

STEINBRÜCHE

Gesteine, welche die in dem Kapitel »Mühlengesteine« beschriebenen günstigen Eigenschaften für Mühlsteine aufweisen, sind nur in bestimmten Regionen vorhanden und auch aufgeschlossen. Wurden sie für eine Mühlsteinherstellung verwendet, darf davon ausgegangen werden, dass diese über einen gewissen Zeitraum abgebaut wurden, sei es saisonal oder das gesamte Jahr über. Zusätzlich wird angenommen, dass die für einen Mühlstein besonders geeigneten Gesteine sowie eine vorteilhafte Lage des Aufschlusses die Entstehung eines größeren Steinbruchbetriebs begünstigen. Ein umfangreicher Abbau hatte eine nachhaltige Veränderung und Überprägung des Landschaftsreliefs zur Folge. Viele Brüche können jedoch nicht mehr ausfindig gemacht werden, da sie durch mittelalterlichen bis neuzeitlichen Abbau überprägt wurden. Die folgenden beiden überregional bedeutenden Steinbruchgebiete sind ebenso wie die für das regionale und lokale Umfeld produzierenden Steinbrüche der Latènezeit (**Taf. 112**) meist durch jüngere Abbautätigkeiten überprägt.

ÜBERREGIONALE STEINBRÜCHE

Die Gesteine sowie die Lage der beiden Steinbrüche, die im Folgenden vorgestellt werden, wurden offensichtlich als besonders qualitativvoll eingestuft, was sich in einem weiträumigen Transport ihrer Produkte niederschlägt. Die Einflussbereiche der beiden Brüche, die außerhalb der Grenzen des Arbeitsgebiets liegen, übertreffen jene der übrigen innerhalb des untersuchten Raums lokalisierten bei Weitem. Es wird daher davon ausgegangen, dass besonders herausragende Faktoren wie Qualität des Produkts und des Gesteins sowie Anschluss an eine bestehende Verkehrsinfrastruktur eine Etablierung dieser beiden Steinbrüche erst möglich machten¹⁰⁵¹.

Ettringen, Kottenheim und Mayen

Die gut untersuchten linksrheinischen Steinbrüche zwischen Ettringen, Kottenheim und Mayen liegen westlich des Arbeitsgebiets. Es handelt sich um eine Region, in der viele Brüche anzutreffen sind. Hier wurden Vulkanite abgebaut, die infolge des känozoischen kontinentalen Intraplattenvulkanismus, der sich in einem breiten Streifen durch ganz Europa zieht, gefördert wurden. Die unter der Bezeichnung »Mayener Stein-

¹⁰⁵¹ Siehe dazu das Kapitel »Austauschsystem«.

brüche« bekannte Region gehört geographisch zur Osteifel, die unter anderem durch den quartären kontinentalen Intraplattenvulkanismus¹⁰⁵² von rund 100 Vulkanen geprägt wurde¹⁰⁵³.

Der Bellerberg ist eine dieser quartären Vulkangruppen und besteht aus mehreren so genannten Schlackenkegeln, die gleichzeitig, aber auch nacheinander vor etwa 200000 Jahren aktiv waren. Schlackenkegel sind die häufigsten kontinentalen Vulkantypen. Sie entstehen, wenn durch eine heftige Entgasung des Magmas an der Erdoberfläche Lavafetzen aus dem Eruptionskanal geschleudert werden und das charakteristisch kegelförmige Vulkangebäude aufbauen¹⁰⁵⁴.

Neben diesen strombolianischen Eruptionen flossen der Mayener Lavastrom, gefolgt vom Ettringer und Winfelder Lavastrom (**Abb. 59**), aus. Aufgrund eines geringeren Gasgehalts zeichnen sie sich im Gegensatz zu den strombolianischen Eruptionen durch ein nicht explosives, ruhiges Ausfließen aus, welches häufig vom Rand der Schlackenkegel ausging. Der Mayener Lavastrom mit Mächtigkeiten in seinen zentralen Partien von 15-20 m floss etwa 3,5 km Richtung Süden. Der kurze Zeit später östlich des Bellerbergs ausgebrochene Ettringer Lavastrom ergoss sich gen Südwesten. Dort wurde er von dem längst erstarrten, älteren Hochsinner Lavastrom nach Südosten umgelenkt, um sich dann mit dem Mayener Lavastrom zu vereinigen. Teilweise ist er bis zu 40 m mächtig und insgesamt 800 m lang. Der Winfelder Lavastrom ergoss sich Richtung Norden und Nordosten mit einer Länge von 1,2 km und einer Mächtigkeit von bis zu 60 m.

Durch das Abkühlen und Erstarren entstand das heute noch charakteristische Erscheinungsbild der Mayener Lavaströme mit einer Top-Brekzie gefolgt von dem Siegel, den Schienen und dem Dielstein¹⁰⁵⁵. Erstere bezeichnet den obersten Bereich eines Lavaströms. Sie entsteht durch ein rasches Abkühlen und ein damit einhergehendes Erstarren der äußeren Lavabereiche, die durch das Fließen des inneren noch flüssigen Stroms in schlackenartige Stücke zerbrechen. Das Siegel, die Schienen und der Dielstein werden erst ausgebildet, wenn der Lavastrom zum Erliegen gekommen ist. Er kühlt im Laufe der Zeit von außen nach innen ab. Dabei schrumpft er, wodurch eine charakteristische, vertikal verlaufende fünf- bis sechseckige Säulung entsteht. Die im oberen Bereich des Lavaströms als Siegel oder Deckstein bezeichneten Säulen haben einen geringeren Durchmesser als die sich darunter anschließenden dickeren mit Durchmessern von etwa 3 m. Sie werden als Schienen bezeichnet. Die unterschiedlichen Durchmesser der Säulen hängen mit einer langsa-

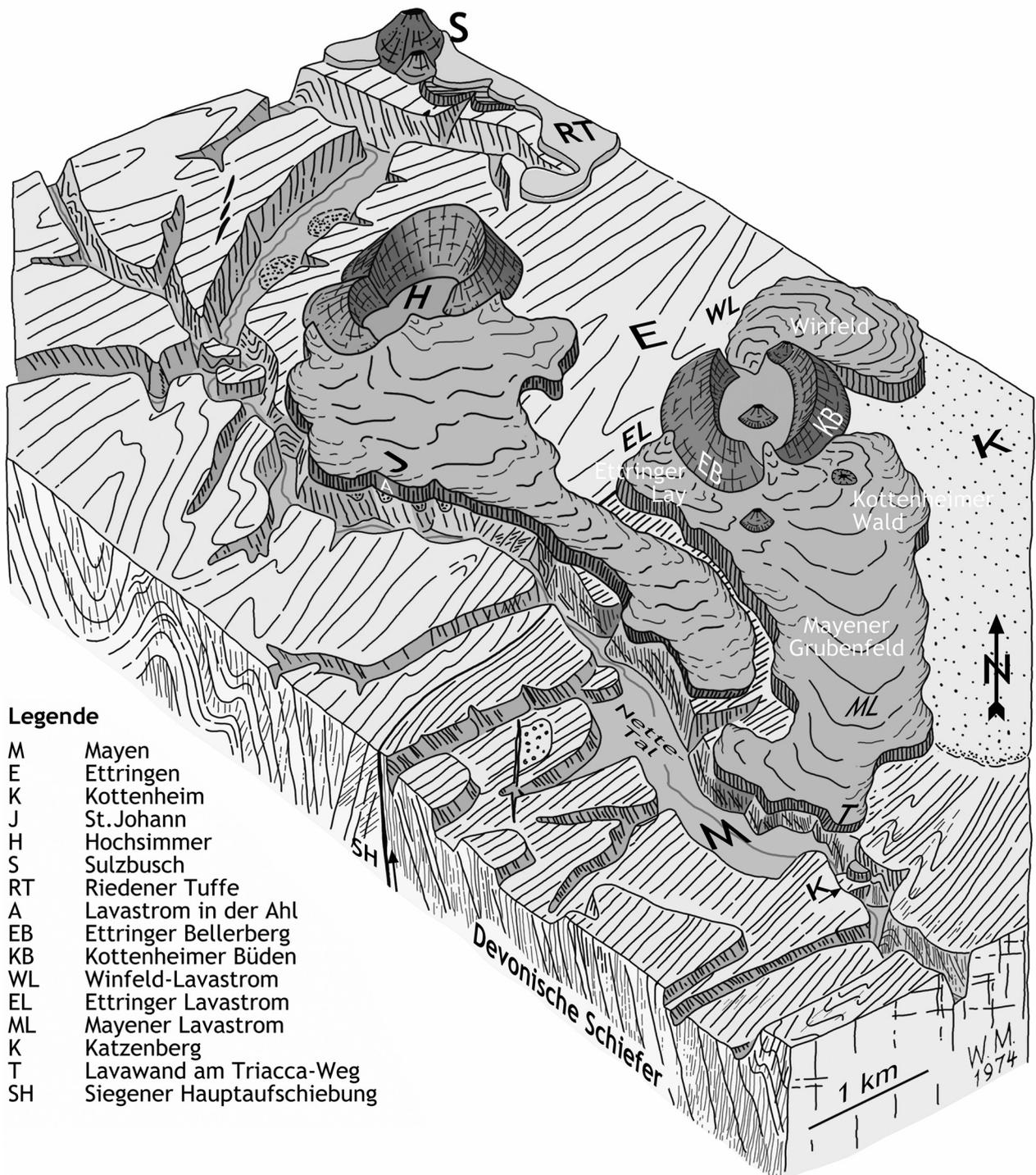
¹⁰⁵² Siehe dazu das Kapitel »Vulkanite«.

¹⁰⁵³ Vermutlich durch die in dem Kapitel »Vulkanite« geschilderten Voraussetzungen wurde in mehr als 50 km Tiefe im Erdmantel festes Gestein unter hohem Druck und mehr als 1200 °C Temperatur teilweise aufgeschmolzen. Magmatropfen bildeten sich und stiegen aufgrund ihrer im Vergleich zum umgebenden festen Gestein geringeren Dichte auf. An der Grenze zur Erdkruste in etwa 25 km Tiefe sammelten sich diese und bildeten eine Magmakammer. Hier wuchsen Kristalle, und es bildeten sich Gasblasen. Dass sich das Magma in derart tiefen Bereichen wie dem Erdmantel sammelte, beweisen zum einen die bei so hohen Temperaturen eruptierten Laven, da in den unteren Bereichen der Erdkruste nur Temperaturen von bis zu 500 °C erreicht werden. Zum anderen sind neben dem Magma auch grüne, grobkörnige Gesteine des Erdmantels gefördert worden, die nur bei höheren Drucken entstanden sein können. Das Magma stieg weiter auf und sammelte sich erneut, jetzt innerhalb der Erdkruste, in einer Tiefe von 10-20 km in Tochtermagmakammern. In diesen wuchsen vermehrt Kristalle, und es bildeten sich Gasblasen aufgrund des verringerten Drucks und der geringeren Temperatur. Das erneute Sammeln des Magmas im Bereich der Erdkruste beweisen zum einen Bruchstücke von Krustengesteinen, die aufgrund ihres tiefen Vorkommens niemals an der Erdoberfläche aufgeschlossen sind, zum ande-

ren wuchsen Kristalle in der abkühlenden Schmelze, die bei Eruptionen an die Erdoberfläche gelangten. Ihre komplizierte chemische Zusammensetzung lässt Rückschlüsse auf eine Entstehung unter hohen Drucken und in größeren Tiefen zu. Durch Ansammlung von Gasblasen im oberen Bereich der Magmakammer wurde ein hoher Druck auf das feste Nebengestein ausgeübt. Dadurch bildeten sich Risse, durch die das Magma und die Gasblasen nach oben bis an die Erdoberfläche aufsteigen konnten und in mehr oder weniger heftigen Eruptionen einen Vulkankegel bildeten (Schmincke 1988, 21-22; Harms / Mangartz 2002, 25).

