz 2015; Hornung 2016, S. 152-154, 160-162.
- 65 Hornung 2019, S. 21-26 mit Anm. 70, Abb. 12 (mit weiterer Literatur). Freundliche Hinweise zu den Mühlsteinfragmenten: Sabine Schade-Lindig, hessenArchäologie, Wiesbaden.
- 66 Wefers 2012a, S. 180-181 (mit Hinweis auf einen weiteren Drususzeitlichen Stein aus Bad Wildungen); Wefers 2012b, S. 234 mit Abb. 266; Gluhak 2012.
- 67 Wenzel 2019b, S. 151-152, 157-159 (vgl. dort weitere Hinweise auf Mühlen keltischen Typs in römischem Fundzusammenhang); Wenzel 2020a, S. 10-13; Schaaff 2010, S. 267-268 mit Abb. 2, 3.
- 68 Grünewald 2011, S. 137-139, 196-198 (römisch beeinflusstes Adelsgrab in Thür ebd., Anm. 1731); Glauen 2012, S. 88-91; Glauen 2013, S. 71-72.
- 69 Gluhak/Hofmeister 2009a; Gluhak/Hofmeister 2009b; Gluhak/Hofmeister 2011; Gluhak 2010a; Gluhak 2010b; Gluhak 2012; Gluhak 2015; Gluhak/Wefers 2011; Gluhak/Geisweid/Xu 2012, S. 25-33; Gluhak/Schwall 2015; Hornung/Gluhak/Kronz 2015.
- 70 Schaaff 2010; Gluhak 2010a.
- 71 Schaaff 2010, S. 267-269 (Hinweise auf Mayener Mühlen auch in den Marschlagern von Dorsten-Holsterhausen vgl. ebd., Anm. 39).
- 72 Baatz 2015; Gluhak 2015; Wenzel 2019b, S. 155 mit Abb. 9, S. 162 mit Tab. 2, Nr. 38.
- 73 Schaaff 2010, S. 267-268.
- 74 Hermeskeil: Hornung/Gluhak/Kronz 2015; Hornung 2016, S. 152-154 mit Abb. 130, S. 161-162.
- 75 Mangartz 2008a, S. 64-79; Wenzel 2019a, S. 306; Wenzel 2019b, S. 146; Wenzel 2020a, S. 3; Grunwald/Wenzel 2021; Baatz 2015, S. 298 verweist darauf, dass die frühromischen Mühlen vom Typ Haltern besonders für den mobilen Gebrauch geeignet waren und wohl auch vom Militär entwickelt wurden.
- 76 Schaaff 2010, S. 265-267; Mangartz 2008a, S. 76-78, 80, 83-85; Mangartz 2012a, S. 12-13.
- 77 Mangartz 2012a, S. 19; Schaaff 2010, S. 269 mit Anm. 40.
- 78 Mangartz 2008a, S. 55-57; Mangartz 2012a, S. 2.
- 79 Oesterwind/Wenzel 2012, S. 341.
- 80 Mangartz 2008a, S. 64-70.
- 81 Röder 1956; Holtmeyer-Wild 2000, S. 36-37; Mangartz 2008a, S. 90-92; Mangartz 2012a, S. 14-15.
- 82 Holtmeyer-Wild 2000, S. 36; Mangartz 2006b, S. 29-30; Mangartz 2008a, S. 44-45, 64-73, 74-79, 89 mit Abb. 26, S. 90; Mangartz 2012a, S. 10, 14. Vgl. hierzu auch unten, Abschnitt „Wirtschaftszentrum Mayen und die Infrastruktur im Revier“.
- 83 Mangartz 2008a, S. 64-79. Zum standardisierten Herstellungsprozess als Kriterium industrieller Produktion vgl. Herdick 2016.
- 84 Mangartz 2008a, S. 102; Wenzel 2019a, S. 306 mit weiterer Literatur; Grunwald/Wenzel 2021.
- 85 Brockhoff 2017, S. 120-121.
- 86 Hörter 1994; Mangartz 2008a, S. 127-130; Gluhak/Goemaere/Hartoch 2015, S. 52, 81-84 mit Abb. 30.
- 87 Lediglich für die Herstellung von Kraftmühlen am Andernacher Hafen hält Mangartz eine Anleitung durch Militärspezialisten für wahrscheinlich: Mangartz 2008a, S. 68-70, 90; Mangartz 2012a, S. 6, 9-11, 14-15.
- 88 Zum Tuffabbau vgl. Schaaff 2015, zu den Inschriften bes. S. 165-175, 177-183, 203-211; Schaaff 2012; Schaaff 2018; vgl. auch Grünewald 2011, S. 196-197.
- 89 Hunold 2011a, S. 268-294; Grünewald 2011, S. 179, 202-208.
- 90 Mangartz 2008a, S. 93; Mangartz 2012a, S. 15-16; Grünewald 2011, S. 225-226; Glauen 2012, S. 88-91; Glauen 2013, S. 72; Picavet 2019, S. 412-413.
- 91 Köstner 2012.
- 92 Glauen 2012, S. 88-89; Glauen 2013, S. 67, 72-73.
- 93 Mangartz 2008a, S. 74; Mangartz 2012, S. 10; Hunold 2002, S. 79; Glauen 2012, S. 89-90; Glauen 2013, S. 68-71.
- 94 Hunold 2011a, S. 292-294; Schaaff 2018, S. 169-172.
- 95 Vgl. Mangartz 2008a, S. 97 f.; Hunold 2011a, S. 291-294.
- 96 Wenzel 2014, hier bes. S. 231-235; Eckoldt 1980.
- 97 Hunold 2011a, S. 272-276; Hunold 2012a; 2012b.
- 98 Redknap 1999; Friedrich 2015; Grunwald 2012; Grunwald 2015b; Grunwald 2015b; Grunwald 2016; Grunwald 2019; Grunwald 2022.
- 99 Hunold 2011a, S. 274-275 (selbst unter der Annahme, dass die Hälfte der Arbeiter außerhalb des vicus lebte, ist von einer vierstelligen Einwohnerzahl auszugehen); Grünewald 2011, S. 180-182.
- 100 Grünewald 2011, S. 214-216.
- 101 Schaaff 2015, bes. S. 203; Schaaff 2018.
- 102 Grünewald 2011, S. 214-216.
- 103 Baur 2012; Baur 2014; Giljohann 2012; Giljohann 2017; Giljohann/Hunold/Wenzel 2017; Wenzel/Grünewald/Giljohann 2021.
- 104 Mangartz 2008a, S. 52-55; Mangartz 2012a, S. 2-4.
- 105 Mangartz 2008a, S. 93-97; Mangartz 2012a, S. 16-17.
- 106 Lepareux-Couturier/Robin 2017, S. 319-320 mit Abb. 3; Picavet 2019, S. 233 mit Abb. 236.
- 107 Reniere u. a. 2017, S. 435 (Belgien); Gluhak/Goemaere/Hartoch 2015, S. 51-61 mit Abb. 37, S. 79-86 (Tongeren); Jodry/Jaccotey u. a. 2017, S. 90; Jodry/Rollet u. a. 2017, S. 139-141 (Champagne-Ardenne); Picavet u. a. 2011, bes. S. 177-179, 197-199; Picavet 2017, S. 392-395; Zur einzelnen Verteilung: Galland/Jaccotey/Pautrot 2018, S. 85-86 mit Abb. 4 (Lothringen).
- 108 Picavet 2019, S. 407-411.
- 109 Picavet 2019, S. 58, 152-153 mit Abb. 171, S. 417-427 mit Abb. 343.
- 110 Mangartz 2008a, S. 104-106; Mangartz 2012a, S. 20; Asselin u. a. 2017 (Metz: tiberische Mühlen, Herkunft Eifel oder Massif Central); Picavet 2019, S. 54 mit Abb. 20, S. 57-58.
- 111 Mangartz 2008a, S. 99-104; Mangartz 2012a, S. 18-20.
- 112 Mangartz 2008a, S. 102-104; Mangartz 2012a, S. 19 mit älterer Literatur; Wenzel 2019b, S. 155 mit Abb. 9, S. 160-162 mit Tab. 2 (hier genauer datierte Fundorte: Nr. 7.19.32.37).
- 113 Wefers 2012a, S. 199-206; Mangartz 2008a, S. 105-106.

