

# Die Konstanzer Paternosterleisten – Analyse zur Technik und Wirtschaft im spätmittelalterlichen Handwerk der Knochenperlenbohrer

THOMAS A. SPITZERS

## *Inhaltsverzeichnis*

Vorwort	662
1. Einführung in das Fundmaterial	663
1.1 Einleitung	663
1.2 Das Fundmaterial	666
1.3 Forschungsfragen	668
1.4 Arbeitsweise	669
2. Die Fundumstände	671
2.1 Die stratigraphischen Daten	671
2.2 Die Materialgruppen	686
2.3 Die Verteilung der Materialgruppen innerhalb der Stratigraphie	694
2.4 Schlussbemerkungen	715
3. Das Fundmaterial	717
3.1 Die Technik und ihre Spuren im Allgemeinen	717
3.2 Die Daten der Metapodienenden	762
3.3 Die Produkte und Bohrprofile	791
3.4 Die Daten der durchbohrten Leisten	836
3.5 Zusammenfassung der Materialdaten: Die Entwicklung in der Arbeitsweise	891
4. Die sozialwirtschaftsgeschichtliche Bedeutung des Konstanzer Paternosterfundes im Rahmen anderer Funde	895
4.1 Der Rohstoff	896
4.2 Die Produkte	896
4.3 Die geographische Verbreitung	902
4.4 Die Beziehung zu anderen Materialien	903
4.5 Die Entwicklung im Verlaufe der Zeit	906
4.6 Regionale Unterschiede der Perlentypen	910
4.7 Charakteristiken der Fundstellen	913
5. Zusammenfassung	920
Anhang: Katalog von Fundorten durchbohrter Knochenleisten	923
Literatur	932

## Vorwort

Als ich 1988 gefragt wurde, ob ich einen in Konstanz am Bodensee ausgegrabenen Fundkomplex von hunderttausenden durchbohrter Knochenleisten bearbeiten wolle, konnte mir niemand sagen, was damit anzufangen sei, auch nicht diejenigen Kollegen, die sich bereits mit derartigen Leisten befasst hatten. Als ich jedoch das Material in Augenschein nahm, wurde mir klar, welche ungeahnten Möglichkeiten darin lagen. Sie sollen in dieser Untersuchung weitgehend, wenn auch längst nicht erschöpfend, erschlossen werden. Wohl aber können die Ergebnisse dieses Forschungsprojektes das Potential dieser archäologischen Materialgruppe aufzeigen und als Leitfaden und Anreiz dienen für die Bearbeitung der zahlreichen anderen Fundkomplexe dieser „Knöcherli mit lauter Löcherli“, wie sie einst ein erstaunter Schweizer Zollbeamter bezeichnete. Ich hoffe zumindest, dass diese Studie eine solche Entwicklung auslöst.

Der Initiative der Leiterin der Ausgrabungen, Frau Dr. JUDITH OEXLE, ist es zu verdanken, dass die Erforschung der Konstanzer Paternosterleisten in Gang gesetzt wurde. Frau Dr. LOES VAN WIJNGAARDEN-BAKKER von der Universität van Amsterdam war während des gesamten Forschungsprojektes die treibende Kraft. Ohne ihre organisatorische, mentale und inhaltliche Unterstützung und Begleitung wäre es wohl manches Mal ins Stocken geraten. Des Weiteren lag die akademische Betreuung der Arbeit zunächst bei Herrn Prof. Dr. HEIKO STEUER (Universität Freiburg) und später bei Herrn Prof. Dr. ANTHONIE HEIDINGA (Universität van Amsterdam). Herr Dr. MOSTEFA KOKABI hat mit Anregungen und praktischer Unterstützung zur Untersuchung während der ersten Phase beigetragen. Außerdem fand eine Zusammenarbeit mit Frau Dr. MARIANNE ERATH, Frau MARIANNE DUMITRACHE und Herrn Prof. Dr. RALPH RÖBER statt. Bei der Datenaufnahme und Auswertung haben Frau SIRANUSCH SPITZERS-DUMAN und Herr RIK MALIEPAARD unterstützende Arbeit geleistet. Frau MONIKA TIELENS (Niederlande) und Herr HELMUT JÄGER (Erbach/Odenwald) verdanke ich zahlreiche Anregungen zur Technik der Knochenbearbeitung. Ein Dank geht auch an Frau INGEBORG BUHR und Frau ANNEGRET HUGO-BECKER für die sprachliche Überarbeitung des Textes. Die Herstellung der Abbildungen erfolgte durch Frau C. BÜRGER (†) und Frau D. BANDEMER (Zeichnungen, Konstanz), Herrn P. DIJKSTRA, Herrn P.-P. HATTINGA-VERSCHURE und Herrn B. FERMIN (Zeichnungen, Niederlande), Herrn J. HEERSINK und Herrn S. DIEPENDAAL (Kartographie, Niederlande), Frau M. SCHREINER (Fotos, Konstanz), Herrn R. ROZENDAAL, Frau A. DEKKER, Herrn C. TROOSTHEIDE und Herrn R. MALIEPAARD (Fotos, Niederlande).

Auch danke ich den vielen Kollegen in ganz Europa, die Anregungen sowie publizierte und unpublizierte Daten von Vergleichsfunden zur Verfügung gestellt oder mir Gelegenheit gegeben haben, Vergleichsfunde zu untersuchen. Mein Dank gilt weiterhin den vielen weiteren Personen, die im Laufe der Jahre zur vorliegenden Untersuchung beigetragen haben.

Die Arbeit wurde ermöglicht durch die finanzielle Unterstützung der Gottfried-Daimler- und Karlbenz-Stiftung in Ladenburg, des Landesamts für Denkmalpflege Baden-Württemberg, der Niederländischen Organisation für wissenschaftliche Forschung (NWO) sowie durch die Stichting Nederlands Museum voor Anthropologie en Praehistorie (SNMAP) in Amsterdam.

Die Firmen Synthebra bv und v. a. BAAC bv (Büro für Bauforschung, Archäologie, Architekturgeschichte und Kulturgeschichte, beide in den Niederlanden) haben dem letzten Teil der Forschung uneigennützig praktische Unterstützung zukommen lassen.

Meiner verstorbenen Mutter, Frau ERIKA SPITZERS-RECH, ist diese Arbeit gewidmet.

Deventer, Oktober 2011

## 1. Einführung in das Fundmaterial

### 1.1 Einleitung

In Konstanz am Bodensee, an der Grenze zwischen Südwestdeutschland und der Schweiz, wurde im Bereich der mittelalterlichen Altstadt, in der Münzgasse, zwischen Mai 1984 und August 1986 eine außerordentlich große Menge von Knochenleisten mit Reihen von kreisförmigen Durchbohrungen geborgen (Abb. 1).<sup>1</sup> Ähnliche Funde, wenn auch meist in viel geringeren Mengen, sind aus vielen mittelalterlichen Städten Nordwest- und Zentraleuropas bekannt (s. Kap. 4). Einige Funde stammen auch aus Kloster- und Agraransiedlungen außerhalb von Städten. Sämtliche Leisten datieren überwiegend in den Zeitraum zwischen dem 13. und 18. Jahrhundert. Der Konstanzer Fundkomplex ist, soweit bekannt, der bislang umfangreichste dieser Fundgattung.<sup>2</sup>



Abb. 1: Paternosterleisten aus der Münzgasse in Konstanz, beispielhaft für Produktionsphase 2, M ca. 1:2.

Die Funde sind Abfälle einer bestimmten Technik der Knochenverarbeitung, bei der Gegenstände aus Knochenleisten gebohrt wurden. Sie werden meistens mit der Produktion von Gebetsschnurperlen aus Tierknochen in Zusammenhang gebracht. Nach der lateinischen Version des Vater Unser wurden Gebetsschnüre im Mittelalter Paternoster genannt; die Handwerker, die diese anfertigten, Paternosterer. Deshalb werden die durchbohrten Knochenleisten oft als Paternosterleisten bezeichnet. Manche Forscher meinen, dass solche Leisten vielmehr aus der Produktion von Knöpfen oder Spielsteinen herrühren, von anderen wird das jedoch bestritten.<sup>3</sup>

1 Vorpublikation bei OEXLE 1985a.

2 Die Anzahl der Leisten vom Münchner St.-Jakobs-Platz ist nicht genau bekannt (BRAND 2003). Dieser Fundkomplex wurde gegen Ende der vorliegenden Auswertung 2003 ausgegraben und ist der einzige, der dem Konstanzer Fund hinsichtlich der Menge entsprechen könnte.

3 ERYNCK et al. 1992 geben eine Übersicht über die Diskussion. Eine Interpretation als Knopfanfertigung ist zu finden bei: SÁNDOR 1961; BAART et al. 1977, 182 f.; MOOSBRUGGER-LEU 1985; MAIRE 1990 und in mündlicher Mitteilung von H. CLEVIS (Zwolle). MITTELSTRASS 2000 bestreitet eine solche Interpretation. Zu Spielsteinen s. LEHMKUHL 1992.

Die benutzte Technik eignete sich speziell für die Massenproduktion von solchen Gegenständen aus Knochen. Ihr Aufkommen im 13. Jahrhundert fällt mit der allgemeinen Verbreitung von Gebetszählschnüren zusammen, im Rahmen des Auflebens der Volksdevotion in Verbindung mit dem Aufblühen der städtischen Kultur (s. Kap. 4).

Die Blüte des Handwerks der Knochenperlenbohrer liegt im 14. und v. a. im 15. und 16. Jahrhundert. In einer Gesellschaft wie der spätmittelalterlichen, in der alles mit dem religiösen Erleben der Welt verbunden war, war die Funktion der Gebetschnüre nicht auf das Beten beschränkt. Sie wurden auch benutzt, um sich der Außenwelt als ‚gläubiger Mensch‘ zu zeigen, im 16. Jahrhundert v. a. als katholischer Gläubiger. Das mag mit der Grund für die weite Verbreitung unter allen Ständen gewesen sein. Als Symbol des persönlichen Glaubens wurden Gebetschnüre als einer der wenigen Gegenstände mit ins Grab gegeben, wie viele Funde von Perlen und ganzen Schnüren aus Friedhöfen und Kirchen bezeugen.<sup>4</sup> Paternosterschnüre wurden in verschiedenen Preisklassen für unterschiedliche Gesellschaftsschichten aus verschiedenen Materialien wie Gold, Silber, Koralle, Bernstein, Jet und Glas angefertigt. Die billigsten Materialien, die sich für die Herstellung von Perlen eigneten, waren Holz und v. a. Tierknochen, die in großen Mengen als Schlachtabfälle anfielen. Die Fundkomplexe durchbohrter Knochenleisten bilden somit den Nachlass eines Gewerbes, das die religiösen Bedürfnisse des gemeinen Volkes zu befriedigen suchte. Mit anderen Handwerkszweigen, wie der Anfertigung von Pilgerzeichen und Heiligenfigürchen, bildete das Handwerk der Paternosterer einen Wirtschaftszweig im Rahmen der spätmittelalterlichen Volksdevotion, deren Überreste in der Archäologie bereits seit Jahrzehnten Aufmerksamkeit auf sich ziehen. Schriftliche Quellen dagegen geben darüber nur spärliche Information, vielleicht weil die Handwerker oft umherreisten, sich selten in größeren Gruppen in einer Stadt niederließen und somit kaum wirtschaftliche Macht oder Einfluss erlangten. Seit der ersten Studie von M. G. SÁNDOR von 1961 haben sich verschiedene Forscher aus unterschiedlichen Ländern mit durchbohrten Knochenleisten befasst.<sup>5</sup> Nahezu einzigartig in seinem Umfang bietet das Konstanzer Material besondere Möglichkeiten, diese archäologische Fundgattung weit eingehender zu analysieren und eine Basis für die Interpretation anderer Funde zu schaffen. Der Vorzug der Konstanzer Paternosterleisten besteht erstens darin, dass der Fund in einem Zusammenhang steht, der zeitlich in unterschiedliche Phasen gegliedert werden kann, und zweitens in jeder Phase für den Vergleich untereinander ausreichend Material für eine statistische Basis zur Verfügung steht. Außerdem wurden die Leisten zusammen mit anderen Abfällen geborgen, die von derselben Produktion stammen. Eine solche Kombination von Vorzügen ist bisher einmalig und von anderen Funden durchbohrter Knochenleisten nicht bekannt.<sup>6</sup> Hinzu kommt der gute Konservierungszustand der Knochensubstanz, der es ermöglicht, ein Maximum an Verarbeitungsspuren des mittelalterlichen Handwerks zu untersuchen.