¹⁰⁵⁴ Dies wird als strombolianische Eruption bezeichnet. Die Lavafetzen verformen sich bei einem derartigen Ausbruch in der Luft und bilden einen Schlackenwall um den Eruptionskanal. Derartige Wälle befinden sich westlich, heute als Ettringer Bellerberg bezeichnet, und östlich, heute als Kottenheimer Büden bekannt, von vermutlich länglichen Eruptionsspalten der Bellerberger-Vulkangruppe (Harms / Mangartz 2002, 10-11. 20. 58).

¹⁰⁵⁵ Die Bezeichnungen Top-Brekzie, Siegel, Schienen und Dielstein sind regionale Ausdrücke, die durch die Mayener Steinbrecher geprägt wurden. Sie sind daher nicht auf Lavaströme in anderen Regionen übertragbar (freundl. Mitt. Dr. F. Mangartz, RGZM).



Legende

| | |
|----|----------------------------|
| M | Mayen |
| E | Ettringen |
| K | Kottenheim |
| J | St. Johann |
| H | Hochsimmer |
| S | Sulzbusch |
| RT | Riedener Tuffe |
| A | Lavastrom in der Ahl |
| EB | Ettringer Bellerberg |
| KB | Kottenheimer Büden |
| WL | Winfeld-Lavastrom |
| EL | Ettringer Lavastrom |
| ML | Mayener Lavastrom |
| K | Katzenberg |
| T | Lavawand am Triacca-Weg |
| SH | Siegener Hauptaufschiebung |

Abb. 59 Geologisches Blockbild der Vulkane und Lavaströme von Mayen und Umgebung. – (Leicht verändert nach Mangartz 2008, 8 Abb. 2; Grundlage Meyer 1994, 396).

meren Abkühlungsgeschwindigkeit im Inneren des Lavaströms zusammen. Ganz zu unterst liegt der nur selten aufgeschlossene so genannte Dielstein, der plattig abgesondert sowie unregelmäßig geklüftet und daher wertlos für eine Mühlsteingewinnung ist¹⁰⁵⁶.

¹⁰⁵⁶ Meyer 1986, 398. – Harms / Mangartz 2002, 6-8. 20. 27-28. 30. 32-34. 67. – Mangartz 2008, 23.

Der Abbau der drei Eifeler Lavaströme begann jeweils in den äußeren, obertägig anstehenden Bereichen und wurde im Laufe eines mehrere Jahrtausende währenden Abbaus immer weiter in das Zentrum der Lavaströme hinein verlagert. Die eisenzeitlichen Gewinnungsplätze, die sich vermutlich noch an den Rändern der Lavaströme befanden, sind daher aufgrund des späteren römischen, mittelalterlichen und neuzeitlichen Abbaus größtenteils verschwunden. Durch Letzteren konnten aber dennoch im alten Schutt des Mayener Grubenfelds, Kottenheimer Walds, Winfelds und Ettringer Grubenfelds (**Abb. 60**) Produktionspuren der vorrömischen Eisenzeit ausgemacht werden¹⁰⁵⁷.

In den latènezeitlichen Steinbrüchen wurden Drehmühlenrohlinge gewonnen und vor Ort fertig gestellt, die dann für eine Distribution sicherlich ebenso wie in römischer Zeit über die Nette an den Rhein verbracht wurden¹⁰⁵⁸. Untersuchungen an den Steinbrüchen der Region Ettringen, Kottenheim und Mayen, die diese Aussagen erst ermöglicht haben, setzen schon Anfang des 20. Jahrhunderts ein und werden bis heute mit zwischenzeitlichen Unterbrechungen fortgesetzt¹⁰⁵⁹. Neben diesen Steinbrüchen ist es jedoch durchaus möglich, dass weitere Vulkane und Lavaströme der Eifel für eine Mühlsteinproduktion angegangen worden sind. Diese Vulkanite sind makroskopisch sowie mikroskopisch sehr ähnlich, aus welchem Grund hier stets von Mühlsteinen aus der Region Eifel gesprochen wird. So lässt sich der Eindruck vermeiden, es wäre mit Sicherheit nachgewiesen worden, dass alle petrographisch infrage kommenden Mühlsteine in der Region Ettringen, Kottenheim und Mayen gewonnen wurden. Der Problematik, Vulkane und Lavaströme der Eifel, in denen ein römischer Steinbruchbetrieb nachvollziehbar ist, mithilfe geochemischer Analysemethoden zu unterscheiden, widmete sich das Forschungsprojekt »Entwicklung mineralogisch-archäometrischer Untersuchungsstrategien zur verlässlichen Provenienzbestimmung von Mühlsteinen der Römerzeit«. Unter Hinzuziehung statistischer Methoden gelang es, die verschiedenen Lavaströme geochemisch zu unterscheiden. Ein weiteres Ziel ist es nun, durch Gesteinsanalysen römischer Mühlsteine diese einzelnen Steinbrüchen zuzuweisen, so dass die wirtschaftlichen Strukturen der Region detailgenau nachvollzogen werden können¹⁰⁶⁰.

Oparno

Die Steinbrüche von Oparno, in denen der Teplitzer Rhyolith bzw. Quarzporphyr¹⁰⁶¹ abgebaut wurde, liegen östlich des Arbeitsgebiets am südlichen Rand des böhmischen Mittelgebirges und somit am Beginn des Elbedurchbruchs¹⁰⁶². Wie bereits oben genauer beschrieben, handelt es sich dabei um ein vulkanisches Gestein aus dem Rotliegend, das durch einen hohen Quarzanteil gekennzeichnet ist. Da die genauen Entstehungsbedingungen des die Drehmühlengewinnung betreffenden Gebiets nicht anhand der geologischen Literatur nachzuvollziehen sind, können die bereits ausgeführten Bildungsbedingungen¹⁰⁶³ nicht detaillierter für diesen kleinräumigen Bereich dargelegt werden.

In den Steinbrüchen von Oparno wurden Drehmühlenrohlinge gewonnen, die für eine Fertigstellung in die 4-6 km entfernte, direkt an der Elbe gelegene Siedlung des heutigen Lovosice verbracht wurden. Bei den Brüchen handelt es sich um ein Areal von etwa 500 x 1500 m Ausmaß auf der südlichen Seite eines kleinen Bachs, der in die Elbe mündet, und einem möglicherweise ebenso großen Gebiet auf der gegenüberliegenden Seite. Die nördlichen Abbaustellen sind nicht genauer dokumentiert und bereits zum Großteil

¹⁰⁵⁷ Harms / Mangartz 2002, 36. 68. – Mangartz 2008, 40. 47-52. 192.

¹⁰⁵⁸ Mangartz 2008, 97-99.

¹⁰⁵⁹ Siehe dazu auch das Kapitel »Forschungsgeschichte«.

¹⁰⁶⁰ Das Forschungsprojekt wurde von Dr. T. Gluhak durchgeführt (Institut für Geowissenschaften der Johannes Gutenberg-Universität Mainz).

¹⁰⁶¹ Freundl. Mitt. PhDr. V. Salač (Univerzity Karlovy Praha).

¹⁰⁶² Cvrková / Salač 2002, 82-83.

¹⁰⁶³ Siehe das Kapitel »Vulkanite«.

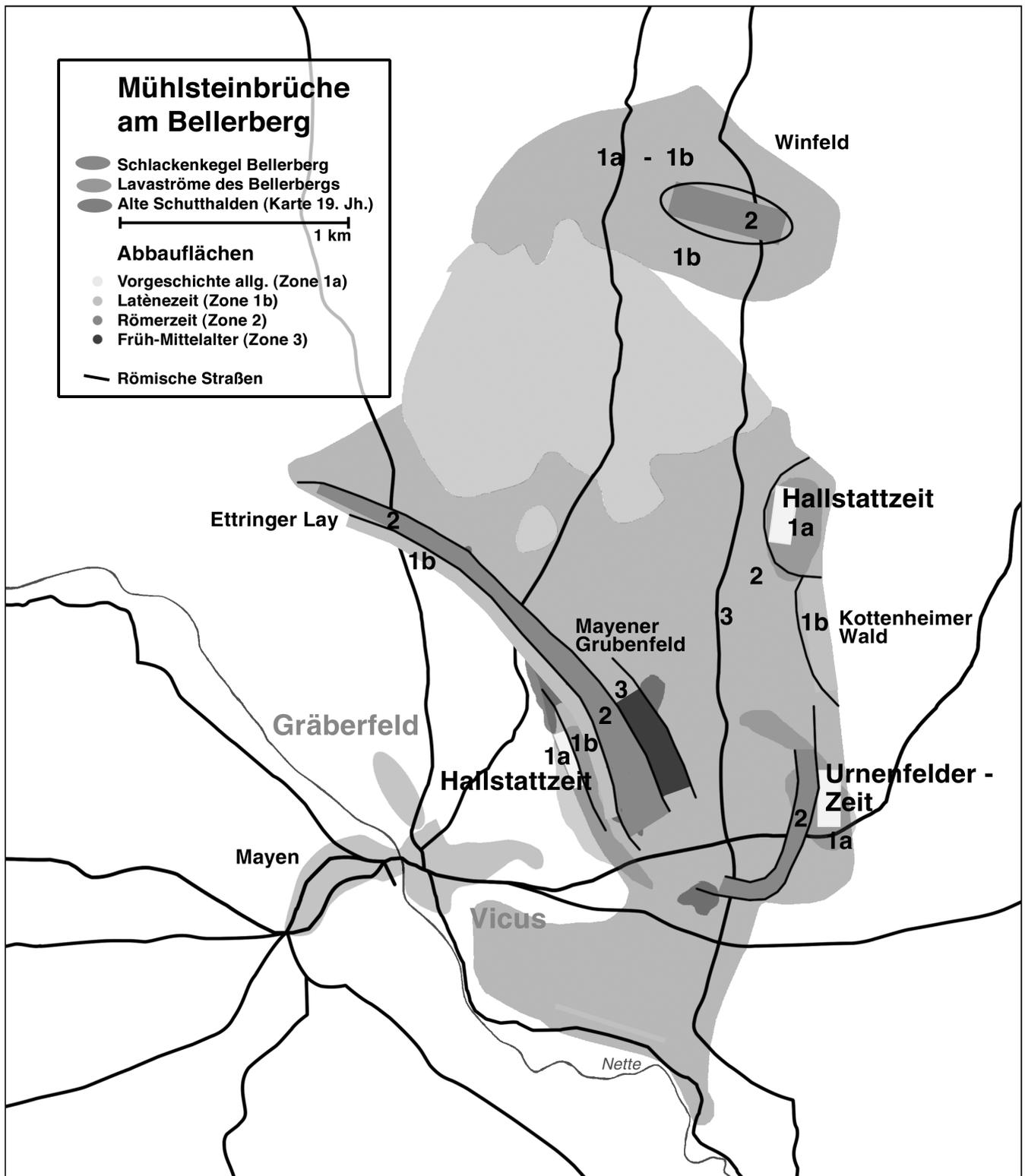


Abb. 60 Datierete Abbauflächen am Bellerberg. – (Nach Mangartz 2008).