- 114 Mangartz 2008a, S. 104-106 mit Abb. 32; Mangartz 2012a, S. 20 mit weiterer Literatur; Gluhak/Wefers 2011.
- 115 Enzmann 2019, S. 149-175 mit Abb. 85, S. 175-177.
- 116 Enzmann 2019, S. 90 mit Abb. 26.
- 117 Wenzel 2019b, S. 151-156 mit Abb. 8-9; Wenzel 2020a.
- 118 Enzmann 2019, S. 120-123, 175-176. Damit wird die These Mangartz' relativiert, Handmühlen seien verstärkt seit dem ausgehenden 2. Jahrhundert in die Germania libera gelangt, nachdem die Nachfrage beim römischen Militär aufgrund fest installierter Kraftmühlen gesunken sei: Mangartz 2008a, S. 101-103; Mangartz 2012a, S. 19-20.
- 119 Mangartz 2008a, S. 122-125; Wenzel 2018; Wenzel 2020b; Grunwald/Wenzel 2021.
- 120 Wenzel 2020b, S. 224-226 mit Abb. 2-4; Grunwald/Wenzel 2021, S. 49-53 mit Abb. 10-11; Picavet 2019, S. 58, 152-153, 417-427 mit Abb. 343 (Verbreitung im frühen Mittelalter zwischen Seine und Rhein); Enzmann 2019, S. 122-123, spricht von einem Hiatus während des 5.-7. Jahrhunderts im Barbaricum.
- 121 Z. B. Gluhak 2010b; Koopman 2018; Gross/Prien 2017; vgl. Grunwald/Wenzel 2021.
- 122 Mangartz 2008a, S. 124-127 mit Abb. 42-43 und älterer Literatur; Rüniger 2019; Wenzel 2020b, S. 226-228 mit Abb. 5-6 und weiterer Literatur; Grunwald/Wenzel 2021, S. 53-59 mit Abb. 14-15; Grunwald 2022.
- 123 Z. B. Sindbæk 2007; Kalmring 2010; Kalmring/Lemm 2020; van Es 2009; Willemsen/Kik 2021.
- 124 Grunwald/Wenzel 2021; Grunwald im Druck.
- 125 Mangartz 2008a, S. 93-97 (Basaltlava); Schaaff 2015, S. 193-199 (Tuffstein).
- 126 Gluhak 2010b (Basaltlava); Geisweid 2018 (Tuffstein); Xu/Hofmeister 2012 (Mayener Keramik).

Bibliografie

ALBRECHT, Helmuth:

- 2012 What does the Industrial Revolution signify?, in: Douet, James (Hg.), *Industrial Heritage Re-tooled. The TICCIH guide to Industrial Heritage Conservation*, Lancaster 2012, S. 17-23

ALONSO, Natàlia/FRANKEL, Rafael:

- 2017 A survey of ancient grain milling systems in the Mediterranean, in: Buchsensschutz/Lepareux-Couturier/Fronteau 2017, S. 461-478

ASSELIN, Guillaume/BRKOJEWITSCH, Gaël/MARQUIE, Sandrine/MAUJEAN, Johann/PRUNEYROLLES, Lucie:

- 2017 Outils de mouture et de broyage d'époque tibérienne: la fouille préventive de la Rue Paille-Maille à Metz (Moselle), in: Buchsensschutz/Lepareux-Couturier/Fronteau 2017, S. 401-406

BAATZ, Dietwulf:

- 2015 Mühlsteine, in: Becker/Rasbach 2015, S. 297-308

BAUR, Viktoria:

- 2012 Die ländliche Besiedlung im Umfeld der Basaltsteinbrüche und des vicus von Mayen (Lkr. Mayen-Koblenz) in römischer Zeit, in: Grunwald/Wenzel 2012, S. 235-246

- 2014 Die ländliche Besiedlung des römischen Industriereviers Mayen (Dissertation Univ. Köln 2014) <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:hbz:38-91033> (15.7.2020)

BECKER, Armin/RASBACH, Gabriele:

- 2015 Waldgirmes. Die Ausgrabungen in der spätaugusteischen Siedlung von Lahnau-Waldgirmes (1993-2009). 1. Befunde und Funde (Römisch-Germanische Forschungen, Nr. 71), Darmstadt 2015

BELMONT, Alain/MANGARTZ, Fritz (Hg.):

- 2006 Mühlsteinbrüche. Erforschung, Schutz und Inwertsetzung eines Kulturerbes europäischer Industrie (Antike-21. Jahrhundert). Les Meulières. Recherche, protection et valorisation d'un patrimoine industriel européen (antiquité-XXIe siècle). Millstone Quarries. Research, Protection and Valorization of an European Industrial Heritage (Antiquity-21st Century). Colloque international Grenoble – 22 au 25 septembre 2005 – Maison des Sciences de l'Homme-Alpes (RGZM-Tagungen, Nr. 2), Mainz 2006