Der Fund der Konstanzer Paternosterleisten stammt aus einer mittelalterlichen Erd- und Müllauffschüttung in der Uferzone des Bodensees am Rande eines handwerkerreichen Stadtviertels (Abb. 3).<sup>7</sup> Die Abfallsschichten sind hauptsächlich zwischen 1272 und der Mitte oder der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts zu datieren: Zwar wurde der Wasserstreifen bis Ende des 16. Jahrhunderts verfüllt (S 15) und die Keramik aus den untersuchten Schichten datiert in des 15. Jahrhundert (S 24). Es wäre möglich, dass einige wenige Stücke, zum Beispiel der Produktionsphase 3.IV, jünger sind. Ausser-

4 Häufig nicht genau datiert, ist meistens eine Zuordnung ab dem 15. oder 16. Jahrhundert wahrscheinlich. Allerdings sind nicht alle Perlenfunde aus Kirchen und Friedhöfen ohne Weiteres als Grabbeigaben zu deuten. Sie können auch beim Beten verloren gegangen sein. Beispiele von eindeutig aus Gräbern stammenden Funden finden sich u. a. bei: CZYSZ 1998 (zu Füssen); FINGERLIN 1995 (zu Esslingen); GRÜNINGER 1995 (zu Rohrschach); HASENFRATZ/BÄNTELI 1986 (zu Hallau); HELL 1960 (zu Bad Reichenhall); HÖNEISEN 1993 (zu Stein am Rhein, Schweiz); JANSEN 1995 (zu Svendborg, Dänemark); MANSER 1992 (zu Emmenbrücke, Schweiz); MITTELSTRASS 2000 (verschiedene Orte).

5 z. B. SEITZ 1970; JANSSEN 1983; MAIRE 1990; ERVYNCK et al. 1992 und (unter Berücksichtigung von Vorphublikationen zu dieser Studie) MITTELSTRASS 2000.

6 Ein Fundkomplex mit möglicherweise ähnlichem Umfang und ähnlicher Aussagekraft wäre derjenige vom Münchner St.-Jakobs-Platz (s. o.).

7 DUMITRACHE 2000, 84.

Kategorie	Gewicht (kg)	Zahl	Schlachtung/ Nahrung	Bohr- technik	Drechsel- technik	Würfelher- stellung
übrige Tierknochen (ohne Hornzapfen)	2195	(325.000)				
Langknochen mit abgeschlagenem Ende	2	21				
abgeschlagene Distalenden Metapodien Rind	607	(26.000)				
abgeschlagene Distalenden Metapodien Pferd	(2)	64				
Splitter/Fragmente Metapodien Rind	146	(63.000)				
Splitter/Fragmente Metapodien Pferd	(0,2)	(30)				
längs gespaltene Metapodien Rind	(8,3)	259				
abgeschlagene und abgesägte Endteile Metapodium Rind	2,4	163				
abgeschlagene und abgesägte Endteile übrige Langknochen	(0,2)	12				
abgesägte Enden Metapodien Rind und Pferd	99	(2.650)				
quer gesägte Schaftscheiben	~	75				
abgesägte Schäfte und Enden Langknochen, außen geglättet	1,3	60				
abgesägte Enden Metapodien Schaf/Ziege	~	7				
abgeschlagene Spitzen Unterkiefer Rind	120	(4.400)				
Unterrand Unterkiefer Rind	72	(7.500)				
Zähne Unterkiefer Rind	257	(22.000)				
Backenwand Unterkiefer Rind	38	(2.500)				
nicht durchbohrte Leisten	~	150				
durchbohrte Leisten	748	(460.000)				
gedrechselte Gegenstände	~	~				
Würfelstäbe und -stabsenden	~	684				
Würfel und -rohlinge	~	709				

Tab. 1: Fundmengen und Zuschreibungsmöglichkeiten der verschiedenen Kategorien von Abfällen des Knochen verarbeitenden Handwerks, gefunden in der Konstanzer Münzgasse (in Klammern: Schätzungen aufgrund des mittleren Gewichts pro Fragment; schwarz = sicher, grau = in unbedeutendem Umfang).

dem sind einige Stücke der Phase 0 angeblich (möglich) von vor 1272. Die Hauptmasse des untersuchten Materials, und wahrscheinlich auch die Hauptmasse der Schichten, datieren wie angedeutet. Die meisten dieser extrem ergiebigen Schichten wurden in vollem Umfang über ein Maschennetz mit einer Weite von 1 cm nass gesiebt.

Der Abfall des Knochenbohrens ist wohl der zahlenmäßig umfangreichste unter den mehr als 500 000 Fundstücken. Außer diesen Abfällen sind auch Restprodukte anderer Handwerkszweige geborgen worden wie z. B. von Fein- und Grobschmieden, Holzdrexlern, Glasbläsern,<sup>8</sup> Schustern,<sup>9</sup> Kürschnern, Holzschnitzern<sup>10</sup> und anderen. Besonders hervorzuheben ist der Produktionsabfall von Knochenwürfeln.<sup>11</sup> In geringerem Umfang sind auch Abfälle nachgewiesen, die vom Drechseln von Knochen stammen.

8 OEXLE 1985b, 230 f.

9 SCHNACK 1994, 35 f.

10 PRILLOFF 2000, 219–221.

11 ERATH 1999.

## 1.2 Das Fundmaterial

Neben Schlacht- und Nahrungsabfällen sind unter den Funden aus der Grabung Münzgasse 4:

1. Werkstatabfälle, die eindeutig von der Technik herrühren, bei der Gegenstände aus Leisten aus Knochen und Holz gebohrt wurden.
2. Werkstatabfälle aus denselben Abfallschichten, die als Abfälle anderer Zweige des Knochen verarbeitenden Handwerks angesehen werden.
3. Knochenstücke aus denselben Abfallschichten, bei denen nicht oder nicht immer herausgefunden werden kann, welches Knochen verarbeitende Handwerk den Abfall verursacht hat. In einzelnen Fällen kann nicht mit Sicherheit geklärt werden, ob es sich um Knochenhandwerksabfall handelt oder um Schlacht- oder Nahrungsabfall. Es ist anzunehmen, dass das Gros dieser Stücke aus dem Knochenbohrerhandwerk stammt, da im eindeutig zuzuweisenden Abfall die Reste dieses Handwerks weitaus die Hauptmasse bilden und dieser Berufszweig im Vergleich zu anderen vergleichbaren Zweigen eine relativ große Masse an Rohmaterial nutzte.

Zu 1. Eindeutig als Abfall der genannten Bohrtechnik zu interpretieren sind folgende Fundgruppen:

- a) Knochenstücke mit Reihen von kreisförmigen Durchbohrungen (Abb. 1). Davon sind schätzungsweise insgesamt 450 000 Fragmente geborgen worden (Tab. 1). Darunter befinden sich durchbohrte Leisten sowie auch durchbohrte Scheiben, die quer aus dem Knochenschaft gesägt wurden. In etwa 8500 dieser Leisten und Scheiben befanden sich noch Gegenstände, die unvollständig herausgebohrt worden waren, hauptsächlich Perlen und Ringe. In einigen dieser Stücke steckten sogar noch eiserne Bohrerstippen, die während des Vorgangs abgebrochen waren.
- b) Tausende loser Perlen und andere kleine Gegenstände (Abb. 18).
- c) Mehr als 180 Holzperlen sowie 16 durchbohrte Holzleisten, in denen sich noch teilweise Perlen befanden.<sup>12</sup>
- d) Nicht durchbohrte Knochenleisten.

Zu 2. Als Abfälle von anderen Zweigen des Knochen verarbeitenden Handwerks sind zu verzeichnen:

- a) Stücke, die eindeutig der Würfelproduktion zuzuschreiben sind wie etwa 1400 Rohlinge von Würfeln und Würfelstäben sowie Würfelstabenden.<sup>13</sup>
- b) Eine Hand voll anderer Stücke, die eindeutig vom Drechseln von Knochen herrühren wie abgesägte Enden von Metapodien von Rindern und Röhrenteile, die an der Außenseite bearbeitet wurden (Abb. 53).

Zu 3. Daneben gibt es große Mengen von Knochenabfällen, deren genauer Ursprung nicht geklärt werden kann:

- a) Es wurden schätzungsweise 24 000 abgeschlagene Distalenden von Mittelhand- und Mittelfußknochen (Metapodien) von Rindern sowie einige von Pferden geborgen (Kap. 2, Abb. 13). Erstere können sowohl der Perlen- als auch der Würfelproduktion entstammen. Die eindeutigen Abfälle der Würfelproduktion weisen auf ausschließliche Nutzung von Rindermetapodien hin, so dass die Enden von Pferdemetapodien wohl hauptsächlich aus der Perlenproduktion stammen, obwohl auch eine Beziehung zu anderen Knochenverarbeitungsprozessen wie dem Drechseln nicht auszuschließen ist.
- b) Für vereinzelt angetroffene, fast vollständige Metapodien, deren Distalende abgeschlagen wurde (Abb. 50 A 2, 2. Fragment von links), gilt das Gleiche.

<sup>12</sup> MÜLLER 1996, ergänzt durch Stücke, die unter den als Tierknochen identifizierten gelagerten Funden angetroffen wurden.

<sup>13</sup> ERATH 1996 (ergänzt durch einige später unter den Knochenfunden vorgefundenen Stücke).

- c) Neben abgeschlagenen Metapodienenden sind auch etwa 2700 abgesägte Enden geborgen worden, die wiederum hauptsächlich von Rindern stammen, aber auch einige von Pferden (Abb. 14). Im Gegensatz zu den abgeschlagenen Enden handelt es sich bei den abgesägten sowohl um Distal- als auch um Proximalenden. Bei den Fundstücken aus mittelalterlichem oder frühneuzeitlichem Fundzusammenhang ist es eindeutig, dass sie aus der Knochenverarbeitung stammen, sowohl aus der Perlenproduktion als auch vom Drechseln. Einige Fundstücke aus dem 19. und 20. Jahrhundert können auch als Schlacht- oder Nahrungsabfall gedeutet werden, da Metzger in dieser Zeit Sägen benutzten.
- d) Nicht eindeutig zuzuordnen sind des Weiteren vereinzelt geborgene, nicht durchbohrte, quer gesägte Scheiben des Schaftes unterschiedlicher Rinder- und Pferdeknochen (Abb. 50 B Mitte). Sie können vom Perlenbohren herrühren, ebenso vom Drechseln oder von sonstiger Knochenverarbeitung, aber auch aus der modernen Metzgerei, außer sie sind an der Außenseite bearbeitet.
- e) Ebenso sind mit einiger Sicherheit vereinzelt Distalteile des Knochenchaftes von Rindermetapodien der Knochenverarbeitung zuzuschreiben, die an der proximalen, zum Schaft zeigenden Seite abgesägt sind und an deren distaler Seite das Knochenende abgeschlagen ist (Abb. 50 B unten). Sie können ebenso der Perlenproduktion wie auch dem Drechseln entstammen.
- f) Zigtausende von Splintern und Fragmente von fast ausschließlich Rindermetapodien (Abb. 15) deuten durch ihre große Zahl und Fragmentierung und gelegentlich durch ihre Form oder Bearbeitungsspuren darauf hin, dass sie hauptsächlich von der Knochenverarbeitung stammen. Allerdings kann nur schwer eine Abgrenzung zum Schlacht- oder Nahrungsabfall und zum Seifensiederabfall vorgenommen werden.<sup>14</sup> Es ist anzunehmen, dass sie in erster Linie den gebohrten Leisten und der Würfelproduktion zuzurechnen sind, weniger dem Drechseln. Neben abgeschabten Schnipseln fallen relativ häufig Proximalenden von Rindermetapodien auf, bei denen die Schaftteile v. a. auf der vorderen und hinteren Koaleszenznaht vorhanden sind, während die Lateral- und Medialseiten bis nah an das Ende fehlen (Abb. 16). Auch gibt es vereinzelt Rindermetapodien, die auf der genannten Koaleszenznaht der Länge nach gespalten oder geviertelt sind (Abb. 56 bzw. 57).
- g) Neben der zahlenmäßigen Überrepräsentation von Splintern und Enden von Rindermetapodien fällt in manchen Fundkomplexen eine große Zahl von losen Zähnen und Fragmenten des Horizontaltails (*Ramus horizontalis*) von Rinderunterkiefern auf (Abb. 17). Mit Ausnahme der losen Zähne (Abb. 17D) verteilen sich diese Fragmente auf drei deutlich erkennbare Gruppen:
- So sind insgesamt ca. 4800 Vorderspitzen von Kieferhälften geborgen worden, die mit einem Beil oder Hackmesser zwischen den Vorderzähnen (Caninen) und Hinterzähnen (Premolaren) abgetrennt wurden (Abb. 17A).
  - Daneben fällt eine Gruppe von Fragmenten des Unterrandes des Kieferteils unter den Hinterzähnen auf, häufig mit Schnittspuren, die auf eine horizontale Abtrennung hindeuten (Abb. 17B).
  - Eine dritte Gruppe wird aus Teilen der Knochenwände neben den Zahnwurzeln der Hinterzähne gebildet, nicht selten mit Hackspuren von einer vertikalen Abtrennung zwischen Knochenwand und Zahnwurzel (Abb. 17C).
- Da diese Bearbeitungsspuren weder mit der Würfelanfertigung noch mit dem Drechseln in Verbindung zu bringen und auch bei Schlachtabfällen ungebräuchlich sind, muss vermutet werden, dass es sich um Abfall handelt, der beim Knochenbohren entstanden ist.