durch einen modernen Steinbruchbetrieb zerstört worden, der allmählich das betreffende Ackerland vernichtet. Nach Angaben der Arbeiter stürzen bei der Gewinnung des Rhyoliths immer wieder Mühlenrohlinge und andere Fundstücke von der frischen Oberkante auf die Sohle des Steinbruchs herab. Neben derart angeschnittenen Pingen hat nach neuesten Luftbilduntersuchungen auf der zugehörigen Ackerflur eine Siedlung bestanden, die, sollte sie in die Latènezeit datieren, im direkten Zusammenhang mit den zeitgleichen Drehmühlensteinbrüchen betrachtet werden muss¹⁰⁶⁴. Diese dürften ähnlich ausgesehen haben wie die durch lichten Waldbewuchs erhaltenen, gut erkennbaren Steinbrüche auf der gegenüberliegenden Seite des Bachs, am nördlichen Hang des Lovoš. Hier liegen Pingen dicht an dicht, lediglich durch teilweise meterhohe Schutthalden voneinander abgetrennt. Sie sind in der Regel trichterförmig mit Durchmessern von 5-10 m und Tiefen von 2-4 m. Die sich dazwischen auftürmenden Schutthalden umfassen zum einen Abschlüge bzw. Geröll, zum anderen bei der groben Zurichtung zerbrochene Mühlenrohlinge. Diese wurden in den Steinbrüchen scheibenförmig rund gearbeitet und erst von Steinmetzen in der zugehörigen Siedlung des heutigen Lovosice fertig gestellt. Der Transport der Halbfabrikate dorthin erfolgte über Land auf Wagen oder Lasttieren, nicht jedoch über den Wasserweg, da der Bach für diesen Zweck viel zu wenig Wasser führt¹⁰⁶⁵. Die Werkstätten innerhalb des heutigen Lovosice konnten anhand von Rohlingen und Abschlügen durch archäologische Untersuchungen in den Jahren 1981 bis 1984 lokalisiert werden und sind etwa 4-6 km von den Brüchen entfernt. Sie umfassen ein großes Areal und scheinen daher eine bedeutende Rolle im gesamten wirtschaftlichen System der latènezeitlichen Siedlung gespielt zu haben. Die genaue Beschaffenheit der Werkstätten, d.h. ob es sich um überdachte Werkstätten handelte oder die Steinmetze unter freiem Himmel arbeiteten, ließ sich durch die Ausgrabungen nicht klären¹⁰⁶⁶. Zudem konnten trotz der teilweisen Auswertung der 1980er-Untersuchung die Lagerung der fertigen Mühlen in der Siedlung und die zum Austausch gehörige Organisation bzw. Aufgabenverteilung innerhalb der Siedlung nicht aufgeschlüsselt werden. Zu erklären ist dies aufgrund der bedingt durch Bauvorhaben nur ausschnittshaften Grabungen, so dass lediglich ein kleiner Bereich der Werkstätten angeschnitten werden konnte. Zudem handelt es sich bei dem Fundort Lovosice um einen geographisch sehr günstig gelegenen Siedlungsplatz kurz vor dem Durchbruch der Elbe durch das Böhmisches Mittelgebirge, der zu allen Zeiten aufgesucht und besiedelt wurde. Die Fundschichten sind deshalb äußerst mächtig und stark miteinander vermischt – ihre Auswertung wird sich als sehr kompliziert erweisen. Die rege Siedlungstätigkeit legt zudem nahe, dass die oben beschriebenen großflächigen Steinbrüche nicht nur in der Latènezeit, sondern vermutlich auch in jeder darauf folgenden Besiedlungsphase genutzt wurden¹⁰⁶⁷. Dass die Mühlenproduktion jedoch in der jüngeren vorrömischen Eisenzeit sehr umfangreich war, lässt die weite Verbreitung und große Anzahl dieser Drehmühlen in Böhmen nachvollziehen (**Abb. 61; Taf. 112-113**)¹⁰⁶⁸. Die genauen Ausmaße der latènezeitlichen Abbautätigkeit können allerdings lediglich durch die Erforschung der Steinbrüche – zunächst durch eine komplette Kartierung und Vermessung, gefolgt von punktuellen Untersuchungen – festgelegt werden. Bisherige Forschungsergebnisse zu den Lovosicer Handdrehmühlen wurden zuerst von J. Waldhauser sowie J. Fröhlich und darauf folgend von V. Salač sowie M. Čížmář und J. Leichmann publiziert¹⁰⁶⁹.

¹⁰⁶⁴ Freundl. Mitt. J. Blažek M.A. (Archäologisches Landesamt Most).

¹⁰⁶⁵ Freundl. Mitt. PhDr. V. Salač (Univerzity Karlovy Praha); eigene Prospektionen der Steinbrüche. – Fröhlich / Waldhauser 1989, 55.

¹⁰⁶⁶ Salač 1988, 43; 1990a, 51-52; 1990b, 638-639; 1991; 1993a, 79. 89; 1993b, 333.

¹⁰⁶⁷ Freundl. Mitt. PhDr. V. Salač (Univerzity Karlovy Praha). – Erste Überlegungen diesbezüglich veröffentlichte M. Zápotocký (1973).

¹⁰⁶⁸ Waldhauser 1981. – Salač 2004, 671-673. – Čížmář / Leichmann 2007.

¹⁰⁶⁹ Waldhauser 1981. – Salač 1988, 43. – Fröhlich / Waldhauser 1989, 17-55. – Salač 1990a; 1990b; 1991; 1993a; 1993b, 333. – Čížmář / Leichmann 2007. – Siehe auch das Kapitel »Forschungsgeschichte«.

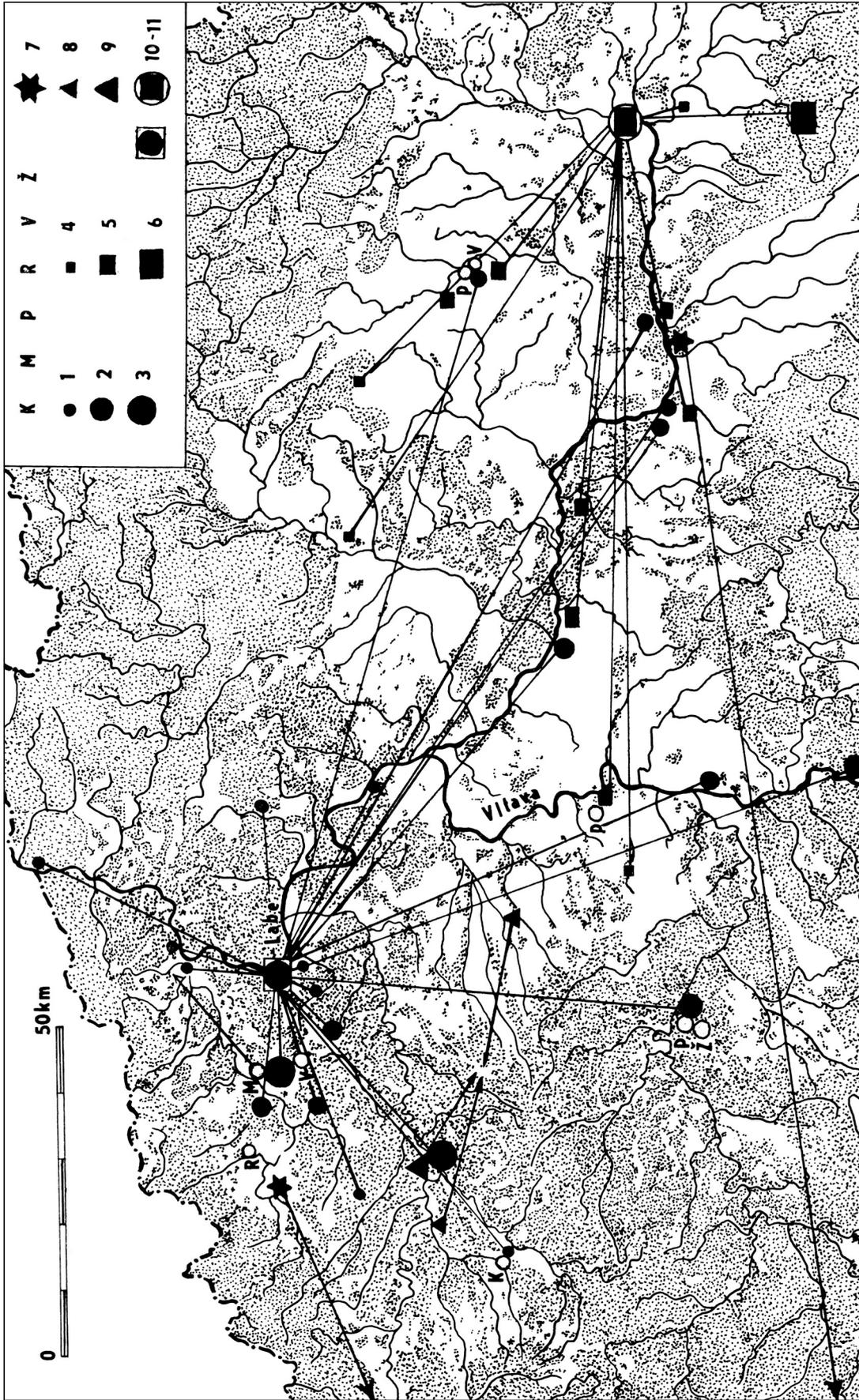


Abb. 61 Verbreitungskarte latènezeitlicher Drehmühlen in Tschechien. – (Nach Waldhauser 1981, 198 Karte 2).

REGIONALE UND LOKALE STEINBRÜCHE

Aufgrund der mikroskopischen Analyse der an den Mühlen entnommenen Gesteinsproben und dem Vergleich mit solchen des Instituts für Steinkonservierung e.V. ist es nicht möglich, einzelne Stücke bestimmten Aufschlüssen bzw. Steinbrüchen sicher zuzuordnen. Mit den zugänglichen Analysemethoden können lediglich Gruppierungen gebildet und diese dem Vulkanismus des Vogelsbergs oder des Rotliegenden sowie den weiteren Gesteinsgruppen Plutonit oder Sedimentit zugeordnet werden¹⁰⁷⁰.

Jegliche Vulkane Hessens hängen mit dem gleichen, großflächigen Vogelsberg-Vulkanismus zusammen. Daher können in dieser Region ähnliche Gefüge und Mineralgehalte vorkommen. Jedoch ist es auch für jeden Lavastrom möglich, dass auf kleinstem Raum die unterschiedlichsten Vulkanitvarietäten nebeneinander auftreten. Das bedeutet, dass die durch die Mikroskopie erstellten Gruppierungen sowohl viele kleine Steinbrüche als auch lediglich einen einzigen Steinbruch repräsentieren können.

Eine Zuordnung der Sedimentite zu bestimmten Aufschlüssen ist aufgrund der großflächig gleichartigen Sedimentitvorkommen nicht möglich, so dass stets der nächstgelegene, mineralisch ähnliche Aufschluss als Herkunftsort einer Drehmühle angesehen werden muss. Sie sind dabei stets in nächster Nähe zu den Fundorten der Sandsteinmühlen zu finden. Zudem wurden weitere in direktem Umfeld zum jeweiligen Drehmühlenfundort anstehende Gesteinsaufschlüsse verwendet: Es handelt sich um die unterschiedlichsten Granite, die häufig im Vergleich zu allen aufgenommenen Drehmühlen in ihrer Petrografie singulär sind. Ihre genaue Herkunft zu bestimmen, ist nicht möglich, da es sich vermutlich oft um Geschiebe gehandelt hat, die heute komplett abgebaut sein können. Drehmühlen aus derartigen Gesteinen wurden vor allem östlich der Rhön aufgefunden.