BÖDECKER, Steve/COTT, Eva/BRÜGGLER, Marion/DESCHLER-ERB, Eckhard/GRÜNEWALD, Martin/HORNUNG, Sabine/MORSCHER-NIEBERGALL, Jennifer/TUTLIES, Petra (Hg.):

- 2019 Spätlatene- und frühkaiserzeitliche Archäologie zwischen Maas und Rhein. Tagung Roman Networks in the West II, Krefeld, 14.-16. Juni 2018 (Materialien zur Bodendenkmalpflege im Rheinland, Nr. 28), Bonn 2019

BROCKHOFF, Klaus:

- 2017 Betriebswirtschaftslehre in Wissenschaft und Geschichte. Eine Skizze. 5., korrigierte und erweiterte Aufl., Wiesbaden 2017

BUCHSENSCHUTZ, Olivier/LEPAREUX-COUTURIER, Stéphanie/FRONTEAU, Gilles (Hg.):

- 2017 Les meules du Néolithique à l'époque Médiévale: technique, culture, diffusion. Actes du 2ème colloque du Groupe Meule, Reims, du 15 au 17 mai 2014 (Revue Archéologique de l'Est, supplément no 43), Dijon 2017

ECKOLDT, Martin:

- 1980 Schifffahrt auf kleinen Flüssen Mitteleuropas in Römerzeit und Mittelalter (Schriften des Deutschen Schifffahrtsmuseums, Nr. 14), Oldenburg/Hamburg/München 1980

ENZMANN, Jonas:

- 2019 Die Handdrehmühlen aus Eifeler Basaltlava im nordwesteuropäischen Barbaricum während der Römischen Kaiserzeit – eine Diskussion zu überregionalen Verbreitungsrouten und -mechanismen auf Grundlage von Transportzonen. Der Küstenraum der Nordsee als ur- und frühgeschichtliches Archiv der Siedlungs-, Wirtschafts- und Landschaftsentwicklung, in: Siedlungs- und Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet 42 (2019), S. 57-194

FRIEDRICH, Sibylle:

- 2015 Die römischen Töpfereien von Weißenthurm am Rhein – archäologische Ergebnisse, in: Grunwald 2015b, S. 27-35

GALLAND, Sophie/JACCOTTEY, Luc/PAUTROT, Christian:

- 2018 Les meules à céréales va-et-vient, en roches basaltiques de l'Eifel, aux âges des métaux en Lorraine, in: Koch, Michael (Hg.): Beiträge des internationalen Symposiums zur Archäologie in der Großregion in der Europäischen Akademie Otzenhausen vom 23.-26. März 2017 (Archäologentage Otzenhausen, Nr. 4), Nonnweiler 2018, S. 79-100

GEISWEID, Jutta:

- 2018 Geowissenschaftlich-archäometrische Untersuchung zur Provenienzbestimmung von Tuffen der Osteifel und deren Verwendung in römischer und mittelalterlicher Zeit, Boppard 2018

GEORGES, Vincent/JACCOTTEY, Luc:

- 2017 Un fragment de meule rotative en contexte précoce à Lijay dans les Monts du Forez (fin IVe-début IIIe s. av. J.-C.), in: Buchsensschutz/Lepareux-Couturier/Fronteau 2017, S. 383-385

GILJOHANN, Ricarda:

- 2012 Zur ländlichen Besiedlung im Umland der Tuffbergwerke zwischen Andernach und Mayen (Lkr. Mayen-Koblenz) in römischer Zeit. Ein Vorbericht zur Besiedlungsentwicklung in einer antiken Industrielandschaft, in: Grunwald/Wenzel 2012, S. 247-262

- 2017 Die römische Besiedlung im Umland der antiken Tuffbergwerke am Laacher See-Vulkan (Monographien RGZM, Nr. 140; Vulkanpark-Forschungen, Nr. 12), Mainz 2017

GILJOHANN, Ricarda/HUNOLD, Angelika/WENZEL, Stefan:

- 2017 Rural Life and Industry between the Eifel and the Rhine, in: Reddé, Michel (Hg.): Gallia Rustica 1. Les campagnes du nord-est de la Gaule, de la fin de L'Âge du fer à l'Antiquité tardive. Projet „Ruraland“ financé par l'European Research Council (ERC) (Ausonius Mémoires, Nr. 49), Bordeaux 2017, S. 125-152

GLAUBEN, Antonia M.:

- 2012 Der vicus von Mayen (Lkr. Mayen-Koblenz). Alte Grabungen und neue Forschungen, in: Grunwald/Wenzel 2012, S. 87-98

- 2013 Der vicus von Mayen (Kr. Mayen-Koblenz), in: Heising, Alexander (Hg.): Neue Forschungen zu zivilen Kleinsiedlungen (vici) in den römischen Nordwest-Provinzen. Akten der Tagung Lahr 21.-23.10.2010, Bonn 2013, S. 63-76

GLUHAK, Tatjana M.:

- 2010a Mühlen für das römische Militär. Geochemische Herkunftsanalysen von Mühlsteinen aus den augusteischen Lagern Haltern, Oberaden, Anreppen und Barkhausen, in: Archäologisches Korrespondenzblatt 40 (2010), S. 273-284

- 2010b Petrologisch-geochemische Charakterisierung quartärer Laven der Eifel als Grundlage zur archäometrischen Herkunftsbestimmung römischer Mühlsteine [Diss. Univ. Mainz 2010] DOI: 10.25358/openscience-2243

- 2012 Provenienzanalyse der Handmühlen aus Hedemünden, in: Grote 2012, S. 235-240

- 2015 Herkunftsbestimmungen der „basaltischen“ Handmühlen aus Brunnen 2, in: Becker/Rasbach 2015, S. 309-316

GLUHAK, Tatjana/GEISWEID, Jutta/XU, Wenxing:

- 2012 Mineralogische Untersuchungen von Basalt, Tuff und Keramik als Erkenntnisinstrument für römische Landnutzung und Wirtschaftsstrukturen, in: Grunwald/Wenzel 2012, S. 25-47

GLUHAK, Tatjana/GOEMAERE, Eric/HARTOCH, Else:

- 2015 Provenance des matières premières et diffusion des meules, in: Hartoch, Else (Hg.), Moudre au Pays des Tungri (Atuatua, Publications of the Gallo-Roman Museum Tongeren, Nr. 7), Tongeren 2015, S. 50-71