Aus der Bestandsaufnahme der Knochenabfälle von der Müllhalde an der Konstanzer Münzgasse geht also hervor, dass neben den durchbohrten Leisten noch andere Gruppen von Knochenresten als Abfälle von demselben Knochen verarbeitenden Prozess zu werten sind. Um diesen Prozess verstehen zu können, sollen diese Gruppen im Zusammenhang mit den durchbohrten Leisten analysiert

14 Auch Seifensiederabfall ist durch eine Überrepräsentation von Knochensplintern gekennzeichnet (ALEN/ERVYNCK 2005), weshalb er schwer von den hier beschriebenen Knochensplintern zu trennen ist. Positive Hinweise zur Seifensiedertätigkeit fehlen jedoch. Die Verarbeitungsspuren und Formen vieler Splitter schließen dieses Handwerk als Quelle der betreffenden Abfallsplitter aus oder sprechen eher für Knochenbearbeitung. Weiter fällt auf, dass Splitter und Knochenabfälle in derselben Zusammensetzung aus denselben Skelettelementen zu verzeichnen sind.

werden. Dabei sind die Kenntnisse der anderen Knochenverarbeitungstechniken mit einzubeziehen. Dadurch kann festgestellt werden, welche Abfälle in Zusammenhang mit den durchbohrten Leisten stehen, ebenso kann ein umfassendes Bild der benutzten Technik und Arbeitsweise entstehen, das dann beim Bewerten der vielen anderen Funde von durchbohrten Knochenleisten hilfreich sein kann.

### 1.3 Forschungsfragen

Die Untersuchung des im vorigen Abschnitt beschriebenen Materials wirft Fragen auf: nach den benutzten Techniken, den Rohmaterialien und den Produkten sowie nach deren Entwicklung über die Zeit hinweg. Daraus ergibt sich eine Reihe von sozial- und wirtschaftshistorischen Fragen.

Hauptziel dieser Studie ist der Versuch, anhand von solchen Fragen einen Einblick in das ‚mikro‘-wirtschaftliche Handeln eines individuellen Handwerkers im späten Mittelalter zu gewinnen: Wie reagierte dieser auf die Veränderungen und Anforderungen des ‚Marktes‘ und Probleme der ‚Betriebsführung‘? Wie sicherte er seinen Einkommenserwerb?

Dabei ist es unumgänglich, sich mit dem Problem auseinanderzusetzen, ob man moderne Konzepte wie ‚Marktwirkung‘, ‚Betriebsführung‘ oder ‚Einkommenserwerb‘ bei der Rekonstruktion spätmittelalterlichen Handelns benutzen darf. Die Ergebnisse aus der Analyse der Daten in dieser Studie sollen für sich sprechen, ohne darauf eine direkte Antwort geben zu können. Eine unmittelbare Übertragung dieser Konzepte auf das Mittelalter ist nicht beabsichtigt. Selbst wenn Verhaltensmuster zu erkennen sind, die modernen Konzepten folgen, bedeutet dies nicht, dass die handelnde Person diese kannte oder benutzte. Es wird nicht davon ausgegangen, dass sich ein mittelalterlicher Handwerker ‚moderner‘ wirtschaftlicher Konzepte bediente, sondern es werden lediglich Ähnlichkeiten seines Handelns mit modernen Modellen menschlichen Handelns aufgedeckt.

Um die Technik der Vorgehensweise zu erforschen, sind Verarbeitungsspuren auf den durchbohrten Leisten und Scheiben und den entfernten Metapodienenden systematisch untersucht worden. Zusätzlich wurden die übrigen Abfälle bei der Modellbildung mit einbezogen. Geachtet wurde bei der systematischen Untersuchung darauf, welche Geräte benutzt wurden. Weiterhin wurden Fragen nach der Versiertheit der Handwerker und der Effizienz ihrer Arbeitsweise gestellt.

Diese Frage nach der Professionalität in der Arbeitsweise berührt verschiedene sozial- und wirtschaftsgeschichtliche Aspekte bezüglich dieses Handwerkszweigs:

- Arbeiteten die Handwerker im Nebenerwerb oder entstanden die Produkte in spezialisierten Werkstätten?
- Beantwortet das Fundmaterial die Frage, ob es von einem Handwerker oder einer Werkstatt stammt oder sogar von unterschiedlichen Handwerkern oder Werkstätten?
- Dort, wo es sich um spezialisierte Handwerker gehandelt hat, kann gefragt werden, ob diese umherreisende Handwerker oder sesshafte Bürger waren. Bei dieser Frage müssen Vergleiche mit anderen Funden und historische Daten mit einbezogen werden.
- Es muss auch nach der Beziehung zwischen der Anfertigung von Gebetsschnüren und geistlichen Institutionen gefragt werden, da häufig in deren Nähe entsprechende Abfälle angetroffen wurden. Waren die Paternosterhersteller Geistliche oder bürgerliche Handwerker?

Die Analyse von Vergleichsfunden und historischen Daten dient u. a. dem Zweck, Übereinstimmungen zwischen den Fundorten der Produktionsabfälle aufzuspüren oder andererseits, zwischen den Orten, an denen Funde auffälligerweise fehlten.

Daraus ergibt sich die Frage nach dem Absatzmarkt. Wer benutzte die Produkte und wie entwickelte sich die Nachfrage über die Zeit hinweg? Auch dazu sind historische Daten zu betrachten.

Bezüglich der umherreisenden Handwerker stellt sich die Frage nach einem Austausch der Produkte selbst oder der technischen Kenntnisse bezüglich der Herstellung. In diesem Zusammenhang wird die geographische Gesamtverbreitung der Funde untersucht (Kap. 4).

Im Hinblick auf die Produkte sollte man sich der von vielen Ausgräbern aufgeworfenen Frage widmen, ob aus den Leisten ausschließlich Perlen gefertigt wurden oder auch Knöpfe und eventuell noch andere Gegenstände.<sup>15</sup> Die Funktion mancher aus den Leisten gefertigten Produkte ist uneindeutig und umstritten. Da die Zunftordnungen im Allgemeinen die Einschränkung auf einen bestimmten Funktionsbereich forderten, ist es von Belang festzustellen, ob sich eine Spezialisierung von Handwerkern oder Werkstätten auf bestimmte Produkte erkennen lässt. Neben der Frage nach den Produkten ist auch die Frage nach der Herkunft des Rohmaterials von Bedeutung. Aus welchen Skeletteilen welcher Tiere wurden welche Produkte hergestellt? Gab es eine Bevorzugung bestimmter Skeletteile für bestimmte Produkte und wenn ja, warum? Woher bekamen die Handwerker das Rohmaterial? Wie beeinflusste die Verfügbarkeit oder die Beschränkung des Rohmaterials die Wahl desselben? Es reicht also nicht aus, auf die Effizienz der Arbeit zu achten, sondern es muss auch der Umgang mit dem Rohmaterial und dessen Ausnutzung in die Betrachtung mit einbezogen werden.

#### 1.4 Arbeitsweise

Die Bearbeitung des Fundmaterials aus der Grabung Münzgasse 4 in Konstanz erfolgte auf der Grundlage der Harris-Matrix von JUNKES als stratigraphischer Basis für die zeitliche Gliederung der Fundkomplexe. Die Harris-Matrix erfasst nur die Befunde aus dem fundreichen Teil der Grabung in ihrer stratigraphischen Folge, aus der die Keramik von JUNKES analysiert wurde.<sup>16</sup> Aus diesen Befunden stammt auch der Großteil (etwa 80%) der Abfälle des Knochen verarbeitenden Handwerks. Auf der Basis von keramischen Kriterien ließ sich die Matrix in Perioden unterteilen, deren pauschale Datierung umstritten ist.<sup>17</sup> Ohne diese Datierung zu übernehmen, wurde die Matrix anfangs während der Bearbeitung der Knochenwerkstattabfälle als stratigraphische Basis benutzt.

Um einen Überblick über den Umfang sowie die Art und Verteilung der Abfälle der Knochenverarbeitung in den unterschiedlichen stratigraphischen Phasen zu bekommen, erfolgte die Sichtung des gesamten Fundbestandes von Tierknochen aus den Abfallschichten der Grabung. Soweit dies möglich war, wurden dabei die unter Kap. 1.1 beschriebenen Gruppen von Abfällen der Knochen verarbeitenden Handwerkszweige von anderen Abfällen wie Schlacht-, Nahrungs- und Hornverarbeitungsabfällen getrennt und das Gewicht per Fundnummer registriert. Die Daten flossen zur Speicherung und Weiterverarbeitung in eine elektronische Datenbank ein (s. Kap. 2).

Die Fundkomplexe durchbohrter Leisten und Scheiben aus Befunden der Harris-Matrix von JUNKES wurden grob durchgesehen, um das Vorkommen verschiedener, unterschiedlicher Leistentypen festzustellen. Bei der Durchsicht und Ordnung der Daten dieses Materials zeigten die Abfälle des Knochenbohrerhandwerks eine Phaseneinteilung, die von der Periodisierung von JUNKES abweicht, weil diese auf Keramikfunden beruht und Veränderungen in der keramischen Abfolge zu anderen Zeitpunkten stattfanden als beim Knochenwerkstattabfall. Dies warf Fragen zum Aufschüttungsvorgang auf. Um darauf eine Antwort zu bekommen, war eine stichprobenartige Analyse der wichtigsten Befunde anhand der Grabungsdokumentation notwendig. Darauf basierend wurde eine vorläufige Arbeitshypothese über den Aufschüttungsvorgang formuliert. Diese Arbeitshypothese war Anlass zu einer systematischen Auswertung der Stratigraphie und floss in eine separate Studie ein.<sup>18</sup> Die Anfertigung dieser Studie erfolgte parallel zur vorliegenden. Bei den Analysen und der Erfassung der Daten in den Kap. 2, 3.4, 3.5 und 4 sind die vorläufigen Ergebnisse dieser Studie verwendet worden.

<sup>15</sup> s. o.

<sup>16</sup> JUNKES 1991.

<sup>17</sup> Vgl. Kap. 2.1. Auch die stratigraphische Einordnung einzelner (Teil-)Befunde geriet im Nachhinein in die Kritik (PFROMMER i. V.).

<sup>18</sup> PFROMMER i. V.

In drei unterschiedlichen Datenbanken wurden Daten von drei unterschiedlichen Gruppen von Knochenverarbeitungsabfällen erfasst:

- Daten von abgeschlagenen oder abgesägten Enden von Rindermetapodien (s. Kap. 3.2).
- Daten von Leisten und Scheiben mit teilweise ausgebohrten Halbfabrikaten (s. Kap. 3.3).
- Daten von durchbohrten Leisten und Scheiben (s. Kap. 3.4).