Trotz der oben aufgeführten ungünstigen Voraussetzungen konnten einige Steinbrüche innerhalb des Arbeitsgebiets lokalisiert werden. So kann ihre Lage zum einen anhand von Halbfabrikaten, zum anderen mithilfe petrographischer Analysen der latènezeitlichen Handdrehmühlen eingegrenzt werden. Dies erfolgte stets unter der Prämisse, dass der nächstgelegene petrographisch gleichartige Gesteinsaufschluss als Gewinnungsstelle für die jeweilige Drehmühle verwendet worden ist¹⁰⁷¹. Im Folgenden werden insgesamt zehn Steinbrüche bzw. Steinbruchregionen aufgeführt und, soweit möglich, näher beschrieben. Es darf jedoch davon ausgegangen werden, dass weitere bisher unentdeckte, möglicherweise sehr kleine Steinbrüche im gesamten Arbeitsgebiet verstreut sind.

Borken, Mardorf, Bad Nauheim, Oberursel-Bommersheim, Ober-Erlenbach, Groß-Umstadt

Die tertiäre vulkanische Aktivität in Hessen geht auf Störungszonen zurück, die durch das Absinken der Hessischen Senke entstanden sind. Alle Vulkane und somit auch die Lavaströme südlich von Borken im Stadtwald, bei Oberursel-Bommersheim, bei Ober-Erlenbach und bei Mardorf im Mardorfer Wald (**Taf. 112**) sind dabei mit mehr als 1000 weiteren separaten Basaltkörpern Ausläufer des Vogelsberg-Vulkanismus¹⁰⁷². In der Borkener Region wurden Tholeiit-Basalte gefördert, deren Entstehung den Beginn des Vulkanismus

¹⁰⁷⁰ Siehe das Kapitel »Gruppierung«.

¹⁰⁷¹ In diesem Zusammenhang ist zu bedenken, dass die Rhyolithe der Regionen Groß-Umstadt, Oberhof sowie Halle/Saale petrographisch kaum voneinander zu unterscheiden sind und zudem bisher keine Halbfabrikate bzw. Steinbruchspuren der Latènezeit ausfindig gemacht werden konnten. Es ist daher durchaus möglich, dass in einer der drei Rhyolith-Regionen

kein Drehmühlensteinbruch vorhanden war und stattdessen alle Produkte lediglich von einem dieser Steinbrüche stammen. Die aufgenommenen Drehmühlen aus Rhyolith sind jedoch sowohl makro- wie auch mikroskopisch nicht einheitlich, und so ist es durchaus zulässig, davon auszugehen, dass in jeder der drei Regionen Steinbrüche vorhanden waren.

¹⁰⁷² Wedepohl 1978, 157. – Backhaus u.a. 1980, 20.

in der nördlichen Hessischen Senke vor rund 19 Millionen Jahren im unteren Miozän eingeleitet zu haben scheint¹⁰⁷³. Zwischen Borkener Stadtwald und Blumenhain wurden die Tholeiit-Basalte in Form von Spalteneruptionen gefördert, die fächerförmig hintereinander gestaffelt und etwa nord-süd- bis nordwest-südost-orientiert sind. Die erstarrte Lava wurde in Pingen abgebaut¹⁰⁷⁴, die, nach einer eigens durchgeführten, bisher nur oberflächlich erfolgten Prospektion, Durchmesser von etwa 5 x 10 m und Tiefen von etwa 2 m aufweisen. Dabei war nur einer dieser Lavaströme für eine Mühlsteinproduktion geeignet, denn die Pingen verlaufen genau entlang der mittleren der drei Spalteneruptionen. In ihnen fanden sich einige zerbrochene Halbfabrikate, mit teilweise angefangenen Durchlochungen¹⁰⁷⁵, so dass von einer Fertigstellung der Drehmühlen in den Steinbrüchen ausgegangen werden darf. Aufgrund des starken Baum- und Pflanzenbewuchses konnten die Pingen und weitere vorhandene Halbfabrikate bisher nicht näher untersucht werden.

Eine genaue mineralogische Einordnung des Mardorfer Vulkanits ist nicht möglich, da bisher keine neueren geologischen Publikationen und Untersuchungen vorliegen – er wird daher als Olivinbasalt bezeichnet. Der Steinbruch soll sich laut Fundbericht westlich der Mardorfer Kuppe, der mit 440 m ü. NN höchsten Erhebung der Umgebung, im Mardorfer Wald befinden. Die knappe Mitteilung geht lediglich auf die entdeckten Halbfabrikate ein, so dass eine genaue Lokalisierung des Steinbruchs nicht möglich ist. Auch durch mehrfache eigene Prospektionen konnte der in den 1960er-Jahren entdeckte Steinbruch nicht wieder auffindig gemacht werden, so dass an dieser Stelle keine weitere Beschreibung erfolgen kann¹⁰⁷⁶.

Der Großteil der in Bad Nauheim entdeckten Drehmühlen ist wahrscheinlich in einem Steinbruch gewonnen worden, der sich im heutigen größeren Stadtgebiet befunden hat. Zwei Indizien bekräftigen diese Vermutung: Es wurde ein zerbrochenes Halbfabrikat in Bad Nauheim entdeckt, und die zwei aus regionalem Olivinbasalt hergestellten Unterlieger der Sonderform D¹⁰⁷⁷ und E¹⁰⁷⁸, die bisher ausschließlich aus Bad Nauheim bekannt sind, sprechen für eine Mühlsteinproduktion vor Ort. Auch aus geologischer Sicht ist dies durchaus möglich, denn Ausläufer des Vogelsberg-Vulkanismus reichen sogar bis in das heutige Stadtgebiet von Bad Nauheim¹⁰⁷⁹. Zudem äußert auch M. Seidel, dass ein Mühlsteinbruch in der Umgebung zu vermuten ist¹⁰⁸⁰.

Weitere Brüche haben spätestens ab der römischen Kaiserzeit bei Oberursel-Bommersheim sowie Ober-Erlenbach bestanden. Derartiges vermutet schon L. Jacobi 1897, der die Nutzung dieser durch die Römer vor allem für Werksteine andeutet¹⁰⁸¹. Es ist durchaus möglich, dass der römischen eine vorgeschichtliche Nutzung vorausgegangen ist, und auch die petrographische Ähnlichkeit einiger Drehmühlen zu Gesteinsproben aus den Steinbrüchen spricht für diese Vermutung¹⁰⁸². Hier ist anzumerken, dass jedoch der Ober-Erlenbacher Tholeiit-Basalt einem solchen vom Glauberg unter einer 10-fach vergrößernden Stereolupe äußerst ähnlich ist und somit die petrographische Zuordnung von Drehmühlen zu einem Steinbruch nicht unbedingt als Bestätigung für eine latènezeitliche Nutzung des jeweiligen Bruchs herangezogen werden darf. So sind sich auch der Bommersheimer und der Borkener Tholeiit-Basalt petrographisch äußerst ähnlich und können mithilfe der bisher angewandten Analysemethoden nicht auseinandergehalten werden.

Weitere Mühlsteinbrüche sind am großflächigen Vogelsberg zu erwarten. Bisher konnte lediglich ein Abbauplatz bei Hosenfeld-Poppenrode entdeckt werden, in dem sich jedoch bisher lediglich eine Produktion

1073 Wedepohl 1978, 158. 161. – Lippolt 1982, 127.

1074 Pitz 1953, 13.

1075 Kat.-Nr. 146. 151.

1076 Ortsakten des Landesamtes für Denkmalpflege Hessen, Außenstelle Marburg.

1077 Kat.-Nr. 67.

1078 Kat.-Nr. 9.

1079 Schricke 1976, 48.

1080 Seidel 1994/95, 29-30.

1081 Jacobi 1897, 184-185.

1082 Kat.-Nr. 16. 22. 56. 63. 74. 543.

von älteren Reibsteinen nachvollziehen lässt¹⁰⁸³. Es ist demnach bisher nicht gelungen, einen Drehmühlsteinbruch am Vogelsberg zu lokalisieren. Dies ist durch die Tatsache zu erklären, dass es sich bei diesem um die größte zusammenhängende Vulkangruppe Mitteleuropas mit einer Fläche von rund 2500 km² handelt¹⁰⁸⁴. Nur durch Zufall oder genaueste Kenntnis ist es in einem derart großen Gebiet möglich, einen vorgeschichtlichen Steinbruch ausfindig zu machen. Zu bedenken ist zudem, dass die Vulkanite des Vogelsbergs noch bis in heutige Zeit abgebaut werden und es somit durchaus möglich ist, dass eventuell ehemals vorhandene latènezeitliche Steinbrüche durch moderne Abbautätigkeiten zerstört wurden.

Südlich, außerhalb des Arbeitsgebiets, sind weitere Mühlsteinbrüche zu vermuten, denn aus Bad Nauheim, vom Dünsberg und vom Heidetränk-Oppidum sind insgesamt 20 Drehmühlen dokumentiert, die aus Rhyolith bestehen¹⁰⁸⁵. Im direkten Umfeld dieser Siedlungen steht dieser Vulkanit nicht an; erst in der Nähe des rund 60 km südlich gelegenen Groß-Umstadt ist ein vergleichbares Gestein aufgeschlossen. Dieser Rhyolith gehört zu den nördlichen Ausläufern des kristallinen Odenwalds. Die Aufschlüsse sind bandförmig aufgereiht und etwa nord-süd-orientiert. Sie umfassen den Knosberg, Hainrichsberg, Ziegelwald und weitere kleinere Vorkommen östlich von Groß-Umstadt¹⁰⁸⁶. Geologische Untersuchungen an Reibsteinen haben eindeutig ergeben, dass die Rhyolithe Groß-Umstadts schon im Neolithikum verarbeitet wurden und für eine Mühlenherstellung besonders das Material des Knosbergs geeignet ist. Ein latènezeitlicher Abbau ist daher durchaus möglich, kann jedoch aufgrund neuzeitlicher Steinbruchtätigkeit nicht mehr nachvollzogen werden¹⁰⁸⁷. Weitere Rhyolithe sind im Raum Bad Kreuznach aufgeschlossen, so dass auch hier eine Mühlenproduktion vorstellbar ist. Da Groß-Umstadt jedoch näher an den Fundorten mit Rhyolith-Drehmühlen liegt als Bad Kreuznach und zudem eine Reibsteinproduktion für das Neolithikum nachgewiesen ist, wird im Folgenden davon ausgegangen, dass dort auch latènezeitliche Steinbrüche in Nutzung waren.

Crawinkel/Borzel

In den noch bis Mitte des 20. Jahrhunderts betriebenen Mühlsteinbrüchen von Crawinkel wurde Porphyry bzw. gemäß der mineralogischen Einordnung ein Rhyolith bzw. Rhyolithtuff abgebaut (**Taf. 112**)¹⁰⁸⁸. Nach der Literatur soll es möglich sein, diese von weiteren Rhyolithvorkommen und -steinbrüchen anhand unterschiedlich großer Einsprenglinge zu unterscheiden. So handelt es sich bei den Vulkaniten des Oberhofsteinbruchs (Lkr. Schmalkalden-Meinungen) um solche mit großen Einsprenglingen, d.h. Rhyolithe der ersten Förderungsphase¹⁰⁸⁹. An weiteren Steinbrüchen wie dem Borzel, der Hohen Warte, dem Böhler u.a. wurde eine besondere Varietät dieses Gesteins abgebaut. Es zeichnet sich durch eine große Härte und ein poröses bis grobporöses Gefüge aus. Die Hohlräume, die auch als Lithophysen bezeichnet werden, sind durch stängelige Feldspäte oder Quarze schwammartig ausgefüllt. Dadurch eignen sie sich besonders für das Aufbereiten von Getreide, da ein Zermahlen und Aufreißen der Getreidekörner durch die scharfen Kanten dieser Feldspäte und Quarze gefördert wird. Allerdings ist ihre Verarbeitung nach Aussage von noch im 20. Jahrhundert dort tätigen Steinbrechern äußerst schwierig, da erfolgreich gebrochene Werkstücke häufig versteckte Risse aufweisen, die bei der Weiterverarbeitung zum Mühlstein das Gesteinsstück zum Bersten bringen¹⁰⁹⁰.