- GLUHAK, Tatjana/HOFMEISTER, Wolfgang:
2009a Provenienzanalyse basaltischer Mülhsteine der Römerzeit, in: *Metalla*, Sonderheft 2 (2009), S. 141-143
- 2009b Roman lava quarries in the Eifel Region (Germany): geochemical data for millstone provenance studies, in: *Journal of Archaeological Science* 36 (2009), S. 1774-1782
- 2011 Geochemical provenance analyses of Roman lava millstones north of the Alps: a study of their distribution and implications for the beginning of Roman lava quarrying in the Eifel region (Germany), in: *Journal of Archaeological Science* 38 (2011), S. 1603-1620
- GLUHAK, Tatjana/SCHWALL, Christoph:
2015 Provenance analyses of the volcanic rock grinding stones from the greek colony of Selinunte, Sicily (Italy) – constraints and possibilities, in: *Archaeometry* 57, 2 (2015), S. 246-268
- GLUHAK, Tatjana M./WEFERS, Stefanie:
2011 Geochemische Herkunftsbestimmung römischer Getreidemöhlen vom Magdalensberg, Kärnten, in: *Cemper-Kiesslich, Jan/Lang, Felix/Schaller, Kurt/Uhlir, Christian/Unterwurzacher, Michael* (Hg.): *Secundus conventus Austriacus archaeometriae*. Tagungsband zum Zweiten Österreichischen Archäometrikongress 13.-14. Mai 2010 (Schriften zur Archäologie und Archäometrie der Paris Lodron-Universität Salzburg, Nr. 2), Salzburg 2011, S. 79-82
- GROSS, Uwe/PRIEN, Roland:
2017 Der Lobdengau im Frankenreich, in: *Damminer, Folke/Gross, Uwe/Prien, Roland/Witschel, Christian* (Hg.): *Große Welten – Kleine Welten. Ladenburg und der Lobdengau zwischen Antike und Mittelalter* (Ladenburger Reihe zur Stadtgeschichte, Nr. 2), Edingen-Neckarhausen 2017, S. 247-288
- GROTE, Klaus:
2012 Römerlager Hedemünden. Der augusteische Stützpunkt, seine Außenanlagen, seine Funde und Befunde (Veröffentlichungen der archäologischen Sammlungen des Landesmuseums Hannover, Nr. 53), Dresden 2012
- GRÜNEWALD, Martin:
2011 Die römischen Gräberfelder von Mayen (Monographien RGZM, Nr. 96; Vulkanpark-Forschungen, Nr. 10), Mainz 2011
- GRÜNEWALD, Martin/WENZEL, Stefan (Hg.):
2012 Römische Landnutzung in der Eifel – neue Ausgrabungen und Forschungen (RGZM-Tagungen, Nr. 16), Mainz 2012
- GRUNWALD, Lutz:
2012 Die römischen und frühmittelalterlichen Töpfereien von Mayen (Lkr. Mayen-Koblenz). Eine zwischenzeitliche Standortbestimmung, in: *Grünwald/Wenzel* 2012, S. 111-129
- 2015a Produktion und Warendistribution der Mayener Ware in spätrömischer und frühmittelalterlicher Zeit, in: *Later, Christian/Helmbrecht, Michaela/Jecklin-Tischhauser, Ursina* (Hg.): *Infrastruktur und Distribution zwischen Antike und Mittelalter*. Tagungsbeiträge der Arbeitsgemeinschaft Spätantike und Frühmittelalter 8 (Studien zu Spätantike und Frühmittelalter, Nr. 8), Hamburg 2015, S. 191-207
- 2015b (Hg.) *Den Töpfern auf der Spur – Orte der Keramikherstellung im Licht der neuesten Forschung* (RGZM-Tagungen, Nr. 21), Mainz 2015
- 2016 Mayen in der Eifel und die Herstellung der „Mayener Ware“ von der Mitte des 4. bis in die erste Hälfte des 6. Jahrhunderts, in: *Archäologisches Korrespondenzblatt* 46 (2016), S. 345-361
- 2019 Die „Mayener Ware“ zwischen Produkt, Handel und Distributionsgebiet (4.-14. Jahrhundert), in: *Schmauder, Michael/Roehmer, Marion* (Hg.): *Keramik als Handelsgut. Produktion – Distribution – Konsumtion*. Tagungsband des 49. Internationalen Symposiums Keramikforschung Bonn, 19. bis 23. September (Bonner Beiträge zur Vor- und Frühgeschichtlichen Archäologie, Nr. 23), Bonn 2019, S. 37-47
- 2022 Die römischen und frühmittelalterlichen Töpfereien von Mayen in der Eifel (Monographien RGZM; Vulkanpark-Forschungen, Nr. 14), Mainz
- GRUNWALD, Lutz/WENZEL, Stefan:
2021 Das Industrieviertel zwischen Mayen und Andernach in römischer Epoche und Frühmittelalter, in: *Gierszewska-Noszczyńska, Matylda/Grunwald, Lutz* (Hg.): *Zwischen Machtzentren und Produktionsorten – Wirtschaftsaspekte von der römischen Epoche bis in das Hochmittelalter am Rhein und in seinen Nachbarregionen* (RGZM – Tagungen, Nr. 45), Mainz 2021, S. 41-68
- HAAS, Hans-Dieter/NEUMAIR, Simon-Martin:
2015 *Wirtschaftsgeographie*, 3. Aufl., Darmstadt 2015
- HARMS, Eduard/MANGARTZ, Fritz:
2002 Vom Magma zum Mülhstein. Eine Zeitreise durch die Lavaströme des Bellerberg-Vulkans (Vulkanpark-Forschungen, Nr. 5), Mainz 2002
- HEERINGEN, Robert M. van:
1985 Typologie, Zeitstellung und Verbreitung der in die Niederlande importierten vorgeschichtlichen Mahlsteine aus Tephrit, in: *Archäologisches Korrespondenzblatt* 15 (1985), S. 371-383
- HERDICK, Michael:
2016 *Industriearchäologie*, in: *Scholkmann, Barbara/Kenzler, Hauke/Schreg, Rainer* (Hg.): *Archäologie des Mittelalters und der Neuzeit: Grundwissen*, Darmstadt 2016, S. 29-31
- HÖRTER, Peter:
1914 Die Basaltlavaindustrie bei Mayen in vorrömischer und römischer Zeit, in: *Mannus* 6 (1914), S. 283-294
- HÖRTER, Fridolin jun.:
1994 Getreidereiben und Mülhsteine aus der Eifel. Ein Beitrag zur Steinbruch- und Mülhengeschichte, Mayen 1994
- 2000 Vom Reibstein zur römischen Kraftmülhle, in: *Steinbruch und Bergwerk* 2000, S. 58-70
- HÖRTER, Fridolin sen./MICHELS, Franz Xaver/RÖDER, Josef:
1950 Die Geschichte der Basaltlavaindustrie von Mayen und Niedermendig, in: *Jahrbuch für Geschichte und Kultur des Mittelrheins* und seiner Nachbargebiete 2/3 (1950/51), S. 1-32
- 1954 Die Geschichte der Basaltlavaindustrie von Mayen und Niedermendig Teil II, in: *Jahrbuch für Geschichte und Kunst des Mittelrheins* 6/7 (1954/55), S. 7-32
- HOLTMAYER-WILD, Vera:
2000 *Vorgeschichtliche Reibsteine aus der Umgebung von Mayen* (Vulkanpark-Forschungen, Nr. 3), Mainz 2000
- 2014 Preliminary report on a quern and millstone production site from the Iron Age and the Medieval Period at Mount Ruderbüsch, Western Eifel Region, Germany, in: *AmS-Skrifter* 24 (2014), S. 159-163
- HORNUNG, Sabine:
2016 Siedlung und Bevölkerung in Ostgallien zwischen Gallischem Krieg und der Festigung der römischen Herrschaft. Eine Studie auf Basis landschaftsarchäologischer Forschungen im Umfeld des Oppidums „Hunnenring“ von Otzenhausen (Lkr. St. Wendel) (Römisch-Germanische Forschungen, Nr. 73), Darmstadt/Mainz 2016
- 2019 *Bewegte Zeiten – kultureller, demografischer und ökonomischer Wandel am Übergang von der Eisen- zur Römerzeit im Gebiet beiderseits des Rheins*, in: *Bödecker u. a.* 2019, S. 11-36
- HORNUNG, Sabine/GLUHAK, Tatjana/KRONZ, Andreas:
2015 Die Provenienz der Mülhsteinfragmente aus dem spätrepublikanischen Militärlager von Hermeskeil (Lkr. Trier-Saarburg) – Eine Brücke zur historischen Überlieferung?, in: *Gluhak, Tatjana/Greif, Susanne/Kraus, Karin/Prange, Michael* (Hg.): *Archäometrie und Denkmalpflege 2015, Jahrestagung Mainz*, 25.-28. März (Metalla Sonderheft, Nr. 7), Bochum 2015, S. 126-128
- HUNOLD, Angelika:
2002 Altes und Neues aus dem römischen Mayen. Eine neue Karte zur Topographie des vicus, in: *Acta Praehistorica et Archaeologica* 34 (2002), [Festschrift H. Ament], S. 69-82
- 2011a Die Befestigung auf dem Katzenberg bei Mayen und die spätrömischen Höhenbefestigungen in Nordgallien (Monographien RGZM, Nr. 88; Vulkanpark-Forschungen, Nr. 8), Mainz 2011
- 2011b *Das Erbe des Vulkans. Eine Reise in die Erd- und Technikgeschichte zwischen Eifel und Rhein*, Regensburg/Mainz 2011
- 2012a Mayen und der Katzenberg (Lkr. Mayen-Koblenz). Spätrömische Höhenbefestigungen als Elemente der Landnutzung, in: *Grünwald/Wenzel* 2012, S. 99-110
- 2012b Mayen und sein Umland zur Zeit des Gallischen Sonderreichs, in: *Fischer, Thomas* (Hg.): *Die Krise des 3. Jahrhunderts n. Chr. und das Gallische Sonderreich. Akten des Interdisziplinären Kolloquiums Xanten* 26. bis 28. Februar 2009 (ZAKMIRA-Schriften, Nr. 8), Wiesbaden 2012, S. 275-306
- 2016 *Bergbau in der Osteifel von der Antike bis zum Mittelalter*, in: *Kleeberg, Katrin* (Hg.): *Vom römischen Tuffsteinbruch bis zur heutigen Schiefergewinnung – 2000 Jahre Bergbau im Vulkanpark Osteifel*. Tagungspublikation zum 41. Treffen des Arbeitskreises Bergbau der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften – Geologische Vereinigung, 29. September-1. Oktober 2016 in Maria Laach (Exkursionsführer und Veröffentlichungen der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften, Nr. 257), Hannover 2016, S. 59-65
- HUNOLD, Angelika/MANGARTZ, Fritz/SCHAAFF, Holger:
2000 *Steinabbau in der Osteifel*, in: *Archäologie in Deutschland* (3/2000), S. 26-27
- 2001 *Mülhsteine, Magma, Militär*, in: *Archäologie in Deutschland* (2/2001), S. 68-69
- HUNOLD, Angelika/SCHAAFF, Holger:
2010 The ancient quarry and mining district between the Eifel and the Rhine: aims and progress of the Vulkanpark Osteifel Project, in: *Bloemers, (Tom) Johan Hendrik Frederik/Kars, Henk/van der*