Jede der drei Datenbanken enthält Stichproben aus jeder der drei Hauptphasen des Knochenbohrerabfalls. Vom Umfang her wurden die einzelnen Stichproben so gezogen, dass sie für eine numerische Analyse ausreichten. Um die Repräsentativität der Stichproben für die betreffende Phase bzw. den betreffenden Phasenabschnitt zu sichern, fanden (zum Teil) visuelle Kontrollen der übrigen Funde statt und es wurden zusätzlich kleine Stichproben von Daten gezogen. Zur Sicherung der quantitativen und qualitativen Repräsentativität wurden zum Teil mehrere Stichproben aus derselben Phase untersucht. So war es zweckmäßig, von der ältesten Phase nahezu das gesamte Material zu untersuchen, da dieses nur knapp für die vorgesehene numerische Analyse ausreichte. Aus der zweiten, umfangreichsten Phase wurde aus jeder der drei Materialgruppen je eine Stichprobe vom Anfang und vom Ende der Phase untersucht, um eine möglicherweise stattgefundenen Entwicklung innerhalb der Phase zu erfassen. Die Knochenverarbeitungsabfälle aus der dritten Phase stammen überwiegend aus umgelagertem Fundzusammenhang.

Von der dritten Phase gibt es nur wenige Funde, die nicht umgelagert worden sind. Deshalb erfolgte die Wahl der Stichproben aus dieser Phase aus den wenigen Fundkomplexen, die nicht aus umgelagertem Fundzusammenhang stammen.

An den abgeschlagenen Enden ließ sich v. a. die Technik des Abschlagens untersuchen sowie die Zusammensetzung der Population der Rinder, deren Knochen benutzt worden waren. Dadurch bot sich die Möglichkeit eines Vergleichs mit der Zusammensetzung der Rinderpopulation aus den Konsumabfällen. Als Grundlage für diesen Vergleich wurden Knochenkomplexe ausgewählt und aus ihnen Schlacht-, Konsum- und Werkstattabfälle durch R.-J. PRILLOFF archäologisch analysiert.<sup>19</sup> Bei den Leisten mit Halbfabrikaten interessierten für die Untersuchung die Produkte und die Fehlergründe. Aus den durchbohrten Leisten und Scheiben ließen sich Daten zur Produktionsstatistik, ferner technische Daten sowie Daten zur Effizienz in der Nutzung der Rohmaterialien herleiten. Um einen Einblick in die technischen Probleme bei der Bearbeitung zu gewinnen, wurden die meisten Vorgänge in der Praxis nachgestellt (s. u. a. Kap. 3.1).

Ohne Anspruch auf Vollständigkeit sind die Funde durchbohrter Leisten von anderen Fundorten durch Sammeln von Literaturhinweisen und durch Recherchen auf Kongressen und im Internet inventarisiert worden. Vergleichbare Daten wurden anhand von Leisten von einigen anderen Fundorten sowohl innerhalb wie außerhalb Baden-Württembergs gewonnen (s. Kap. 4).

Es werden also nach der Analyse der Daten aus der Konstanzer Münzgasse, die in den Kap. 2 und 3 erfolgt, in Kap. 4 die Daten der anderen Fundorte analysiert. In Kap. 4 wird auch die historische Literatur über die generelle Entstehung von Gebetschnüren und Knöpfen in die Betrachtung mit einbezogen.

Soweit nicht anders angegeben, stammen die abgebildeten Grabungsfunde von der Grabung Konstanz – Münzgasse 4. Das Gleiche trifft auf die in den Tabellen dargestellten Daten zu.

---

19 PRILLOFF 2000.

## 2. Die Fundumstände

### 2.1 Die stratigraphischen Daten

#### 2.1.1 Die Fundstelle

Das in der vorliegenden Arbeit untersuchte Fundmaterial trat zwischen Mai 1984 und August 1986 auf einem ca. 2500 m<sup>2</sup> großen Areal in der Konstanzer Altstadt zutage. Dieses befindet sich zwischen der Salmansweilergasse im Norden, dem Fischmarkt im Osten und dem unteren Teil der Münzgasse im Süden.

Die Konstanzer Altstadt liegt an einem günstigen Standort im Bodenseebecken auf einem von Norden nach Süden verlaufenden Moränenrücken, der als Landzunge den See in Ober- und Untersee zerteilt (Abb. 2 u. 3). Die Römer nutzten diesen Bereich als Militärstützpunkt, und seit dem 7. Jahrhundert war auf der Spitze dieser Landzunge ein Bischofssitz mit einer später umfangreichen Diözese angesiedelt.<sup>20</sup> Seit dem späten 9. Jahrhundert erlangte der Ort als bischöflich-kirchliches Zentrum und Handelszentrum Bedeutung. Es folgte eine Blütezeit, die in der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts durch verschiedenartige politische Streitigkeiten beeinträchtigt wurde. Die nunmehr bürgerliche Stadt hatte aber immer noch Bedeutung. Im ersten Viertel des 15. Jahrhunderts gelangte Konstanz als Sitz des Konstanzer Konzils von 1414 bis 1418, das eine der größten Zusammenkünfte des Mittelalters darstellte, für kurze Zeit zur Höchstblüte. Danach sank die Bedeutung, bis die Stadt 1548 zur österreichischen (zu der Zeit habsburgischen) Landstadt wurde.<sup>21</sup>

Die Grabungsstelle lag an einer ehemaligen Flachwasserbucht östlich des Moränenrückens und südlich der Domplattform (Abb. 4).<sup>22</sup> Während des hochmittelalterlichen Stadtausbaus war sie als Hafenzonen der Marktsiedlung vorgelagert. Während des 12. bis zum 15. Jahrhundert wurde diese Bucht schrittweise aufgefüllt, um neues Bauland zu gewinnen. So entstand noch vor 1100 unmittelbar südlich des späteren Grabungsgeländes ein Hafendamm, der im frühen 13. Jahrhundert zu einem Baublock mit einer Breite von 60 m ausgebaut wurde (Abb. 4, Nr. 2). Er ragte vom neu geschaffenen Marktplatz (Abb. 4, Nr. 1) aus in den Hafenbereich.<sup>23</sup> Kurz vor 1225 wurde das von den Bürgern gestiftete Heiliggeist-Spital an dessen Spitze errichtet (Abb. 5a, Nr. 1).

Etwa in derselben Zeit wurde nordwestlich des Grabungsgeländes kurz nach 1217 an der heutigen Salmansweilergasse für den Bau eines Stadthandelshofes der Zisterzienserabtei Salem Seeboden aufgeschüttet (Abb. 5a, Nr. 2).<sup>24</sup> Das Hofgelände wurde ab 1271/72 mit einer zungenförmig ausragenden Plattform entlang der heutigen Salmansweilergasse in den See hinein erweitert (Abb. 5b). Man umgab es dabei mit einer steinernen Umfassungsmauer und füllte es anschließend auf. Diese etwa 30 m breite und 50 bis 60 m lange Plattform umfasste den nördlichen Teil des späteren Grabungsgeländes. Zwischen dieser Plattform und dem dammförmigen Baublock südlich der Münzgasse blieb ein 20 bis 25 m breiter, Wasser führender Streifen offen. Dass das Südende zum Wasserstreifen hin abgerundet war, ist wohl auf den südlichen bebauten Damm und die Notwendigkeit zurückzuführen, einen Hafen offen zu halten. Im Winter fiel der Hafen teilweise trocken, aber im Sommer, während der saisonbedingten Hochwasserstände, konnten hier Schiffe anlegen.<sup>25</sup>

20 DUMITRACHE 2000, 22–30; MAURER 1989.

21 DUMITRACHE 2000, 37 f.; MAURER 1989, *passim*.

22 OEXLE 1986; DUMITRACHE 2000, 19–21.

23 DUMITRACHE 2000.

24 OEXLE 1986, 312; MEIER 1979, 217. 1217 wurde dem Kloster die Erlaubnis erteilt, den Seegrund aufzufüllen, um zu bauen. Dendrodaten bezeugen den Steinbau in oder kurz vor dem Jahre 1238 auf dem Gelände, das in der Salmansweilergasse nordwestlich an das Grabungsgebiet anschloss (Abb. 5,2; 7; DUMITRACHE 2000, 83).

25 DUMITRACHE 2000, 57 und 83; JUNKES 1991, 8: Ein Astteppich entlang der Innenseite der Umfassungsmauer belegt die sumpfige Verfassung des Untergrundes während der niedrigsten Wasserstände. Der Bodensee kennt einen saisonbedingten Rhythmus von niedrigen Wasserständen im Winter und höheren im Sommer.

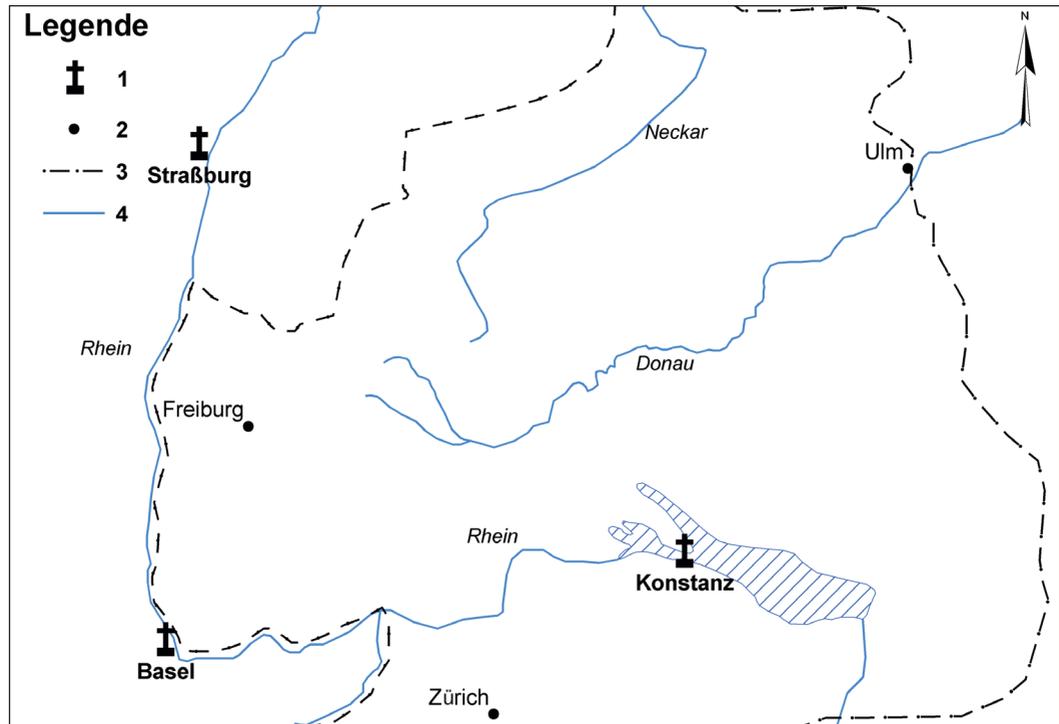


Abb. 2: Lage der Stadt Konstanz. Bischofssitz (1), übrige Städte (2), Grenze des mittelalterlichen Bistums Konstanz (3) und Flüsse (4).