¹⁰⁸³ Freundl. Mitt. Ch. Aschenbrenner (Hosenfeld). – Aschenbrenner 2002, 25.

¹⁰⁸⁴ Walter 1992, 334. – Jung / Masberg 1998, 152-153.

¹⁰⁸⁵ Kat.-Nr. 13. 24. 26. 46. 69. 92. 265. 293. 298. 304. 324. 326 (Farbtaf. 3, 3). 328. 332-334. 349. 363. 369. 391.

¹⁰⁸⁶ Vogel 1891, 4-5. 27-52. – Voelcker 1926, 258; 1927, 252-253. – Eberle 1967. – Amme 1977. – Reimann 1977.

¹⁰⁸⁷ Spieler 1993, 26. – Freundl. Mitt. Dr. O. Spieler (Ludwig-Maximilians-Universität München).

¹⁰⁸⁸ Immel 1953a.

¹⁰⁸⁹ Siehe das Kapitel »Vulkanite«.

¹⁰⁹⁰ Immel 1953b.

Latènezeitliche Steinbrüche konnten nach eigener Prospektion nicht auffindig gemacht werden. Erwähnungen in der regionalen Literatur bestätigen jedoch ihre Lokalisation im Bereich der noch im 20. Jahrhundert genutzten Mühlsteinbrüche am Borzel und bei Crawinkel¹⁰⁹¹. Vermutlich sind durch das über lange Zeit dort tätige Handwerk vorgeschichtliche Steinbrüche überprägt und vollkommen zerstört worden. Latènezeitliche Mühlsteine aus makroskopisch identischem Rhyolith legen jedoch die Existenz von vorgeschichtlichen Steinbrüchen nahe¹⁰⁹².

Halle/Saale

Weitere Rhyolithvorkommen sind in der Region Halle/Saale anzutreffen (**Taf. 112**). Sie lassen sich makroskopisch und mikroskopisch kaum von denen des Thüringer Walds unterscheiden, da sie zeitgleich gefördert wurden und auf dieselben geologischen Vorgänge zurückzuführen sind¹⁰⁹³. Bei der Herkunftsbestimmung wurde davon ausgegangen, dass stets das nächstgelegene petrographisch gleichartige Gestein für eine Mühlenproduktion verwendet wurde. Aufgrund der Nähe einiger Mühlenfundorte zu den Rhyolithvorkommen bei Halle/Saale (**Taf. 118-119**) ist daher diese Region als Produktionsort durchaus wahrscheinlich¹⁰⁹⁴. Funde von Halbfabrikaten oder Steinbruchspuren fehlen jedoch bislang.

Altenburg, Rochlitz, Chemnitz

Für eine Drehmühlenproduktion möglicherweise ebenfalls relevante Rhyolithe stehen zudem im Raum Altenburg, Rochlitz (Lkr. Mittelsachsen) und Chemnitz an (**Taf. 112**). Eine Kartierung der möglicherweise aus diesem Material hergestellten Drehmühlen (**Taf. 118**) lässt jedoch vermuten, dass die Brüche, wenn überhaupt, so eine nur mindere Rolle gespielt haben. Denn im größeren Umfeld von Altenburg, Rochlitz und Chemnitz konnte nur eine Drehmühle aus Rhyolith dokumentiert werden¹⁰⁹⁵.

Steinsburg

Im direkten Umfeld der Steinsburg muss es mindestens einen Sandstein-Steinbruch gegeben haben, in dem Mühlen hergestellt wurden (**Taf. 112**). Dies legen 78 Drehmühlen aus verschiedensten Buntsandsteinvarietäten nahe, die innerhalb der Befestigungsanlage aufgelesen wurden (**Taf. 114**)¹⁰⁹⁶. Es ist nicht möglich, die Steinbrüche über einen petrographischen Vergleich auffindig zu machen, da Sedimentite über sehr große Regionen ähnlich aussehen können¹⁰⁹⁷. Zudem ist eine genaue Kenntnis der Umgebung notwendig, um einen möglicherweise vorgeschichtlichen Steinbruch auffindig zu machen. Auch ist zu vermuten, dass er durch moderne Steinbruchaktivitäten überprägt und zerstört wurde, wie dies z.B. im etwa 10 km entfernten Reurieth, das durchaus auch in vorgeschichtlicher Zeit Mühlsteinbrüche aufgewiesen haben kann,

¹⁰⁹¹ Leffler 2001, 25.

¹⁰⁹² z.B. Kat.-Nr. 1. 3. 179. 196. 433. 435. 442. 467. 473. 482. 484. 496. 500. 507.

¹⁰⁹³ Freundl. Mitt. Dr. G. U. Aselmeyer (Bauhaus-Universität Weimar). – Ehling / Breitkreuz / Sergeev 2005.

¹⁰⁹⁴ z.B. Kat.-Nr. 158. 218-219. 551.

¹⁰⁹⁵ Kat.-Nr. 529.

¹⁰⁹⁶ Kat.-Nr. 428-432. 434. 436-438. 441. 444-466. 468-471. 474-481. 483. 486-495. 498-499. 502-505. 509. 511-514. 516-524. 526-527.

¹⁰⁹⁷ Siehe das Kapitel »Sandstein«.

anzunehmen ist¹⁰⁹⁸. Bei den für die Produktion verwendeten Gesteinen handelt es sich um Buntsandsteine, die in maximal 15 km Entfernung von der Steinsburg aufgeschlossen sind¹⁰⁹⁹. Solche des Keupers, die ebenfalls in der Nähe der Steinsburg anstehen, zeigen eindeutige Unterschiede und können schon aufgrund ihrer geringeren Festigkeit für eine Drehmühlenproduktion als nicht geeignet eingestuft werden¹¹⁰⁰.

GEWINNUNG UND VERARBEITUNG

Die folgenden Ausführungen zur Gewinnung und Verarbeitung der Gesteine zu Drehmühlsteinen wurden zum einen anhand von Berichten¹¹⁰¹ und Videoaufzeichnungen¹¹⁰² zu den Techniken in den Mayener Steinbrüchen und zum anderen mittels eigens aufgenommener Halbfabrikate erarbeitet¹¹⁰³. Dabei ist zu bedenken, dass die einzelnen Schritte in jedem Steinbruch in etwa gleich sein dürften, die Effizienz jedoch stark von den jeweiligen Gesteinseigenschaften abhängig ist¹¹⁰⁴. Die Herstellung einer Handdrehmühle mit vorangehender Gewinnung des Rohmaterials durch zwei erfahrene Steinmetze wurde 2001 in Châbles durchgeführt. Ein anstehender Muschelsandstein, der im 1. Jahrhundert n. Chr. für die Herstellung von Handmühlen abgebaut wurde, fand für dieses Experiment Verwendung. Die Gewinnung des Werkstücks sowie die anschließende Gestaltung und Regulierung der Handmühle dauerte jeweils zwei Tage¹¹⁰⁵. Diese Zeitangabe kann natürlich lediglich als Richtwert dienen, da Erfahrung und Spezialisierung, aber auch das verwendete Material und Werkzeug großen Einfluss auf die Herstellungsdauer nehmen.

Insgesamt konnten 16 Mühlsteinhalbfabrikate von den Fundplätzen Arnstadt, Bad Nauheim, Borken, Mardorf sowie aus der Umgebung von Bad Homburg aufgenommen werden¹¹⁰⁶. Diese vollständigen oder zerbrochenen Exemplare liegen in den verschiedensten Herstellungsstadien vor, die es erlauben, Rückschlüsse auf die Materialgewinnung, die einzelnen Produktionsschritte und die verwendeten Werkzeuge zu ziehen.

Gewinnung

Die Gewinnung des Rohmaterials kann in unterschiedlicher Weise erfolgen und ist abhängig von der Art und Zugänglichkeit des zu verwendenden Gesteins sowie von den zur Verfügung stehenden Werkzeugen. So wurden in den Steinbrüchen der Region zwischen Ettringen, Kottenheim und Mayen große Gesteinsbrocken von den anstehenden so genannten Schienen¹¹⁰⁷ anfänglich mithilfe eines Steinhammers aus

¹⁰⁹⁸ G. Stoi (Steinsburgmuseum) sei an dieser Stelle herzlichst dafür gedankt, dass er sowohl Sandstein- als auch Rhyolithproben zur Verfügung gestellt hat. An zwei Tagen hat er die ihm bekannten Sandsteinaufschlüsse im Umfeld der Steinsburg angefahren und Proben entnommen, so dass sie mit den Mühlenproben verglichen werden konnten.

¹⁰⁹⁹ Buntsandsteinaufschlüsse wurden in der Nähe der folgenden Ortschaften von G. Stoi angefahren: Flädrich, Gerhardsgereuth, Reurieth, Weitersroda und Wölfershausen.

¹¹⁰⁰ Keuperproben wurden an folgenden Aufschlüssen von G. Stoi entnommen: Bedheim, Hindfeld, Holzhausen, Streufdorf, Trapstadt und Westhausen.

¹¹⁰¹ Hörter / Michels / Röder 1950/51, 13-20. 26-27. – Mangartz 1998, 12; 2000, 8-9. 11-12. – Holtmeyer-Wild 2000, 45-53.

– Harms / Mangartz 2002, 75-77. – Ippach / Mangartz / Schaaff 2002, 66. – Holtmeyer-Wild / Bömerich 2004. – Mangartz 2008, 49-52. 64-73. – Freundl. Mitt. M. Wittköpper (RGZM).

¹¹⁰² Landschaftsverband Rheinland 1966a; 1966b.

¹¹⁰³ Kat.-Nr. 3 (Taf. 1). 52 (Taf. 11). 140 (Taf. 21). 141-142 (Taf. 22). 143-144 (Taf. 23). 145 (Taf. 23; Farbtaf. 7). 146-147 (Taf. 24). 148-149 (Taf. 25). 150-151 (Taf. 26). 230 (Taf. 45). 538 (Taf. 99).

¹¹⁰⁴ Immel 1953b; 1953c. – Siehe auch das Kapitel »Mühlengesteine«.

¹¹⁰⁵ Anderson u.a. 2003, 47.

¹¹⁰⁶ Kat.-Nr. 3. 52. 140-151. 230. 538.

¹¹⁰⁷ Joachim 1995, 32. – Harms / Mangartz 2002, 30.

Hartbasalt, einem Rillenbeil, geworfen¹¹⁰⁸. Um ein frühzeitiges und zu flaches Herausbrechen zu verhindern, durch welches das Gesteinsstück unbrauchbar würde, durften die Schläge mit dem Rillenbeil nicht zu stark ausgeführt werden. So konnte dem immer weiter in die Schiene vordringenden Riss die Richtung gewiesen werden¹¹⁰⁹. Ebenso wie in der Neuzeit werden auch die Steinbrecher der vorchristlichen Jahrhunderte haarfeine Risse innerhalb der Schienen für diesen Vorgang ausgenutzt haben; durch diese wurde einerseits das Herausbrechen des Rohmaterials vereinfacht, andererseits aber auch vorgegeben¹¹¹⁰. Der letzte Schlag, der das Lösen des Gesteinsstücks zur Folge hatte, wurde vermutlich mit einem sehr schweren Rillenbeil ausgeführt. Erst nach diesem so genannten Werfen kann festgestellt werden, ob weitere Risse innerhalb des Gesteinsbrockens vorhanden sind, die eine Weiterverarbeitung erschweren oder sogar unmöglich machen würden, so dass die ersten Arbeitsschritte zur Gewinnung eines Werkstücks wiederholt werden müssten.