- Valk, Arnold/Wijnen, Mies (Hg.): *The Cultural Landscape & Heritage Paradox. Protection and Development of the Dutch Archaeological-Historical Landscape and its European Dimension*, Amsterdam 2010, S. 177-186
- JACCOTTEY, Luc/ALONSO, Natalia/DEFRESSIGNE, Sylvie/HAMON, Caroline/LEPAREUX-COUTURIER, Stéphanie/BRISOTTO, Véroane/GALLAND-CRETY, Sophie/JODRY, Florent/LAGADEC, Jean-Paul/LEPAUMIER, Hubert/LONGEPIERRE, Samuel/ROBIN, Boris/ZAOUR, Nolwenn:
- 2013 *Le passage des meules va-et-vient aux meules rotatives en France*, in: Krausz, Sophie/Colin, Anne/Gruel, Katherine/Ralston, Ian/Dechezleprêtre, Thierry (Hg.): *L'âge du Fer en Europe. Mélanges offerts à Olivier Buchenschutz* (Ausonius Éditions, collection Mémoires, Nr. 32), Bordeaux 2013, S. 405-419
- JACCOTTEY, Luc/FRONTEAU, Gilles/BUCHSENSCHUTZ, Olivier/JODRY, Florent/SAUREL, Marion:
- 2017 *Les meules de l'âge du Fer en Champagne-Ardenne*, in: Buchenschutz/Lepareux-Couturier/Fronteau 2017, S. 71-85
- JOACHIM, Hans-Eckart:
- 1985 *Zu eisenzeitlichen Reibsteinen aus Basaltlava, den sog. Napoleons-hüten*, in: *Archäologisches Korrespondenzblatt* 15 (1985), S. 359-369
- JODRY, Florent/JACCOTTEY, Luc/FRONTEAU, Gilles/LEPAREUX-COUTURIER, Stéphanie/PICAVET, Paul/ROBIN, Boris:
- 2017 *Les meules antiques de Champagne-Ardenne*, in: Buchenschutz/Lepareux-Couturier/Fronteau 2017, S. 87-95
- JODRY, Florent/ROLLET, Philippe/PICAVET, Paul/MOIRET, François/FRONTEAU, Gilles:
- 2017 *Meules antiques de Reims*, in: Buchenschutz/Lepareux-Couturier/Fronteau 2017, S. 135-145
- KALMRING, Sven:
- 2010 *Der Hafen von Haithabu (Die Ausgrabungen in Haithabu, Nr. 14)*, Neumünster 2010
- KALMRING, Sven/LEMM, Thorsten:
- 2020 *Haithabu. Wikingerzeitlicher Seehandelsplatz zwischen Skandinavien und dem Kontinent (Archäologische Nachrichten Schleswig-Holstein 2020)*, S. 191-193
- KÖSTNER, Elena:
- 2012 *Stadt, Land, Fluss: rechtliche Aspekte der Landnutzung in der Eifel nach dem Gallischen Krieg*, in: Grünwald/Wenzel 2012, S. 73-85
- KOOPMAN, Max:
- 2018 *Merovingian quern stones from Mayen. Investigating the distribution of tephrite quern stones to the Netherlands in the Merovingian period (MA thesis, University of Amsterdam, 2018) https://www.academia.edu/38612498 (14.9.2021)*
- LANDESAMT FÜR GEOLOGIE UND BERGBAU RHEINLAND-PFALZ, MAINZ (Hg.):
- 2005 *Geologie von Rheinland-Pfalz*, Stuttgart 2005
- LEPAREUX-COUTURIER, Stéphanie/ROBIN, Boris:
- 2017 *Évolution des meules rotatives de l'âge du Fer au Moyen Âge en France: exploitation de la base de données du PCR Meule*, in: Buchenschutz/Lepareux-Couturier/Fronteau 2017, S. 317-335
- MANGARTZ, Fritz:
- 2000 *Römerzeitlicher Abbau von Basaltlava in der Osteifel – Ein bedeutender Wirtschaftszweig der Nordwestprovinzen*, in: *Steinbruch und Bergwerk* 2000, S. 6-16
- 2006a *Prehistoric to Medieval Quernstone Production in the Bellerberg Volcano Lava Stream near Mayen, Germany*, in: *Quern Study Group Newsletter* 7 (2006), S. 10-13
- 2006b *Vorgeschichtliche bis mittelalterliche Mühlsteinproduktion in der Osteifel*, in: Belmont/Mangartz 2006, S. 25-34
- 2007 *Een „logboek“ voor De Meern I: beschrijving en determinatie van de herkomst van het natuursteen*, in: Jansma, Esther/Morel, Jaap-M. (Hg.): *Een Romeinse Rijnaak, gevonden in Utrecht-De Meern. Resultaten van het onderzoek naar de platbodem „De Meern 1“*. Band A (Rapportage Archeologische Monumentenzorg, Nr. 144), Amersfoort 2007, S. 245-255
- 2008a *Römischer Basaltlava-Abbau zwischen Eifel und Rhein (Monographien RGZM, Nr. 75; Vulkanpark-Forschungen, Nr. 7)*, Mainz 2008
- 2008b *Die Steinbrüche des Bellerberg-Vulkans von der Vorgeschichte bis zum Mittelalter*, in: Netz, Johannes (Hg.): *Mayener Basaltlava – Zeitzeuge aus den Tiefen der Vulkaneifel. Festschrift zum 100-jährigen Bestehen der MAYKO Natursteinwerke GmbH & Cie. KG*, Mayen 2008, S. 27-66
- 2012a *Römerzeitliche Mühlsteinproduktion in den Grubenfeldern des Bellerberg-Vulkans bei Mayen (Lkr. Mayen-Koblenz)*, in: Grünwald/Wenzel 2012, S. 1-24
- 2012b *Eine Stichprobe eisenzeitlicher Hartbasalt-Rillenschlägel des Kottenheimer Winfeldes (Lkr. Mayen-Koblenz) aus dem Nachlass von Josef Röder († 1975)*, in: *Jahrbuch RGZM* 75 [2010] (2012), S. 63-121
- MANGARTZ, Fritz/PUNG, Olaf:
- 2002 *Die Holzkeilsplattung im alten Steinabbau*, in: *Der Anschnitt* 54 (2002), S. 238-252