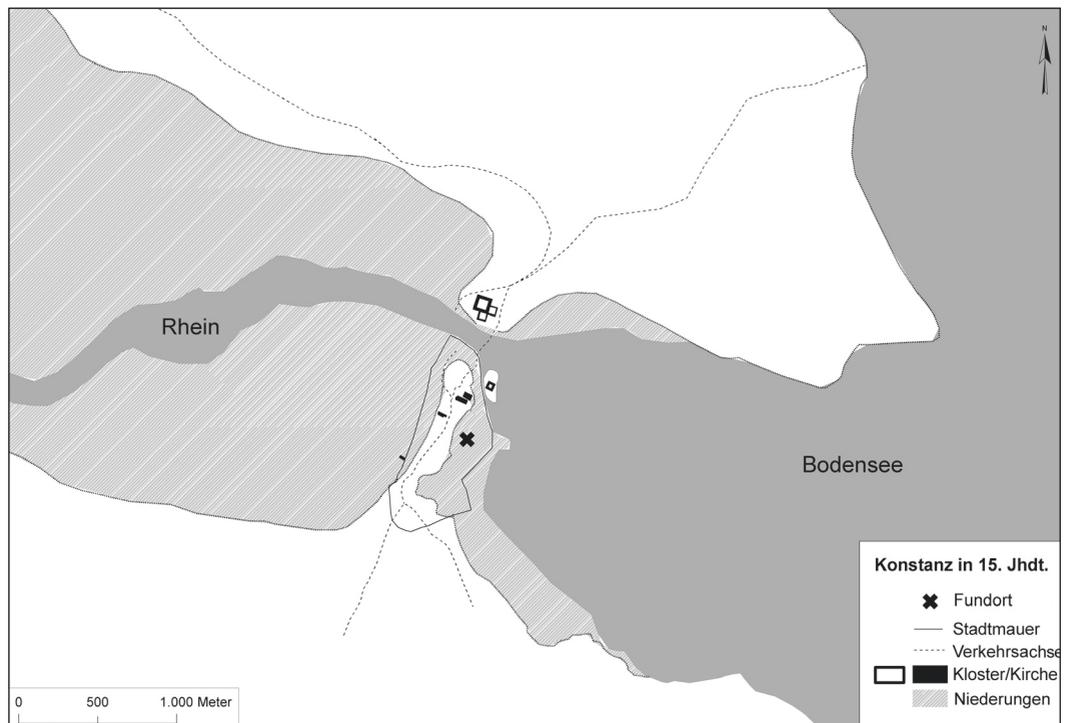


Abb. 3: Lage der Grabungsstelle in der Konstanzener Innenstadt um 1400, rekonstruiert mit Flachwasserzone.

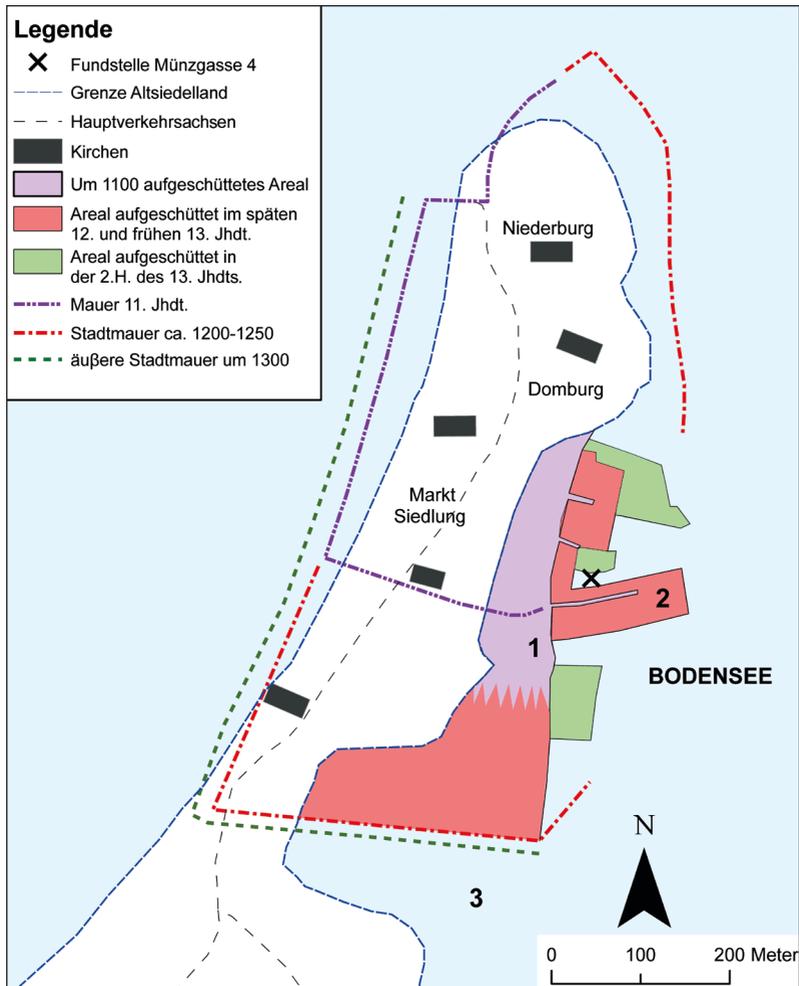
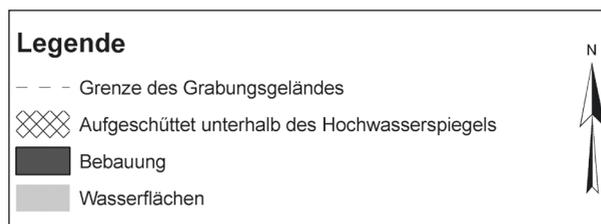
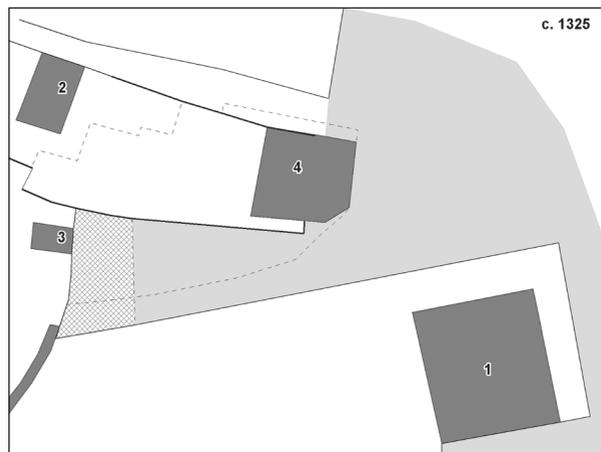
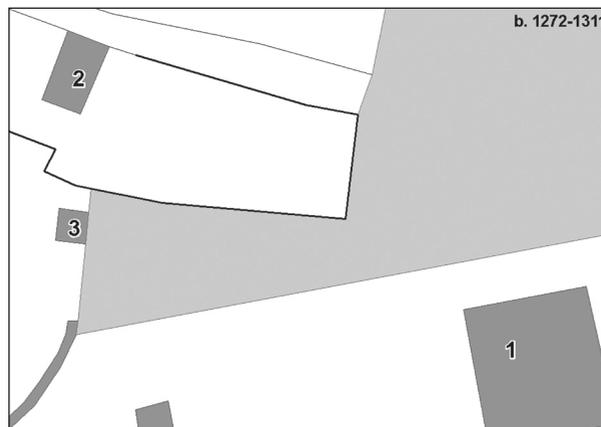
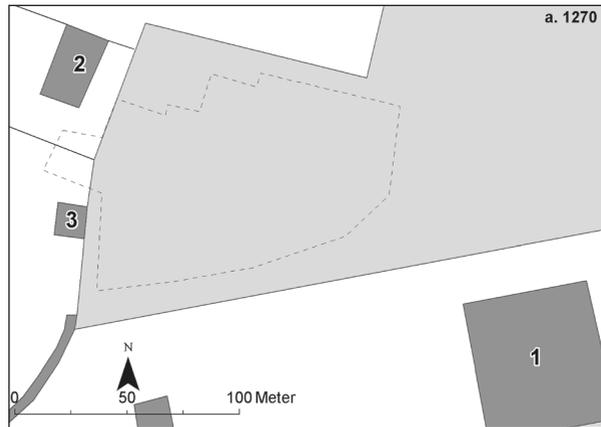


Abb. 4: Rekonstruktion der Entwicklung des Konstanzer Siedlungskomplexes auf der Landzunge bis um 1300 mit den verschiedenen, im See aufgefüllten Plattformen. Marktstätte mit alter Metz (1), Hafendamm mit Heiliggeist-Spital (2) und Viehmarkt (3).

Der Hafen oder Wasserstreifen befand sich an der Stelle der heutigen Münzgasse und dem nördlich angrenzenden Streifen des Grabungsgeländes von 6 bis 12 m Breite und 60 m Länge an der Stelle des ehemaligen Gebäudes Münzgasse 2–4 (Abb. 6). Das stadtnahe Ende des Wasserstreifens lag an der Westgrenze des Grabungsgeländes. Dort wurde nach vorheriger Aufschüttung auf dem hinteren Teil des Grundstücks Münzgasse 6 1267/68 ein Steinbau errichtet (Abb. 5a, Nr. 3), also noch vor dem Bau der Umfassungsmauer und der Klosterhoferweiterung 1271/72.<sup>26</sup> Im ersten Viertel des 14. Jahrhunderts wurde auf beiden Neulandarealen direkt am Wasserstreifen gebaut. Den Steinbau auf dem hinteren Teil der am Landende des Wasserstreifens gelegenen Parzelle Münzgasse 6 erweiterte man 1324 zum Wasser hin, so dass er direkt bis an das Grabungsgelände reichte (Abb. 5c, Nr. 3). Auf dem Klostergelände wurde auf der Spitze der Landzunge nach dem Winter 1312/13 ein Steinbau errichtet, der zur Hälfte über die Umfassungsmauer hinaus auf neu angeschüttetem Seegrund lag (Abb. 5c, Nr. 4; Abb. 7 und 8). Dieser Bau wird von den Ausgräbern gelegentlich als „Herberge“ bezeichnet, muss aber nicht unbedingt als solche gedient haben.



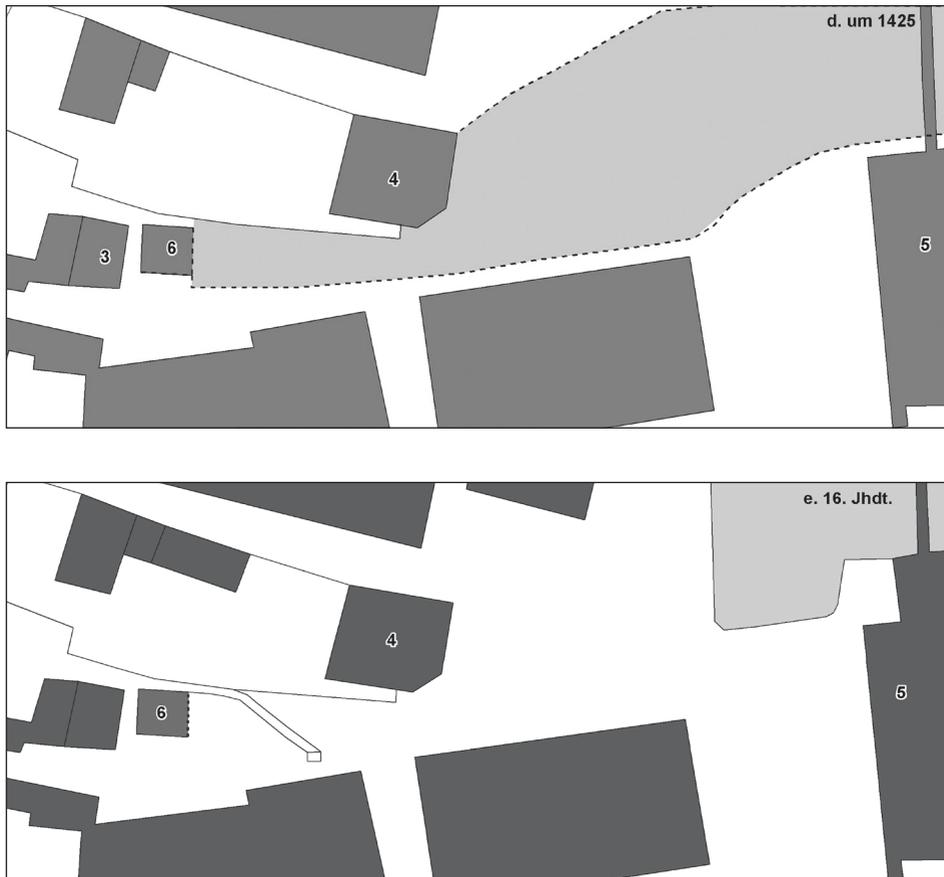


Abb. 5 (linke Seite und oben): Rekonstruktion der Entwicklung des Grabungsgeländes in Phasen (a-e).

Der Wasserstreifen wurde bis zum Ende des 16. Jahrhunderts nach und nach mit Schichten aufgefüllt, die aus archäologischer Sicht extrem ergiebig waren. Aus diesen Schichten stammt der Großteil der in dieser Studie analysierten Abfälle, die beim Bohren von Knochenperlen entstanden sind. Die Schichten, soweit sie zwischen 1984 und 1986 ausgegraben wurden, waren bezüglich ihrer Abfolge und Interpretation Gegenstand einer Analyse, die beim Verfassen dieses Kapitels noch nicht beendet war.<sup>27</sup> Im nächsten Abschnitt wird der gegenwärtige Forschungsstand anhand einer Einführung in die Grabungsmethodik und Forschungsgeschichte erläutert.