Durch die Verwendung von Rillenbeilen, die im Falle der Mayener Steinbrüche aus dem härteren Vulkanit des Hochsimmers oder Lorenzfels' hergestellt wurden, entstehen kennzeichnende, flach U-förmige Rillen auf den Schienen und geworfenen Gesteinsstücken¹¹¹¹. Die beim Herstellungsprozess zerbrochenen Halbfabrikate aus dem Borkener Stadtwald zeigen aber auch schmalere, fast V-förmige Rillen, die nicht durch die Verwendung von Rillenbeilen entstanden sein können, sondern nur durch den Einsatz von spitzen Werkzeugen zu erklären sind¹¹¹². Schon in der Latènezeit wurden derartige metallene Werkzeuge, die als Zweispitz bezeichnet werden¹¹¹³, zur Spaltung verwendet, wie Bearbeitungsspuren an Napoleonsdüten und frühen keltischen Drehmühlen aus Mayen zeigen¹¹¹⁴. Sie ersetzen die zuvor verwendeten steinernen Rillenbeile und haben die Steinbrecherarbeit sichtlich erleichtert. Weitere Werkzeuge, die derartige Spuren hinterlassen können und spätestens ab der römischen Zeit Verwendung fanden, sind Schrothämmer¹¹¹⁵ und Keile¹¹¹⁶. Erstere wurden zur Gewinnung der Gesteinsstücke verwendet, indem die Schneide durch eine vorgefertigte Spaltungsrille geführt und mit ständigen Schlägen auf den Nacken der Bruch des Gesteins hervorgerufen wurde. Die spätestens seit dem 2. Jahrhundert n. Chr. durchgesetzte so genannte Keiltaschentechnik stellt eine Verfeinerung der Schrothammertechnik dar. Eiserne Keile wurden in in regelmäßigen Abständen eingearbeitete Keiltaschen eingesetzt, um durch ein gleichmäßiges und abwechselndes Einschlagen das Reißen des Gesteinsstücks von der Schiene zu verursachen¹¹¹⁷. Diese Technik ist allerdings aufgrund des Fehlens derartiger Fundobjekte in der vorchristlichen Eisenzeit lediglich für die römische Zeit nachgewiesen. Die vorgestellten metallenen Werkzeuge werden auf das gesamte Arbeitsgebiet bezogen die steinernen Rillenbeile allmählich ersetzt haben, denn es ist davon auszugehen, dass jeder Steinbruch zu einem unterschiedlichen Zeitpunkt die neuen Werkzeuge übernommen haben wird.

Vor der zunächst beschriebenen direkten Gewinnung des Rohmaterials vom anstehenden Gestein ist jedoch davon auszugehen, dass zunächst frei liegende Gerölle vom Rand des Lavastroms verarbeitet wurden. Für die Region um Ettringen, Kottenheim und Mayen ist die Ausbeute derartigen Rohmaterials schon ab dem Neolithikum belegt, so dass spätestens in der Latènezeit das anstehende Gestein verwendet

¹¹⁰⁸ In den Steinbrüchen zwischen Ettringen, Kottenheim und Mayen gefundene Rillenbeile können bis zu 16 kg wiegen und bestehen aus Hartbasalt des Lorenzfelsen vom Laacher See (Hörter / Michels / Röder 1950/51, 17). – Joachim 1995, 32-33 mit Abb. 15. – Harms / Mangartz 2002, 76. – Mangartz 2008, 10. 12. 36. – Siehe Foto-DVD »Mayen«, »Rillenbeil« und »Werkzeug«.

¹¹⁰⁹ Mangartz 2008, 18.

¹¹¹⁰ Landschaftsverband Rheinland 1966a.

¹¹¹¹ Hörter 1925, 72-73. – Hörter / Michels / Röder 1950/51, 17-18. – Hörter 1994, 19.

¹¹¹² Kat.-Nr. 145 (Taf. 23; Farbtaf. 7).

¹¹¹³ Hörter 1914 Taf. 14; Abb. 8. – Mangartz 2000, 8 Abb. 2; 2008, 41. – Siehe Foto-DVD: »Mayen«, »Werkzeug«.

¹¹¹⁴ Hörter / Michels / Röder 1950/51, 19. – Hörter 1994, 20. – Mangartz 2000, 8-9. – Harms / Mangartz 2002, 77.

¹¹¹⁵ Ein Schrothammer ist ein »auf einen Stiel geschäfteter größerer Eisenkeil« (Mangartz 2000, 9).

¹¹¹⁶ Mangartz 2000, 9. – Harms / Mangartz 2002, 77.

¹¹¹⁷ Landschaftsverband Rheinland 1966a. – Mangartz 2000, 8-9; 2008, 18-20. 70.

werden musste, so z.B. am gesamten südlichen Ausläufer des Mayener Lavastroms und am Ettringer Lavastrom¹¹¹⁸. In den übrigen im Arbeitsgebiet bekannten Steinbrüchen könnte es jedoch möglich sein, dass für die Herstellung von Handdrehmühlen zunächst noch brauchbare frei liegende Gerölle Verwendung fanden, bevor es notwendig wurde, das Rohmaterial mühsam zu brechen.

Verarbeitung

Die einzelnen Verarbeitungsschritte zur Fertigung einer Drehmühle können anhand der insgesamt 13 aufgenommenen Halbfabrikate aus dem Borkener Stadtwald nachvollzogen werden¹¹¹⁹. Dabei handelt es sich um bei der Fertigung ungewollt zerbrochene Exemplare, deren Zustand und Anzahl erahnen lässt, wie risikoreich die Weiterverarbeitung selbst nach der Gewinnung bei jedem Herstellungsschritt blieb. Aus heutiger Sicht sind die 13 als Fehlversuche zu bezeichnenden Mühlsteine jedoch ein Glücksfall, da sie die einzelnen Schritte klar wiedergeben, wie nachfolgend erläutert wird.

Nachdem ein passendes Gesteinsstück bzw. frei liegendes Geröll für einen Unterlieger oder Läufer einer Handdrehmühle vorlag, wurde zunächst versucht, die runde Form des Endprodukts grob herauszuarbeiten. So zeigt ein Halbfabrikat aus dem Stadtwald bei Borken eine U-förmige Rille¹¹²⁰, die die Höhe des Werkstücks vorgeben und mit deren Hilfe gleichzeitig der überschüssige Teil des Gesteinsstücks in einem Schritt entfernt werden sollte. Dieser nutzlose Teil ist dabei so groß, dass der gesamte Werkstein offensichtlich nicht vom Anstehenden gewonnen wurde, sondern es sich vielmehr um ein frei liegendes oder loses Geröll gehandelt haben muss. Denn bei der Gewinnung aus dem Anstehenden kann ein Steinbrecher den Bruch derart beeinflussen, dass der Werkstein der gewünschten Produktform schon sehr nahekommt und damit weitere mühsame Arbeitsschritte umgangen werden.

Der Produktform wurde sich im folgenden Schritt derart genähert, dass der als überschüssiges Material zu bezeichnende Bossen¹¹²¹ vom Rand der Ober- und Unterseite entfernt wurde¹¹²². Die Mächtigkeit des zu entfernenden Bossen wurde durch die gewünschte Produktform, aber vor allen Dingen durch den tiefsten Bruch auf der Ober- bzw. Unterseite vorgegeben, um zwei plane sowie parallele Flächen zu erhalten. Mit immer feinerem Picken und Überarbeiten näherte man sich der Produktform weiter an, wie an dem Halbfabrikat unbekanntes Fundorts aus Hessen gut nachzuvollziehen ist¹¹²³. Es befindet sich in einem noch relativ groben Bearbeitungszustand, mit auf der einen Fläche parallel zueinander verlaufenden Pickrillen. Zwei Halbfabrikate aus dem Borkener Stadtwald¹¹²⁴ und aus Mardorf¹¹²⁵ zeigen hingegen eine ebenere äußere Form und dementsprechend feine Pickspuren, die ein fortgeschrittenes Bearbeitungsstadium widerspiegeln.

Lag schließlich ein Rohling mit zwei planen und parallelen Flächen sowie einer runden Grundfläche vor, konnte mit der Herstellung des Achslochs begonnen werden. Vermutlich wurde es ausgemeißelt bzw. -gepickt, wie an einem Halbfabrikat aus dem Borkener Stadtwald nachzuvollziehen ist¹¹²⁶. Das Exemplar zeigt lediglich den Ansatz einer Durchlochung, die aufgrund ihres trichterförmigen Profils nur mithilfe eines spitzen Werkzeugs, also keinem steinernen Rillenbeil, durch Picken oder aber den Einsatz eines Meißels entstanden sein kann. Allerdings ist die gegenüberliegende Fläche nicht erhalten, so dass anhand dieses

¹¹¹⁸ Hörter 1994, 19. – Mangartz 2008, 17-18. 40. 47-48.

¹¹¹⁹ Kat.-Nr. 140-151. – Zwölf dieser Halbfabrikate wurden von H. Pitz entdeckt (1953, 13).

¹¹²⁰ Kat.-Nr. 149.

¹¹²¹ Als Bossen wird eine nur roh behauene Fläche eines Natursteins bezeichnet.

¹¹²² Kat.-Nr. 142.

¹¹²³ Kat.-Nr. 538.

¹¹²⁴ Kat.-Nr. 141.

¹¹²⁵ Kat.-Nr. 230.

¹¹²⁶ Kat.-Nr. 151.

Exemplars nicht geklärt werden kann, ob ein durchgängiges Achsloch von einer oder von beiden Seiten parallel bzw. nacheinander ausgemeißelt wurde. Ein weiteres Halbfabrikat aus Bad Nauheim zeigt eine begonnene einseitige Durchlochung, bei deren Herstellung das Exemplar zerbrochen zu sein scheint¹¹²⁷. Doch neben dieser einseitigen Fertigung war es ebenso üblich, durchgängige Achslöcher von beiden Seiten nacheinander auszuarbeiten. Dies ist an einigen genutzten Handdrehmühlen nachzuvollziehen, deren Durchlochungen leicht zueinander versetzt sind¹¹²⁸ oder einen Absatz in der Mitte aufweisen¹¹²⁹. Neben der Herstellung eines Achslochs mithilfe eines spitzen, hammerartig geführten Werkzeugs bzw. eines Hammers und eines Meißels scheint zusätzlich ein Durchbohren möglich. Werkzeugspuren, die eine derartige Technik belegen, sind jedoch bislang nicht bekannt.

Nach einer gelungenen Durchlochung wurden vermutlich bei einem Läufer die Oberseite und Seitenfläche bearbeitet sowie eventuell eine Vorrichtung für eine Handhabe eingearbeitet, während bei einem Unterlieger die Unterseite und Seitenfläche in die gewünschte Form gebracht wurden. Daraufhin konnte mit dem letzten, vermutlich zeitaufwändigsten Arbeitsschritt begonnen werden. Dieser bestand darin, die beiden Mahlf lächen von Unterlieger und Läufer passgenau aufeinander abzustimmen, so dass ein effizientes Mahlen gewährleistet wurde¹¹³⁰.