- OESTERWIND, Bernd C.:
- 2012 *Spätlatènezeit und frühe Römische Kaiserzeit in und um Mayen (Lkr. Mayen-Koblenz)*, in: Grünwald/Wenzel 2012, S. 49-72
- OESTERWIND, Bernd C./WENZEL, Stefan:
- 2012 *Die Entwicklung des Siedlungsgefüges der Eisenzeit zwischen Mayen und Mendig*, in: Schönfelder, Martin/Sievers, Susanne (Hg.): *L'âge du Fer entre la Champagne et la vallée du Rhin/Die Eisenzeit zwischen Champagne und Rheintal. 34. Internationales Kolloquium der Association Française pour l'Étude de l'âge du Fer vom 13. bis 16. Mai 2010 in Aschaffenburg (RGZM-Tagungen, Nr. 14)*, Mainz 2012, S. 337-363
- PICAVET, Paul:
- 2017 *Distribution des matériaux meuliers sur un transect nord-sud à travers la France septentrionale: les meules rotatives gauloises, gallo-romaines et alto-médiévales du tracé du canal Seine – Nord Europe*, in: Buchenschutz/Lepareux-Couturier/Fronteau 2017, S. 387-400
- 2019 *Les meules rotatives de la fin de l'Âge du Fer au haut Moyen Âge entre la Seine et le Rhin (Université de Lille, Ecole doctorale SHS) https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-02430318 (14.9.2021)*
- PICAVET, Paul/FRONTEAU, Gilles/BOYER, François:
- 2011 *Les meules romaines de sept chefs-lieux de cité de Gaule Belgique occidentale, étude du matériel et synthèse bibliographique*, in: *Revue du Nord* 93 (2011), S. 167-226
- REDKNAP, Mark:
- 1999 *Die römischen und mittelalterlichen Töpfereien in Mayen, Kreis Mayen-Koblenz*, in: Wegner, Hans-Helmut (Hg.): *Berichte zur Archäologie an Mittelrhein und Mosel* 6 (Trierer Zeitschrift, Beiheft Nr. 24), Trier 1999, S. 11-401
- RENIERE, Sibrecht/DE CLERQ, Wim/DREESEN, Roland/CNUUDE, Veerle/DE KOCK, Tim/GOEMAERE, Eric:
- 2017 *Recherches sur des meules romaines dans un paysage dépourvu de ressources lithiques: premier bilan d'une analyse multidisciplinaire dans la Civitas Menapiorum (Belgique)*, in: Buchenschutz/Lepareux-Couturier/Fronteau 2017, S. 431-437
- RÖDER, Josef:
- 1956 *Das Werden der Besitzverhältnisse im Mayener Basaltgebiet*, in: *Germania* 34 (1956), S. 248-260
- 1958 *Antike Steinbrüche in der Vordereifel*, in: Krämer, Werner (Hg.): *Neue Ausgrabungen in Deutschland*, Berlin 1958, S. 268-285
- 1972 *Die Mühlsteinbrüche von Mayen. Geländedenkmäler einer vor- und frühgeschichtlichen Großindustrie (Bonner Universitätsblätter 1972)*, S. 35-46
- RÖMISCH-GERMANISCHES ZENTRALMUSEUM (Hg.):
- 2012 *Jahresbericht 2011*, Mainz 2012
- RÜNGER, Torsten:
- 2019 *Medieval Watermills – Diffusion, Control and Beneficiaries of a Powerful Technology*, in: Annaert, Rica (Hg.), *Early Medieval Water-scapes. Risks and Opportunities for (Im)material Cultural Exchange (Neue Studien zur Sachsenforschung, Nr. 8)*, Wendeburg 2019, S. 115-125 https://www.academia.edu/40729021 (29.10.2020)
- SCHAAFF, Holger:
- 2003 *Das Vulkanpark-Projekt Osteifel: Erforschung und touristische Erschließung geologischer und archäologischer Denkmäler in einer alten Industrieregion*, in: Lütgert, Stephan A. (Hg.): *Zukunft der Vergangenheit? Nachhaltige Inwertsetzung kulturlandschaftlicher Potenziale in marginalisierten Räumen. Interdisziplinäres Forum Schöningen*, 9.-11. Oktober 2002, Schöningen 2003, S. 54-56
- 2006 *Der Vulkanpark Osteifel – Wissenschaft und Tourismus in einem alten Steinbruch- und Bergwerksrevier*, in: Rosendahl, Wilfried/Junker, Baldur/Megerle, Andreas/Vogt, Joachim (Hg.): *Geotope – Bausteine der Regionalentwicklung (Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften, Nr. 44)*, Hannover 2006, S. 89-97 (Auch veröffentlicht in: Belmont/Mangartz 2006, S. 215-224)
- 2008 *The Origin and Formation of an Industrial Landscape – The Ancient Quarry and Mining District between the Eifel and the Rhine*, in: Bartels, Christoph/Küpper-Eichas, Claudia (Hg.): *Cultural Heritage and Landscapes in Europe – Landschaften: Kulturelles Erbe in Europa. Proceedings of the International Conference*, Bochum June 8-10, 2007 (Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbaumuseum Bochum, Nr. 161), Bochum 2008, S. 499-508
- 2010 *Steine für das Römische Reich – zu den Anfängen des antiken Steinbruch- und Bergwerksreviers zwischen Eifel und Rhein*, in: *Archäologisches Korrespondenzblatt* 40 (2010), S. 265-272
- 2012 *Steine für den römischen Städtebau – Die Grube Idylle bei Kruft und Kretz*, in: *Der Anschnitt* 64 (2012), S. 2-17