Außer den Funden aus den Schichten außerhalb der Umfassungsmauer wurden etwa hundert Fragmente durchbohrter Knochenleisten im Klosterhofareal innerhalb der Umfassungsmauer geborgen. Die Mehrheit davon ist unstratifiziert oder entstammt modernen Störungen. An einigen Fragmenten war festzustellen, dass sie aus der Zeit vor dem Bau der Umfassungsmauer stammen.

### 2.1.2 Die Abfallsschichten zwischen Münzgasse und Salmansweilerhof – Methodik der Grabung und Auswertung

Bereits in den fünfziger Jahren des 20. Jahrhunderts fand man bei Grabungsarbeiten im Straßenbereich vor dem Gebäude Münzgasse 2 in einer 90 cm starken schwarzen Auffüllschicht durchbohrte

<sup>27</sup> PFROMMER i. V.



Abb. 6: Übersicht über die Ausgrabungen mit Fundamentresten der Umfassungsmauer der Hoferweiterung. Rechts daneben der Arealstreifen mit den fundreichen Schichten.



Abb. 7: Blick vom Fischmarkt aus westwärts auf den Salmannsweilerhof, 1865 gemalt von Joseph Mosbrugger. In der Mitte die „Herberge“ von der Seeseite aus gesehen. Links davon blickt man in die Münzgasse auf den Fundort der Abfallschichten und die Gebäude der Münzgasse 2 bis 4 und 6. Zur rechten Seite schließt die nördliche Hofumfassungsmauer in der Salmannsweilergasse an die „Herberge“ an.

Knochenleisten, Hornzapfen, andere Tierknochen und Keramik des 14. bis 15. Jahrhunderts.<sup>28</sup> 1989 ließ man an der südlichen Häuserflucht gegenüber der Münzgasse vier Bäume pflanzen. Dabei wurde eine 15 cm starke Auffüllschicht mit durchbohrten Knochenleisten angeschnitten, die aus der Planierung gegen die nördliche Umfassungsmauer um den Damm zwischen Münzgasse und Marktstätte stammt.<sup>29</sup>

Die Ausgrabungen im Neubaugebiet zwischen Münzgasse, Fischmarkt und Salmansweilergasse konzentrierten sich auf die Umfassungsmauer des Klosterhofes, ferner auf das Gebäude an der Ostspitze der Landzunge aus den Jahren 1311/12, das als „Herberge“ bezeichnet wurde und die extrem fundreichen Planierschichten im Bereich des mittelalterlichen Wasserstreifens zwischen Münzgasse und Umfassungsmauer.

Die Dokumentation wurde auf 16 Schnitte verteilt, die als Münzgasse 4 Q1–Q5 und S2–S14 sowie Fischmarkt S1 und S2 ausgewiesen sind (Abb. 9). Im 60 m langen, zum See hin spitz zulaufenden Geländestreifen zwischen Münzgasse und Umfassungsmauer wurden drei separate Grabungsblöcke



Abb. 8: Ausschnitt aus der Vogelschau auf Konstanz von Nikolaus Kalt, 1601. Ansicht von Osten mit dem Fischmarkt mit der ‚Herberge‘ (B), dem Hof mit Werkstätten in der Tirolergasse (C) und der ‚Metzig‘ auf der Marktstätte (A). Im Vordergrund das Kaufhaus oder ‚Konzil‘ und die Hafenplattform aus dem 16. Jahrhundert.

untersucht, jeder mit einer Länge von rund 12 m. Damit waren 290 m<sup>2</sup> der Gesamtoberfläche von 360 m<sup>2</sup> vollständig ausgegraben.

Der größte Teil dieser Oberfläche war 1894 mit Gebäuden mit den Hausnummern Münzgasse 2 und 4 überbaut worden. Der westlichste, am nächsten an der Stadt gelegene Grabungsblock wurde auf dem ehemaligen Grundstück der Münzgasse 4 auf einer Fläche von etwa 170 m<sup>2</sup> (ca. 12,5 x 14 m) ausgegraben.

Auf diesem nicht unterkellerten Grundstück bot es sich an, zwischen den Mauerfundamenten im gewachsenen Boden von Hand abzutiefen. Dadurch entstanden Teilschnitte, die die oben erwähn-

28 BECK 1955; DUMITRACHE 2000, 124 (Fundstelle 145).

29 DUMITRACHE 2000, 124 (Fundstelle 144).

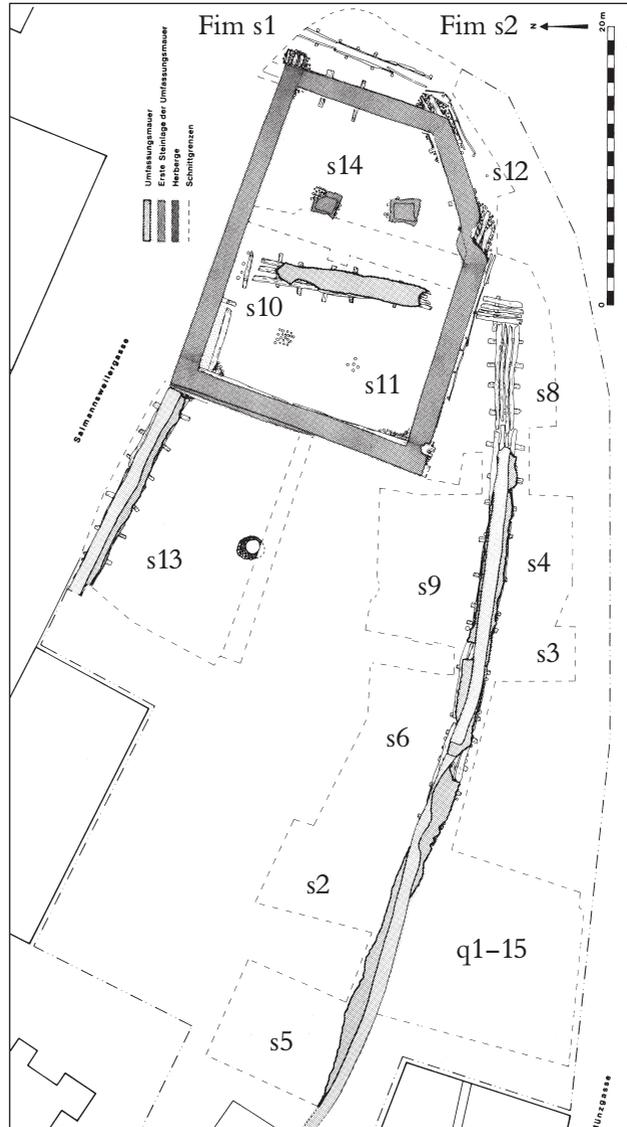


Abb. 9: Plan des Grabungsgeländes mit Grabungsschnitten.

ten Bezeichnungen Q1–Q5 erhielten. Unter dem östlichen (seewärts) anschließenden Geländeteil unterhalb der Münzgasse 2 waren auf einer Länge von bis zu 13 m durch Unterkellerung bis in den gewachsenen Boden hinein sämtliche archäologischen Spuren zerstört worden. Daran anschließend wurden seewärts die Grabungsschnitte S3 und S4 angelegt, die eine Gesamtfläche von 70 m<sup>2</sup> abdeckten. Am Ostende des Streifens wurde in S8 an beiden Seiten der Umfassungsmauer gegraben. Dazu gehörte ein Streifen außerhalb der Umfassungsmauer mit einer Breite von rund 2 m und einer Fläche von 24 m<sup>2</sup>.

Bei der Grabung war es erforderlich, das Erdreich zwischen den Fundamenten hauptsächlich von Hand Schicht für Schicht abzutragen. Jeder Befund wurde nach der so genannten stratigraphischen Methode hinsichtlich seiner Ausmaße und seines Verlaufs im Boden der Reihe nach einzeln erfasst und „den natürlichen Schichten folgend“ abgetragen. Ergiebige Schichten wurden komplett über ein Maschennetz mit einer Weite von 1 cm nass gesiebt.<sup>30</sup>

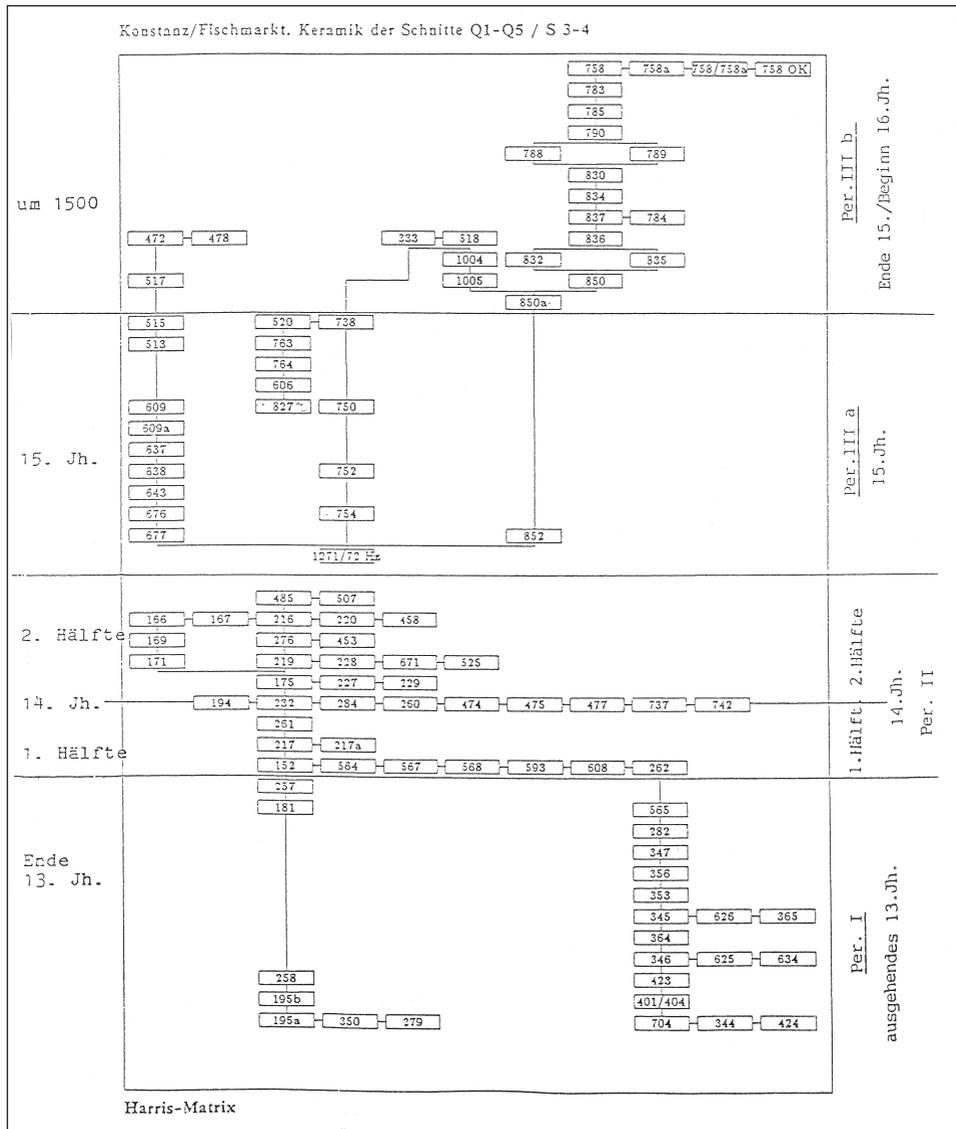


Abb. 10: Harris-Matrix der keramikhaltigen Befunde aus den Schnitten Q1-Q5 und S3-S4, mit keramischer Periodeneinteilung und Datierung nach JUNKES.