Die Herstellungsschritte ab der Durchlochung eines Rohlings konnten sowohl direkt vor Ort als auch in eigenen, von den Steinbrüchen abgekoppelten Werkstätten erfolgen. So wurden in der Region Ettringen, Kottenheim und Mayen in vorrömischer Eisenzeit die Produkte in den Steinbrüchen selbst fertig gestellt¹¹³¹. Dies ist auch aufgrund der an einem zerbrochenen Rohling zu erkennenden begonnenen Durchlochung für Borken zu vermuten¹¹³². In Oparno hingegen wurden die noch nicht durchlochten Rohlinge aus den Steinbrüchen in die etwa 4-6 km entfernte Siedlung von Lovosice verbracht, um sie dort fertig zu stellen. Ähnlich verfuhr man auch in römischer Zeit in der Region Ettringen, Kottenheim und Mayen, wo die M ühlsteine im Mayener Vicus fertig gestellt wurden¹¹³³. Schon in vorrömischer Zeit ist demnach in Lovosice mit einer Arbeitsteilung zu rechnen. Dies ist auch für Manching zu vermuten, denn »eine auffällige Konzentration, eine regelrechte Steinstickung, im Einbau des Brunnens 1218a«¹¹³⁴ konnte dokumentiert werden. Möglicherweise handelt es sich hier um die Werkstatt eines Steinmetzes¹¹³⁵.

Ebenso wie Drehmühlen aus Vulkanit sind auch solche aus anderen Gesteinen gewonnen und verarbeitet worden. Sicherlich wurden sowohl taugliche, frei liegende Gerölle verwendet als auch anstehende Gesteine angegangen. In letztem Fall ist davon auszugehen, dass zur Werksteingewinnung natürliche Klüfte, wie sie z.B. bei Plutoniten vorkommen, und Schichtgrenzen, wie sie z.B. bei Sandsteinen vorhanden sein können, arbeitserleichternd genutzt wurden.

Werkzeug

In den obigen Ausführungen wurden schon die in der Latènezeit notwendigen schweren Werkzeuge wie Rillenbeil, Zweispitz, Meißel und Schrothammer zur Steingewinnung und -verarbeitung erwähnt. Hier soll nun noch einmal genauer auf ihre Form, Größe und Schäftung sowie auf das Material, aus dem sie bestehen, eingegangen werden.

1127 Kat.-Nr. 52.

1128 z.B. Kat.-Nr. 5. 533.

1129 z.B. Kat.-Nr. 29. 32. 118. 213. 532. 575.

1130 Fröhlich / Waldhauser 1989, 19 mit Abb. 2.

1131 Mangartz 2008, 44-52. 73.

1132 Kat.-Nr. 151.

1133 Mangartz 2008, 44. 52. 71. 73-78.

1134 Sievers u.a. 1998, 644.

1135 Sievers u.a. 1998, 644.

Bis in die Latènezeit hinein stellte das Rillenbeil, ein Steinhammer aus z.B. Hartbasalt, das Hauptwerkzeug des Steinbrechers sowie Steinmetzes dar. Es handelt sich dabei um einen ovalen, im Vergleich zum Abbauprodukt härteren Stein, um dessen schmalere Mitte eine Rille verläuft, die zu einem besseren Halt der hölzernen Schäftung diente. Die in den Mayener Steinbrüchen gefundenen Exemplare wiegen zwischen 1 kg und 16 kg. Ihr stark variierendes Gewicht lässt auf unterschiedliche Verwendungszwecke bei der Drehmühlenfertigung schließen. So konnten mithilfe mittelgroßer Exemplare Rillen in das Anstehende geschlagen werden. Die schwersten Stücke wurden daraufhin für wuchtige, aber gezielte Schläge auf diese Spaltungsritzen herangezogen, so dass sich die Werksteine vom Anstehenden lösten. Für die darauf folgende Überarbeitung und Fertigstellung der Handdrehmühlen nutzte man die leichtesten Rillenbeile. Während ihrer Verwendung platzten allerdings immer wieder Steinsplitter vom Werkzeug selbst ab, so dass die Schneiden mit der Zeit dickrund und stumpf wurden. Sie mussten nachgeschärft werden¹¹³⁶. Da die großen Rillenbeile also mit der Zeit immer mehr an Gewicht und Größe verloren, ist zu vermuten, dass die uns heute überlieferten leichteren Exemplare anfänglich größer und schwerer waren. Mit wiederholtem Nachschärfen wurden sie immer kleiner und für feinere Bearbeitungsschritte verwendet.

F. Hörter, F. X. Michels und J. Röder vermuten, dass sie in Zweigschlingentechnik geschäftet waren, bei der die umlaufende Rille als Führung für die Zweigschlinge diente¹¹³⁷. Aufgrund der geringen Stabilität sollte von dieser Rekonstruktion jedoch Abstand genommen werden. Bei einer 1994 durchgeführten Versuchsreihe zur Oberflächenbearbeitung vorgeschichtlicher Basaltlavareibsteine in einem Steinbruch auf dem Kottenheimer Winfeld wurde unter anderem eine zweite Schäftungsmöglichkeit von Rillenbeilen getestet. Die hier angewandte einfache Astgabelschäftung bot jedoch dem Steineinsatz ebenfalls nicht genügend Halt, so dass dieser beim Gebrauch nach hinten herausrutschte¹¹³⁸. Eine Lösung für dieses Problem bieten mehrere am Ende des 19. und Anfang des 20. Jahrhunderts entdeckte geschäftete Rillenbeile aus dem weit entfernten Kupferbergwerk bei Chuquicamata in Nordchile. Aufgrund stark arider Bedingungen sowie der konservierenden Kupfersalze im Bergwerk haben sich die organischen Schäftungsbestandteile der nach kalibrierten ¹⁴C-Daten auf 145-320 n. Chr. datierten Rillenbeile erhalten. Das im Versuch im Steinbruch auf dem Kottenheimer Winfeld auftretende Problem wurde bei diesen Exemplaren von den damaligen Bergwerksarbeitern umgangen, indem der verwendete Lederriemen nicht nur zur Fixierung des Rillenbeils am hölzernen Griff diente, sondern zusätzlich auch um dessen Nacken geführt wurde. Ein beim Gebrauch rückwärtiges Hinausrutschen aus der Schäftung konnte somit verhindert werden¹¹³⁹. Auch wenn es sich bei diesem Vergleich um einen regional weit abgelegenen sowie zeitlich jüngeren Fund handelt, ist es dennoch legitim, eine ähnliche, wenn nicht sogar gleichartige Schäftung für die in den Steinbrüchen Deutschlands verwendeten Exemplare anzunehmen, da derartige Werkzeuge in Bergwerken und Steinbrüchen auf der gesamten Welt verwendet wurden, aber bisher lediglich von diesem chilenischen Fundort ihre organische Schäftung erhalten ist¹¹⁴⁰.

Durch Funde aus dem Mayener Grubenfeld ist eine Verwendung des Zweispitzes schon ab der Latènezeit belegt. Es sind eiserne, mittig für eine hölzerne Schäftung rund durchlochte, im Querschnitt vierkantige und an beiden Enden spitz zulaufende Werkzeuge, die hauptsächlich zum Einarbeiten einer Spaltrille in das anstehende Gestein verwendet wurden. Im Vergleich zu den zuvor und sicherlich auch noch gleichzeitig genutzten Rillenbeilen ermöglichen sie dem Steinbrecher eine feinere, präzisere und somit effizientere

¹¹³⁶ Hörter / Michels / Röder 1950/51, 17-18.

¹¹³⁷ Hörter / Michels / Röder 1950/51, 27. – Siehe Foto-DVD »Mayen«, »Rillenbeil«.

¹¹³⁸ Freundl. Mitt. Dr. F. Mangartz (RGZM).

¹¹³⁹ Craddock / Cartwright / Craddock 2003, 52-68 mit Abb.

¹¹⁴⁰ Craddock / Cartwright / Craddock 2003, 52. – An weiteren Fundorten Süd- und Mesoamerikas wurden Handhaben gleicher Konstruktionsweise, allerdings ohne Steineinsatz dokumentiert (ebenda 53).

Bearbeitung¹¹⁴¹. Ebenfalls ab der Latènezeit sind eiserne Meißel belegt. Nur mit ihnen konnten Unterlieger und Läufer durchlocht werden, denn alle bisher aufgenommenen Handdrehmühlen sind gemeißelt und nicht gebohrt¹¹⁴². Zu bedenken ist allerdings, dass diese Meißel nicht unbedingt aus Eisen bestehen müssen. Auch Bronze kann durchaus eine genügende Härte aufweisen, um für eine Durchlochung einer Drehmühle herangezogen zu werden. Ebenso wie eiserne Werkzeuge, die durch ein Aufkohlen oder Dengeln der Schneide gehärtet werden, können auch bronzene Werkzeuge durch bestimmte Techniken eine Härtung erfahren¹¹⁴³. Ein entscheidender Vorteil eiserner Werkzeuge bzw. Meißel ist jedoch, dass Eisen in Form von Eisenerz viel häufiger und leichter zugänglich ist als Kupfer bzw. Zinn. War einmal die Technik der Eisengewinnung und -verarbeitung bekannt, wird sicherlich eisernes dem bronzenen Werkzeug vorgezogen worden sein. Dass allerdings theoretisch Steine auch mit bronzenen Meißeln durchlocht werden können, beweist, dass eine Drehmühlenproduktion nicht erst durch eine gesteigerte Eisenproduktion möglich war, wie sie für die französischen Oppida ab dem 2. Jahrhundert v. Chr.¹¹⁴⁴ und z.B. für die Steinsburg ab der Spätlatènezeit festgestellt wurde¹¹⁴⁵. Das Einsetzen der Drehmühlenproduktion nördlich der Alpen kann also nicht mit dem Einsetzen einer gesteigerten Eisenverhüttung und -verarbeitung gleichgesetzt werden.

Der bisher erst ab der frühromischen Zeit belegte Schrothammer, dessen Meißelschneide unter ständigen Schlägen auf seinen Kopf durch eine vorgefertigte Spaltrille geführt wird, um das Gestein zum Brechen zu bringen, könnte auch schon in der Latènezeit verwendet worden sein. Es handelt sich dabei um einen in der Aufsicht dreieckigen und im Profil rechteckigen, durchlochten eisernen Setzkeil, der z.B. in Mayen in der Steingrube St. Keuser »Distr. Laufgraben« neben weiteren römischen Fundstücken und Werkzeugen entdeckt wurde¹¹⁴⁶. Fand ein derartiger Schrothammer allerdings schon in der Latènezeit Verwendung, muss davon ausgegangen werden, dass ein eiserner Vorschlaghammer, der ebenfalls erst ab der frühromischen Zeit durch Funde belegt ist, schon bekannt war und auch genutzt wurde, um schwere Schläge auf den Schrothammer auszuüben¹¹⁴⁷.

Neben diesen sind für eine Drehmühlenherstellung weitere Werkzeuge bzw. Hilfsmittel notwendig, die bisher nicht im latènezeitlichen Steinbruchkontext aufgedeckt wurden, aber für eine Produktion unumgänglich sind. Dabei handelt es sich zum einen um einen Zirkel, zum anderen um eine Leiste, den so genannten Richtscheit¹¹⁴⁸. Ohne sie ist es äußerst schwierig, die runde Form einer Drehmühle und plane sowie zueinander parallele Flächen herzustellen. Die Verwendung beider Werkzeuge ist durch die Befragung eines Steinmetzes¹¹⁴⁹ und durch Beschreibungen bzw. Dokumentationen zur Mühlsteinherstellung in Crawinkel¹¹⁵⁰ und in Mayen belegt¹¹⁵¹.