- 2015 Antike Tuffbergwerke am Laacher See-Vulkan (Monographien RGZM, Nr. 107; Vulkanpark-Forschungen, Nr. 11), Mainz 2015
- 2017 Die Antike Technikwelt am Römerbergwerk Meurin, in: *Acta Carnuntina* 7/1 (2017), S. 30-41
- 2018 Steine, Städte und Soldaten – Zu den staatlichen Bauprogrammen in der Germania Inferior, in: Eger, Christoph (Hg.): *Warenwege – Warenflüsse. Handel, Logistik und Transport am römischen Niederrhein* (Xantener Berichte, Nr. 32), Mainz 2018, S. 157-176
- SCHÄFER, Klaus:
2000 Andernach – Drehscheibe des antiken Steinhandels, in: *Steinbruch und Bergwerk* 2000, S. 83-109
- SCHMINCKE, Hans-Ulrich:
2007 The Quaternary Volcanic Fields of the East and West Eifel (Germany), in: Ritter, Joachim R. R./Christensen, Ulrich R. (Hg.): *Mantle Plumes – a Multidisciplinary Approach*, Heidelberg 2007, S. 241-322
- 2008 Volcanism of the East and West Eifel, in: Litt, Thomas/Schmincke, Hans-Ulrich/Frechen, Manfred/Schlüchter, Christian, *Quaternary*, in: McCann, Tom (Hg.), *The Geology of Central Europe Vol. 2 – Mesozoic & Cenozoic* (Geological Society), London 2008, S. 1318-1333
- SCHWALL, Christoph:
2011 Die Reibsteine von Selinunt. Eine Studie zur Entwicklung der Mahltechnik im Mittelmeerraum des 6. bis 5. vorchristlichen Jahrhunderts [unpubl. Magisterarbeit, Univ. Mainz 2011]
- SCHWALL, Christoph/GLUHAK, Tatjana:
2019 The volcanic rock grinding stones from Selinunte, Sicily (Italy): Archaeological evidence and geochemical provenance analyses, in: *Revista d'arheologia de Ponent* (2019), extra 4, S. 213-222. <https://doi.org/10.21001/rap.2019.extra-4.14>.
- SINDBÆK, Søren M.:
2007 Networks and nodal points: the emergence of towns in early Viking Age Scandinavia, in: *Antiquity* 81 (2007), S. 119-132
- SLOTTA, Rainer:
1982 Einführung in die Industriearchäologie, Darmstadt 1982
- STEINBRUCH UND BERGWERK:
2000 Steinbruch und Bergwerk. Denkmäler römischer Technikgeschichte zwischen Eifel und Rhein (Vulkanpark-Forschungen, Nr. 2), Mainz 2000
- WEFERS, Stefanie:
2006a Latènezeitliche Handdrehmühlen im nordmainischen Hessen, in: Belmont/Mangartz 2006, S. 15-24
- 2006b Ein latènezeitlicher(?) Drehmühlensteinbruch im Stadtwald von Borken (Schwalm-Eder-Kreis), in: *Archäologisches Korrespondenzblatt* 36 (2006), S. 65-74
- 2008 Petrographische Analysen an latènezeitlichen Drehmühlen, in: Verse, Frank/Knoche, Benedikt (Hg.): *Durch die Zeiten... Festschrift für Albrecht Jockenhövel zum 65. Geburtstag* (Internationale Archäologie: Studia honoraria, Nr. 28), Rahden/Westf. 2008, S. 417-422
- 2009a Neue Mühlen aus dem Osten: „Olynthische Mühlen“ auch in Thüringen und Bayern, in: *Beiträge zur Hallstatt- und Latènezeit in Nordostbayern und Thüringen: Tagung vom 26.-28. Oktober 2007 in Nürnberg* (Beiträge zur Vorgeschichte Nordostbayerns, Nr. 7), Nürnberg 2009, S. 149-158
- 2009b Studien zu vorgeschichtlichen Drehmühlen in dem Gebiet zwischen den Produktionsstätten Mayen und Lovosice, in: *Archäologisches Nachrichtenblatt* 14 (2009), S. 232-240
- 2011 Still using your saddle quern? A compilation of the oldest known rotary querns in western Europe, in: Williams, David F./Peacock, David (Hg.): *Bread for the People: The Archaeology of Mills and Milling. Proceedings of a colloquium held in the British School at Rome 4th-7th November 2009* (BAR International Series, Nr. 2274; Southampton University Archaeology Monographs, Nr. 3), Oxford 2011, S. 67-76
- 2012a Latènezeitliche Mühlen aus dem Gebiet zwischen den Steinbruchrevieren Mayen und Lovosice (Monographien RGZM, Nr. 95; Vulkanpark-Forschungen, Nr. 9), Mainz 2012
- 2012b Die Funde von Drehmühlen im Lager I von Hedemünden, in: *Grothe* 2012, S. 231-234
- 2012c Reibst Du noch oder drehst Du schon? Die ältesten bekannten Drehmühlen des westlichen Europa, in: Kern, Anton/Koch, Julia K./Balzer, Ines/Fries-Knoblach, Janine/Kowarik, Kerstin/Later, Christiana/Ramsl, Peter/Trebsche, Peter/Wiethold, Julian (Hg.): *Technologieentwicklung und -transfer in der Hallstatt- und Latènezeit. Bericht zur Internationalen Tagung der AG Eisenzeit und des Naturhistorischen Museums Wien, Prähistorische Abteilung – Hallstatt 2009* (Beiträge zur Ur- und Frühgeschichte Mitteleuropas, Nr. 65), Langenweissbach 2012, S. 13-24
- 2014 Schwarzes Gold der Eifel – Distributon von latènezeitlichen Drehmühlen des Steinbruchreviers um Mayen, in: *Hornung, Sabine* (Hg.): *Produktion – Distribution – Ökonomie. Siedlungs- und Wirtschaftsmuster der Latènezeit. Akten des internationalen Kolloquiums in Otzenhausen, 28.-30. Oktober 2011* (Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie, Nr. 258), Bonn 2014, S. 115-127
- WENZEL, Stefan:
2012 Villa und burgus von Obermendig „Im Winkel“ (Lkr. Mayen-Koblenz) im Kontext der römischen Besiedlung des Segbachtals, in: *Grünwald/Wenzel* 2012, S. 131-158
- 2014 Vom Steinbruch zum Fernhafen. Untersuchungen zum Schwerlasttransport auf kleinen Gewässern, in: Kennecke, Heike (Hg.): *Der Rhein als europäische Verkehrsachse. Die Römerzeit* (Bonner Beiträge zur Vor- und Frühgeschichtlichen Archäologie, Nr. 16), Bonn 2014, S. 229-257
- 2018 Mittelalterliche Siedlungen im Umfeld der Mühlsteinbrüche zwischen Mayen und Mendig, in: Drauschke, Jörg/Kislinger, Ewald/Kühtreiber, Karin/Kühtreiber, Thomas/Scharrer-Liška, Gabriele/Vida, Tivadar (Hg.): *Lebenswelten zwischen Archäologie und Geschichte. Festschrift für Falko Daim zu seinem 65. Geburtstag* (Monographien RGZM, Nr. 150, 2), Mainz 2018, S. 565-579
- 2019a Handmühlen eisenzeitlicher Form aus Basaltlava – Indikatoren eines Kulturwandels im 1. Jahrhundert n. Chr., in: Bödecker u. a. 2019, S. 305-322
- 2019b Handdrehmühlen eisenzeitlicher Form aus Basaltlava in römischer Zeit, in: *Der Anschnitt* 71 (2019), S. 146-167
- 2020a Lava rotary querns of „Iron Age type“ in Roman times, in: *Journal of Lithic Studies* 7 (2020), Nr. 3 <https://doi.org/10.2218/jls.3096> (15.12.2021)
- 2020b The distribution of querns and millstones of Mayen lava in the Early Middle Ages (c. 500 to 1050 A.D.), in: Smolderen, Alison/Catelain, Pierre: *Deuxièmes Journées d'Actualité de la Recherche Archéologique en Ardenne-Eifel, Archéo-Situla* 39 (2020), S. 221-233
- WENZEL, Stefan/GRÜNEWALD, Martin/GILJOHANN, Ricarda:
2021 Römische Landnutzung im antiken Industrierevier der Osteifel (Monographien RGZM, Nr. 155; Vulkanpark-Forschungen, Nr. 13), Mainz 2021
- WILLEMSSEN, Annemarieke/KIK, Hanneke (Hg.):
2021 Dorestad and its networks: communities, contact and conflict in early medieval Europe (Papers on archaeology of the Leiden Museum of Antiquities, Nr. 25), Sidestone Press 2021
- WILLIAMS-THORPE, Olwen/THORPE, Richard S.:
1993 Geochemistry and Trade of Eastern Mediterranean Millstones from Neolithic to Roman Periods, in: *Journal of Archaeological Science* 20 (1993), S. 263-320
- XU, Wenxing/HOFMEISTER, Wolfgang:
2012 Charakterisierung der Mayener Keramik durch mineralogische Untersuchungsmethoden, in: Grünwald, Lutz/Pantermehl, Heidi/Schreg, Rainer (Hg.): *Hochmittelelterliche Keramik am Rhein. Eine Quelle für Produktion und Alltag des 9. bis 12. Jahrhunderts* (RGZM-Tagungen, Nr. 13) Mainz 2012, S. 161-178

Anschrift der Verfasserin

Dr. Angelika Hunold
Kompetenzbereich VAT des RGZM
Leibniz-Forschungsinstitut für Archäologie
An den Mühlsteinen 7
56727 Mayen