Die überwiegend feuchten Schichten lagen zum Teil unterhalb des Grundwassers und mussten mit Pumpen trockengelegt werden. Die Tatsache, dass die Fundamentmauern stehen blieben und die Teilschnitte zeitlich versetzt ausgegraben wurden, erschwerte v. a. in Q1-Q5 die Übersicht.<sup>31</sup> Als Folge davon konnten Teilen desselben Befundes, die in verschiedenen Teilschichten lagen, unterschiedliche Befundnummern zugewiesen werden, welche erst nach Grabungsschluss miteinander verknüpft wurden.<sup>32</sup> In S3 und S4 dagegen wurden während des Grabungsvorgangs (Teil-)schnitt übergreifende Befunde unter einer Befundnummer direkt miteinander verknüpft. Durch Fehlverknüpfungen sind in Einzelfällen unterschiedliche Befunde unter einer Nummer dokumentiert wor-

30 JUNKES 1991, 20 f. (nach BIBBY 1987).

31 Mitteilung N. O. WOLF. Die Funddokumentation verzeichnet viele Funde aus „Pumpensämpfen“.

32 JUNKES 1991, 56 f.

den. Außerdem wurde in diesen Schnitten die stratigraphische Grabungsmethode mit dem Graben in künstlichen Straten kombiniert.<sup>33</sup>

Die stratigraphische Abfolge und die Beziehungen der vor Ort unterschiedenen Befunde sind nach der Methode von E. C. HARRIS in Tabellen dargestellt, die als „Harris-Matrices“ bezeichnet werden. Bei der Auswertung der Keramik wurden die Matrices der Schnittblöcke Q1–Q5 und S3–S4 auf die Keramik führenden Schichten reduziert und zu Fundmatrices zusammengefasst.<sup>34</sup> Anhand der Verteilung von Keramikmerkmalen über diese Fundmatrices ist eine Periodeneinteilung der Schichtenabfolge vorgenommen worden. Dabei fand die Zuordnung von einem Befund zu einer Periode nicht aufgrund der jüngsten Keramik statt, sondern aufgrund der vorherrschenden Keramik und deren Zusammensetzung. Die Periodeneinteilung basiert also ausschließlich auf Keramik.

Die Verteilung der Keramikmerkmale gab Anlass, den seewärts gelegenen Stratigraphieblock von S3–S4 als zeitlich auf den landwärts gelegenen Block Q1–Q5 folgend einzuordnen. In der daraus resultierenden Periodeneinteilung umfasste die Fundmatrix von Q1–Q5 die Perioden 1, 2a und 2b; die Fundmatrix von S3–S4 die Perioden 3a und 3b (Abb. 10).

Im nächsten Schritt wurde diese relativchronologische Periodenabfolge anhand der zurzeit verfügbaren Dendrodaten und Münzfunde aus den Schichten selbst absolutchronologisch eingeordnet sowie anhand von absolut datierten keramischen Vergleichsfunden von anderen Orten.<sup>35</sup> Beide boten jedoch nur wenige Anhaltspunkte zur absolutchronologischen Einordnung der Stratigraphie an der Münzgasse. Anhand dieser wenigen Anhaltspunkte wurde die gesamte Periodenabfolge in den Zeitraum vom späten 13. Jahrhundert bis zum frühen 16. Jahrhundert datiert. Jeder der fünf keramischen Perioden wurde ein etwa gleich großer, absoluter Zeitabschnitt zugeschrieben. Ausgangspunkt dabei war u. a. die Annahme, dass die gesamte Ablagerung der Fundschichten nach dem dendrodatierten Bau der südlichen Umfassungsmauer des Salmansweilerhofes (1271–1272) stattgefunden hat. Weiterhin wurde davon ausgegangen, dass die Auffüllung im Zeitraum vom späten 13. bis zum frühen 16. Jahrhundert allmählich mit dem anfallenden Abfall aus der Stadt erfolgt ist. Diese von JUNKES präsentierte Fundmatrix mit ihrer relativchronologischen Periodeneinteilung der Keramik und ihrer absolutchronologischen Datierung der Perioden war als chronologisches Gerüst Grundlage für die Auswertung anderer Fundgruppen aus der Grabung.<sup>36</sup> Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde zur Klärung der mit der Chronologie in Zusammenhang stehenden Fragestellungen zum Paternosterabfall die vertikalstratigraphische Verteilung des Abfalls des Knochen verarbeitenden Handwerks und des weiteren Knochenmaterials anhand der gegebenen Fundmatrix betrachtet (s. Kap. 2.2).

Einerseits ist zu fragen, ob im Paternosterabfall erstens verschiedene Perioden zu unterscheiden sind, zweitens ob die durchbohrten Knochenleisten von einer Werkstatt stammen oder von verschiedenen Werkstätten und drittens, ob die Werkstätten in verschiedenen Zeitabschnitten tätig waren. Andererseits stellt sich die Frage nach möglichen Verbindungen mit historisch bekannten Ereignissen wie der Arbeit eines ca. 1380 in der Nähe ansässigen Paternosterers oder dem Einfluss des Konstanzer Konzils (1414–1418).

Die vertikalstratigraphische Verteilung der Paternosterabfälle über JUNKES' Fundmatrix weist drei Phasen mit unterschiedlicher Zusammensetzung und Funddichte aus. Die Phaseneinteilung der Paternosterabfälle weicht zum Teil entscheidend von JUNKES' keramischer Periodeneinteilung ab und gab Anlass zur Vermutung einer schubweisen Ablagerung. Die nähere Betrachtung verschiedener Datierungsfunde aus den Schichten und die Hinzuziehung zusätzlicher Daten stärken diese Vermutung und widersprechen JUNKES' Periodendatierungen in bestimmten Punkten. Zur Klärung der oben genannten chronologischen Fragestellung bedurfte es einer Analyse des Ablagerungs- und Aufschüttungsvorgangs des Schichtenpakets zwischen Umfassungsmauer und Münzgasse.

33 Mitteilung J. PFROMMER.

34 JUNKES 1991, 56.

35 Ebd. 61–64.

36 Folgende Wissenschaftler führten Materialstudien durch und benutzten JUNKES' Periodeneinteilung und Datierung: MÜLLER 1996 (zu Holz), SCHNACK 1994 (zu Leder) und ERATH 1996 (zu verarbeiteten Tierknochen).

Da noch nicht abzusehen war, wann die besagte Analyse zur Verfügung stehen würde, war es erforderlich, anhand von datierbaren Funden, vorläufigen Daten der Paternosterabfälle und vorläufigen, stichprobenartigen Teilanalysen der Stratigraphie ein Arbeitsmodell aufzustellen. Dieses Arbeitsmodell bildet die Grundlage für verschiedene Vorpublikationen dieser Studie sowie für einige der nachfolgenden Kapitel.<sup>37</sup>

Soweit dies für die Analyse der Paternosterabfälle von Bedeutung ist, werden im folgenden Abschnitt die inzwischen zur Verfügung gestellten vorläufigen Daten der stratigraphischen Analyse von J. PFROMMER mit dem genannten vorläufigen Arbeitsmodell zu einem ebenfalls vorläufigen Überblick über die Ablagerungsgeschichte kombiniert. Dieser Überblick ist durch die enge Zusammenarbeit mit J. PFROMMER zustande gekommen. Während dieses Kapitel geschrieben wurde, waren die oben erwähnten Daten noch in Bearbeitung.<sup>38</sup> Da nur wenige, wenn auch bezeichnende Paternosterabfälle innerhalb der Hofumfassungsmauer gefunden wurden und die übergroße Mehrheit der Fundstücke aus den beiden Blöcken Q1–Q5 und S3–S4 stammt, konzentriert sich die Beschreibung auf die beiden letzten Grabungsabschnitte.

## 2.1.3 Die Stratigraphie zwischen Münzgasse und Salmansweilerhof

### 2.1.3.1 Münzgasse 4 (Q1–Q5)

In der Zeit vor den spätmittelalterlichen Ablagerungen und Aufschüttungen muss die Oberfläche des Seebodens im Grabungsbereich etwa rund 395,2 m über NN gelegen haben. Sie bestand fast durchgängig aus Kiesstrand.<sup>39</sup>

Im Hofgelände innerhalb der Umfassungsmauer wurden darüber torfige und schlammige Ufer- oder Schwemmschichten mit Spuren menschlicher Aktivität abgelagert, die zeitlich vor dem Bau der Umfassungsmauer lagen (1271–1272).<sup>40</sup> Diese Spuren umfassten außer Fundmaterial auch Pfostenlöcher. Diese Aktivitäten werden allgemein in den Dezennien vor dem Mauerbau datiert, etwa in das zweite bis dritte Viertel des 13. Jahrhunderts.

Ähnliche Schichten wurden außerhalb der Umfassungsmauer gefunden wie beispielsweise in den Schnitten 7 und 8, die an der Spitze des Hofareals lagen. Näher am Ufer lagen auch im Grabungsbereich von Q1–Q5 meist relativ dünne, durchziehende Schwemmschichten an der Basis des von Menschen beeinflussten Schichtenpakets. In diesen Schwemmschichten findet man eine Mischung von Seeschlamm und vom Wasser bewegter Abfallreste menschlicher Besiedlung aus der Römerzeit, dem Frühmittelalter, dem Hochmittelalter und dem 13. Jahrhundert.<sup>41</sup> Es ist nicht ausgeschlossen, dass ein Teil dieser Schwemmschichten außerhalb der Umfassungsmauer noch vor dem Bau der Umfassungsmauer datiert.<sup>42</sup>

In der Stratigraphie, die mit diesen Schichten beginnt und die in JUNKES' Fundmatrix die Periode 1 und 2 umfasst (Abb. 10), unterscheidet PFROMMER 15 Ablagerungsphasen, die mit Q1–Q15 bezeichnet werden.<sup>43</sup>

37 SPITZERS 1997a, 1997b und 1999 sowie Kap. 3.1 bis 3.3 dieser Studie.

38 Die Informationen bzw. Unterlagen wurden von J. PFROMMER freundlichst mitgeteilt bzw. zur Verfügung gestellt. Für nähere Einzelheiten zur Stratigraphie, wie sie in Kap. 2.1.3 dargestellt wird, wird auf die zurzeit in Vorbereitung befindliche und nicht zur Verfügung stehende Arbeit PFROMMERS mit dem vorläufigen Arbeitstitel: „Konstanz Fischmarkt – Studien zur Entstehung und Entwicklung eines innerstädtischen Quartiers. Die Befunde der Grabungen 1984–1986“ verwiesen.

39 Grabungsdokumentation, Mitteilung J. PFROMMER. Die in diesem Abschnitt aufgeführten Daten sind in der Hauptsache Herrn J. PFROMMER zu verdanken, die zum Teil eigene Analysen der Grabungsdokumentation bestätigen.

40 Grabungsdokumentation: Kommentare zu den Matrix-Phaseinteilungen, Schnitt 5 und Schnitt 6.

41 Mitteilung M. JUNKES (Kiel).

42 Ein in moderner Zeit ausgebauter Kanal schneidet die Stratigraphie zur Umfassungsmauer hin ab.

43 JUNKES 1991, Tab. 1 sowie PFROMMER i. V.

Die ersten Paternosterabfälle stammten aus den Verfüllungen einiger Gruben, die aus dem gewachsenen Boden ausgehoben wurden und nach PFROMMERS Einteilung der Phase Q2 zuzuordnen sind. Diese Gruben schnitten die erste der oben genannten Schwemmschichten. Abgedeckt wurden die Gruben von einer zweiten Schwemmpphase (Phase Q3), deren Schwemmlagerungen sich zum Teil mit der anthropogenen Auffüllung von Vertiefungen oder Gruben im Untergrund vermischten. Zum Teil wurden diese Befunde relativ schnell abgedeckt (Bef. 195a), zum Teil blieben sie wie die Grube Bef. 195b relativ lange offen an der Oberfläche. Spätere Schwemmlagerungen, Schwemmfunde aus späteren Planierschichten in der Nähe sowie aus einer späteren Verfüllung bzw. Abdeckung mit Planierschichten werden sich vermutlich in diesem schon relativ fundreichen Erdhorizont vermischt haben. Da außerdem bei der Ausgrabung unter feuchten Bedingungen das Fundmaterial einiger Befunde vermischt geborgen wurde (z. B. Bef. 401/404), sind Fehlbestimmungen wohl nicht auszuschließen.<sup>44</sup>

Dieser nur wenige Dezimeter über den gewachsenen Boden reichende Horizont wurde an der Straßenseite von einer erstmals kräftigen Aufschüttung abgedeckt. Die Ablagerung erfolgte von der Münzgasse aus nordwärts (Phase Q4) und enthielt keinerlei Paternosterabfälle. Nach der Aufschüttung kam es zu einer Nutzung des Geländes (Phase Q5), die durch eine kreisrunde, brunnenähnliche Steinstruktur belegt ist. Die Nutzung endete durch eine Aufplanierung mit Bauschutt. Darin kamen erneut Paternosterabfälle zum Vorschein.