Ein eiserner Stechzirkel, der in der Steingrube P.-J. Kohlhaas der Mayener Steinbrüche in römischen Schuttschichten geborgen wurde, dessen römische Datierung jedoch leider nicht gesichert ist, besteht aus zwei mit einem Gelenk verbundenen Eisenstäben, deren beide Enden angespitzt sind¹¹⁵². Mithilfe dieses Zirkels konnte auf den Mühlenrohlingen ein Kreis um einen markierten Mittelpunkt geschlagen und nachge-

¹¹⁴¹ Mangartz 2008, 41-42. 58.

¹¹⁴² Mangartz 2000, 8 mit Abb. 2; 2008, 43-44 mit Taf. 4, 19-20.

¹¹⁴³ Bei der Härtung von bronzenen Meißeln wird nicht – wie beim Eisen – der Kohlenstoffgehalt gesteigert, sondern durch ein Abschrecken oder durch mechanische Kraft wird die Kristallstruktur der Bronze zu einer größeren Härte hin verändert. Eisen kann allerdings viel differenzierter und gezielter gehärtet werden als Bronze (freundl. Mitt. Dr. S. Greiff, RGZM).

¹¹⁴⁴ Buchsenschutz 2002, 68.

¹¹⁴⁵ Spehr 1971, 502.

¹¹⁴⁶ Oesterwind / Schäfer 2000, 135-136 mit Abb. 1, 6.

¹¹⁴⁷ Oesterwind / Schäfer 2000, 135-136 mit Abb. 1, 10.

¹¹⁴⁸ Anhand eines Reliefs auf dem Grabstein des L. Alfius Statius aus dem 1. Jahrhundert n. Chr. sind die Werkzeuge und Instrumente eines römischen Bautechnikers nachzuvollziehen. Unter anderem werden Zirkel sowie Richtscheit als offensichtlich unerlässliche Gegenstände wiedergegeben (Schneider 1991, 262 Abb. 117).

¹¹⁴⁹ An dieser Stelle sei dem Steinmetz M. Wittköpper (RGZM) herzlichst gedankt.

¹¹⁵⁰ Immel 1934, 165.

¹¹⁵¹ Landschaftsverband Rheinland 1966a; 1966b.

¹¹⁵² Mangartz 2000, 11. – Oesterwind / Schäfer 2000, 135-136 mit Abb. 1, 9. – Mangartz 2008, 62.

zeichnet werden, so dass eine exakt runde Vorritzung dem Steinmetz bei der Fertigstellung der Handdrehmühle half. Jedoch muss ein Zirkel nicht aus Metall gefertigt sein. Ebenso können zwei Hölzer, die mit einem Gelenk verbunden sind, ein abgemessenes Holz oder eine einfache Schnur diese Funktion übernommen haben¹¹⁵³. Ihre mögliche Existenz entzieht sich allerdings aufgrund der notwendigen, aber selten vorhandenen Erhaltungsbedingungen für organisches Material der Kenntnis des Archäologen. Fest steht, dass die Zirkeltechnik nördlich der Alpen schon in der Bronzezeit bekannt war und für bestimmte Vorgänge angewendet wurde. Erst ab der Frühlatènezeit werden mit ihrer Hilfe komplizierte Muster auf Metallgegenständen sowie Keramiken konstruiert, und auch erst ab dieser Zeit sind die ersten Zirkel überliefert¹¹⁵⁴. Die wenigen Stücke gehören alle spätlatènezeitlichen Fundkomplexen an: Jeweils ein Exemplar aus den Oppida Staré Hradisko und Briteiros (prov. Minho, Portugal), ein Zirkel aus dem Megalithgrab von Lough Crew (Meath, Irland) sowie zwei aus dem Feinschmiedgrab von Celles¹¹⁵⁵. Es handelt sich durchweg um Zirkel, die aufgrund ihrer geringen Größe nicht für eine Verwendung im Steinbruchbetrieb herangezogen werden können. Vielmehr waren sie wahrscheinlich im Besitz eines Feinschmieds, wie im Falle von Celles, der mit ihrer Hilfe kostbaren Schmuck, Fibeln, Trinkgeschirr und Zaumzeug verzierte¹¹⁵⁶. Die Fundstücke beweisen aber, dass die eiserne Ausformung eines Zirkels sowie dessen Funktion durchaus bekannt waren und er damit theoretisch auch in Steinbruchbetrieben angewendet worden sein kann – sei es als eiserner Stechzirkel oder aber in Gestalt einer einfachen Schnur oder eines Holzes.

Das zweite Hilfsmittel, eine gerade hölzerne Leiste, wird im Steinmetzhandwerk als Richtscheit bezeichnet. Es ist zur Herstellung einer planen Fläche, die zur Orientierung vor der Herausarbeitung der konkaven oder konvexen Mahlfläche erstellt wurde, unbedingt notwendig und ersetzt in gewissem Sinne eine Wasserwaage. Um eine ebene Fläche zu erhalten, wird zunächst am Rand eines eckigen Werkstücks eine Arbeitskante geschaffen, der so genannte Schlag. Dabei wird mit dem Richtscheit seine Ausrichtung so lange kontrolliert, bis die hölzerne Leiste überall gleichmäßig aufliegt. Dieser erste Schlag dient anschließend zur Orientierung, wenn auf der gegenüberliegenden Seite ein zweiter herausgearbeitet wird. Um beide gegenüberliegenden Arbeitskanten auf die gleiche Höhe zu bringen, wird ein zweites Richtscheit benötigt. Das Erste wird auf den schon fertig gestellten Schlag aufgelegt. Über das Zweite, das unter den vorgehauenen gegenüberliegenden Schlagansätzen an beiden Ecken angelegt wird, wird nun das erste Richtscheit angepeilt. Fällt die Unterkante des ersten Scheits mit der Oberkante des zweiten in eine Ebene, ist das zweite eingefluchtet, so dass entlang seiner Oberkante am Werkstück der zweite Schlag angerissen werden kann. Seine Herausarbeitung erfolgt nun auf die gleiche Weise wie beim ersten Scheit: Die Ausrichtung des Schlags wird immer wieder kontrolliert, bis das Richtscheit überall glatt aufliegt. Bei einem runden Werkstück, wie es bei Handdrehmühlen der Fall ist, werden zwei Schläge kreuzförmig angelegt, so dass sie die größtmögliche Länge aufweisen. Zur Entfernung der somit vier stehen gebliebenen Bossen wird wiederum das Richtscheit zur Kontrolle verwendet. Legt man es auf die Oberseite in verschiedensten Positionen auf, muss es stets überall den Stein berühren¹¹⁵⁷.

Auf der Unterseite wird in der gleichen Art und Weise verfahren. Dabei scheint eine exakt parallele Ausrichtung der beiden Flächen nicht unbedingt angestrebt worden zu sein, wie einige Drehmühlen zeigen¹¹⁵⁸. Eine ungefähr parallele Ausrichtung beider Flächen ist lediglich bei einem lagigen Gestein ohne großen Aufwand zu erreichen, da sie durch die gleichgerichteten Schichten automatisch parallel zueinander

¹¹⁵³ Krauss / Jeute 1998, 508 Abb. 22. – Mangartz 2008, 62.

¹¹⁵⁴ Lenerz-de Wilde 1977, 89. 93. – Bacault / Flouest 2003, 148-150.

¹¹⁵⁵ Lenerz-de Wilde 1977, 7. – Megaw 1985, 175 Abb. 9.5, 5. – Guštin 1991, 77 Abb. 34, 16. – Bacault / Flouest 2003, 149.

¹¹⁵⁶ Lenerz-de Wilde 1977, 88. 93.

¹¹⁵⁷ Opderbecke / Wittenbecher 1912, 18-20.

¹¹⁵⁸ z.B. Kat.-Nr. 27. 50. 87-88. 154. 186. 209. 213. 492. 573.

verlaufen. Nicht parallele Unter- und Oberseiten könnten allerdings auch das Resultat verwendeter und mehrfach überarbeiteter Handdrehmühlen sein. Denn es ist denkbar, dass durch die Wartung eine ehemals parallel zur Unter- bzw. Oberseite ausgerichtete Mahlfläche schräg verläuft. Wodurch also die bei dem Großteil der Handmühlen schräg stehende Mahlfläche verursacht wurde, kann lediglich vermutet werden¹¹⁵⁹.

Die teilweise versetzten Durchlochungen der Drehmühlen verdeutlichen, dass bei der Herstellung oftmals mit Augenmaß vorgegangen wurde¹¹⁶⁰. Dies jedoch soll nicht mit einer minderwertigen Arbeit gleichgesetzt werden. Vielmehr werden dadurch Pragmatismus und technisches Verständnis der Steinmetze verdeutlicht. Eine leicht versetzte Durchlochung, nicht exakt parallel zueinander ausgerichtete Ober- und Unterseiten oder eine nicht völlig runde Grundform¹¹⁶¹ behindern keinesfalls die Funktionstüchtigkeit einer Handdrehmühle und hätten bei einer Behebung lediglich mehr Arbeitsaufwand bedeutet. Dennoch wurden die während der Nutzung sichtbaren Flächen bearbeitet und nicht in einem nur groben Zustand belassen. Die Seitenfläche der Unterlieger wurde teilweise leicht nach unten einziehend¹¹⁶², die Oberseite der Läufer z.B. konkav¹¹⁶³ und mit erhöhtem Rand gestaltet¹¹⁶⁴. Die nicht sichtbare Unterseite der Unterlieger hingegen ist häufig nur grob zugerichtet, d.h. entweder wurde sie für einen guten Stand in etwa plan gearbeitet¹¹⁶⁵ oder, um das Gewicht zu verringern, ausgehöhlt¹¹⁶⁶.

Eine Handmühle wurde also so präzise wie notwendig gefertigt und beim Gebrauch für den Nutzer sichtbare Flächen wurden fein bearbeitet. Die nicht präzise gearbeiteten Exemplare sind in unterschiedlichen Steinbrüchen produziert worden¹¹⁶⁷. Es ist daher nicht möglich, auf besonders gute oder spezialisierte Steinmetze in bestimmten Regionen oder Steinbrüchen rückzuschließen. Jedenfalls steht fest, dass gewisse Werkzeug-, Stein- und Metallkenntnisse zur Mühlenproduktion vorhanden gewesen sein müssen. Somit muss auch immer eine Schmiede bzw. eine Buntmetallwerkstatt in direkter Nähe zum Steinbruch oder Werkplatz vorausgesetzt werden, um neues Werkzeug herzustellen oder stumpf gewordenes nachzuarbeiten.

¹¹⁵⁹ Siehe das Kapitel »Abnutzungsspuren an der Mahlfläche«.

¹¹⁶⁰ z.B. Kat.-Nr. 5. 533.

¹¹⁶¹ z.B. Kat.-Nr. 9. 35. 50. 88. 186. 227. 549.

¹¹⁶² z.B. Kat.-Nr. 12. 67. 212. 246. 460-461.

¹¹⁶³ z.B. Kat.-Nr. 47. 64. 183. 335. 544.

¹¹⁶⁴ z.B. Kat.-Nr. 10. 16. 180. 259. 472.

¹¹⁶⁵ z.B. Kat.-Nr. 27. 228. 234. 304. 461. 486.

¹¹⁶⁶ z.B. Kat.-Nr. 51. 157. 246. 341. 462. 532.

¹¹⁶⁷ z.B. Kat.-Nr. 50 (Olivinbasalt, **Farbtaf. 3, 1**). 88 (phonolithischer Tephrit). 178 (Rhyolith). 186 (Granit). 424. 436 (Sandstein). 551 (Rhyolith). – Siehe auch das Kapitel »Abnutzungsspuren an der Mahlfläche«.