In den darauf folgenden Phasen Q6–Q9 wurde die ganze südliche Hälfte der Parzelle bis etwa 1,4 m über dem gewachsenen Seeboden aufplaniert. Diese Planierschichten enthielten relativ beschränkte Mengen an Keramik und durchbohrten Knochenleisten sowie Herstellungsabfälle, die der Produktionsphase 1 zugewiesen wurden. Der Hauptanteil dieser Paternosterabfälle stammt aus einer Schwemmschicht, welche die Abfolge der Planierschichten unterbrach.

Eine nächste Unterbrechung erfolgte durch das Ausheben und Wiederverfüllen einer Grube ohne Keramik oder Paternosterabfälle (Phase Q10). Diese Unterbrechung markiert das Ende der Ablagerungen, in denen Keramik überwog, die JUNKES ihrer Periode 1 zuordnet und die in das ausgehende 13. und frühe 14. Jahrhundert datiert wird.

In den darauf folgenden Ablagerungsphasen (Phase Q11–Q15) wurde das gesamte Areal der Parzelle 4 bis an die Hofumfassungsmauer aufplaniert, so dass die Schichten das gesamte Areal bis zum Niveau 396,6 m über NN durchzogen: 1,4 m über dem gewachsenen Boden und 30 cm über dem mittleren Höchstwasserstand des 20. Jahrhunderts. Damit erfolgte die Abdeckung auch der letzten der seit Phase Q3 offen liegenden Gruben (Bef. 195b). Ein Siegelstempel aus dem dritten Viertel des 14. Jahrhunderts aus Phase Q11 (Bef. 152) gibt einen Terminus post quem für den Beginn dieser Planierungen an, aus deren überwiegend fundreichen Schichten die Hauptmenge der Paternosterabfälle stammt. Etwa in derselben Zeit änderte sich die Lage des Wasserstreifens an der Münzgasse 2–4 durch den Bau des Kaufhauses oder ‚Konzils‘ 1388, das dem Spitaldamm vorgelagert war (Abb. 5e, Nr. 5 und Abb. 8, Nr. 24), und durch das Schließen der östlichen, in den See gebauten Stadtmauer. Obwohl der Wasserstreifen über ein Wassertor in der Mauer erreichbar blieb, wurde die Hafenfunktion wohl größtenteils vor die Stadtmauer und auf die Seeseite des Kaufhauses verlagert (Abb. 8, Nr. 25).

In den ersten der genannten Planierschichten nahm die Menge an Steinen stark zu (Phase Q11). Sie schlossen mit einer Planierung aus Kies (Phase Q12, Bef. 217) ab. Man wollte damit wohl in erster Linie eine Bodenverfestigung erreichen. Die darauf folgenden Schichten wiesen eine derart große Menge an Knochenleisten auf, dass sich die Frage stellt, ob die Aufschüttung mit den vielen Knochenleisten nicht gezielt den Zweck erfüllen sollte, eine drainierende oder stabilisierende Wirkung auf die nassen, meist humosen Schichten zu erreichen. Besonders die letzte Schicht der Phase

44 Die stratigraphische Stellung von Bef. 195a, bei JUNKES 1991 sowie bei PFROMMER i. V., erscheint aufgrund der daraus geborgenen Paternosterabfälle strittig (s. Kap. 2.2 und 3.3). In Q1 zeigte sich diese andernorts dünne Schicht als ein bis zu 25 cm dickes, steinhaltiges Paket, dessen Oberkante auf 395,6 m über NN lag (Grabungsdokumentation Q1, Profil 4 [West 7] und Profil [Ost]).

Q13 wird von den Ausgräbern als reine „Paternosterschicht“ bezeichnet. Vor der Ablagerung dieser Schicht wurde parallel zur Hofumfassungsmauer vorübergehend eine Holzverschalung angebracht. Sie hielt zwischen der Planierung und der Umfassungsmauer einen schmalen Streifen frei. In späterer Zeit erhielt dieser Streifen die Funktion eines Ehgrabens oder Entwässerungskanal. Nachdem die Paternosterschicht gegen die Verschalung anplaniert worden war, wurde diese entfernt (Phase Q14). Danach folgten noch zwei Planierhorizonte (Phase Q15) bis zum Einschneiden verschiedener Baugruben (Phase A). Außer großen Mengen an Abfällen aus der Paternosterproduktion war für die Planierung von Q13–Q15 der Inhalt einer Latrine sekundär deponiert worden, der (in Bef. 58 und 194) mit demselben Paternosterabfall vermischt war.

Mit dem Ausheben der Baugruben endete die Aufplanierung der Parzelle Münzgasse 4. Auf den Schichten errichtete man zwischen 1414 und 1428 ein Steinhaus mit einem jüdischen Ritualbad (Mikwe) im Inneren (Abb. 5d, Nr. 5; Phase A bei PFROMMER).<sup>45</sup> Dendrodaten und zwei Münzen aus der Auffüllung der Fundamentgrube geben Anlass, den Bau relativ früh im 15. Jahrhundert, aber nach dem Beginn des Konstanzer Konzils im Jahre 1414, zu verorten.<sup>46</sup>

Genau in dieser Zeit, zwischen 1420 und 1428, ist in den benachbarten Häusern an der unteren Münzgasse eine Konzentration jüdischer Ansiedlungen in schriftlichen Quellen belegt, darunter ab 1424 eine Synagoge und eine jüdische Schule.<sup>47</sup> Die Juden wurden bereits ab 1429 zunehmend bedroht. Deshalb endete diese Konzentration jüdischer Ansiedlungen spätestens 1448 mit der Ausweisung der Juden aus Konstanz. Ab 1450 können christliche Besitzer in den ehemals jüdischen Häusern nachgewiesen werden. Nachdem die Mikwe bereits seit einiger Zeit nicht mehr als Bad genutzt worden war, wurde sie während des Abrisses des dazugehörigen Gebäudes zwischen 1465 und 1537 mit Schutt und Abfall aufgefüllt und an dieser Stelle ein Neubau errichtet (Abb. 5e, Nr. 5; PFROMMERS Phase B).<sup>48</sup> Die Knochenleisten aus der Auffüllung der Fundamentgruben des Mikwengebäudes und in Zusammenhang mit der Errichtung des Nachfolgerbaus sind sehr wahrscheinlich beim Aushub der Gruben in den Planierschichten ausgegraben und anschließend nach dem Bau der Fundamente in die Fundamentgrube zurückgeworfen worden.<sup>49</sup> Der Paternosterabfall aus diesen Gruben (PFROMMERS Phase A) ist deshalb in seiner Zusammensetzung und Datierung dem Abfall aus dem gesamten Paket von Auffüllschichten gleichzusetzen (in vermishtem Zustand, hauptsächlich aus Produktionsphase 2A mit möglicherweise vereinzelt Stücken aus den Produktionsphasen 0 und 1). Der Anfang der Gesamtaufplanierung (Ablagerungsphasen Q11–Q15) ist aufgrund des zuvor erwähnten Siegelstempels eher später als in das dritte Viertel des 14. Jahrhunderts zu datieren.<sup>50</sup> Als Ergebnis sind damit sowohl die keramische Periode 2 von JUNKES als auch die Produktionsphase 2 des Arbeitsmodells zu den Paternosterabfällen absolutchronologisch nach unten eingegrenzt. Durch ihre unterschiedliche Materialzusammensetzung und Ablagerung erwecken die Planierungen unter der Münzgasse 4 generell den Eindruck einer Müllablagerungsstätte, in welcher der Stadtmüll, im Allgemeinen ohne zusätzliche Zwischenlagerung, aus verschiedenen Werkstätten

45 PFROMMER 2004.

46 Es handelt sich um einen Mainzer Goldgulden, geprägt zwischen 1414 und 1417 (Bef. 458), und einen Ravensburger Pfennig aus der Zeit zwischen ca. 1400 und 1450 (Bef. 215). Mehrere Kernholzdattierungen ohne Splint und Waldkante, die von „frühestens 1360“ bis „frühestens 1382“ zu datieren sind, weisen hochgerechnet auf Fälldaten im ersten Drittel des 15. Jahrhunderts (PFROMMER 2004).

47 PFROMMER 2004. Die Synagoge wird in der Münzgasse 21 vermutet, die Schule in Nr. 17/19, zwischen 25 und 40 m entfernt von der Münzgasse 4. Juden werden als Bewohner des Hauses Nr. 15 und der gegenüberliegenden Häuser Nr. 10–14 für den Zeitraum zwischen 1420 und 1448 erwähnt (MEIER 1990, 134–141).

48 Ebd.

49 Die Analyse der Funddichte der Knochenleisten in Kap. 2.2 kann diese Annahme bestätigen. Obwohl immer noch erhebliche Mengen gefunden wurden, ist die Konzentration bedeutend geringer als in den Schichten, die dem Bau vorausgingen.

50 Die Nutzung des Stempels, belegt während des dritten Viertels des 14. Jahrhunderts, ist für die nachfolgende Zeit nicht mehr nachzuweisen (Mitteilung J. BREM). Eine Münze aus der Holzverschalung (Bef. 118, Phase Q13) und eine 1350 bzw. 1356 bis 1450 geprägte Münze aus dem Latrineneinhalt (Bef. 58, Phase Q13–15) verstärken die Annahme dieser Datierung.

und entleerte Latrinen deponiert wurden. Dabei bleibt zu klären, ob diese Müllentsorgung bewusst für eine Trockenlegung oder Baufreimachung an der Ablagerungsstelle genutzt wurde und ob die bodentechnischen Eigenschaften großer Mengen von Knochenleisten gezielt eingesetzt wurden.

### 2.1.3.2 Münzgasse 2 (Schnitt 3 und 4)

Die Grabungsschnitte 3 und 4 umfassen zusammen die östliche (seewärts gelegene) Hälfte des ehemaligen Gebäudes Münzgasse 2. Sie waren vom Grabungsblock Q1–Q5 durch einen 13 m breiten, nicht untersuchten Streifen getrennt.

Die Analyse des Fundmaterials sowie die Stratigraphie geben Anlass dazu, die Aufplanierung des mit Schnitt 3 und 4 bezeichneten Bereichs insgesamt im 15. Jahrhundert, hauptsächlich nach der endgültigen Aufplanierung der Parzelle Münzgasse 4 (Grabungsblock Q1–Q5, Phase Q15), beginnen zu lassen.<sup>51</sup> Das Fundmaterial sowie die Darstellung des Gebietes als Trockengelände auf der Stadtansicht von NIKOLAUS KALT aus dem Jahre 1601 (Abb. 8) verweisen auf die Vollendung der Aufplanierung bis zum Ende des 16. Jahrhunderts.

Anders als in Q1–Q5 vermitteln die Schichten in Schnitt 3 und 4 überwiegend das Bild von Aufplanierungen mit vorher bereits andernorts deponiertem Müll. Dabei kann Fundmaterial aus älterer Zeit in stratigraphisch jüngeren Schichten deponiert worden sein. Die stratigraphische Abfolge muss somit nicht für die Entstehungsfolge der Werkstattabfälle bestimmend sein.

Auch kann keine deutliche Aufeinanderfolge von Ablagerungsphasen festgestellt werden, was teilweise dadurch bedingt ist, dass die Schnitte – v. a. der westliche, näher an Q1–Q5 gelegene Schnitt 3 – von Nordwesten nach Südosten diagonal von einem Entwässerungskanal und einem modernen Kanalisationsrohr durchschnitten wurden (Abb. 5c und 11). Diese teilten die Stratigraphie in mehrere schmale Streifen auf. Eine Korrelation der verschiedenen nebeneinander stehenden Schichtenabfolgen ist stratigraphisch nicht zu sichern und kann nur anhand von Übereinstimmungen in der Materialzusammensetzung vermutet werden. Bei der Auswertung der Verteilung der Verarbeitungsabfälle von Knochen innerhalb der Stratigraphie sind deshalb erkennbare Muster in der Zusammensetzung dieser Abfälle mit den stratigraphischen Daten zu einem begründbaren Modell kombiniert worden. Ähnlich wie in anderen Teilen der Grabung fanden sich auch in Schnitt 3 und 4 Pfostenlöcher im gewachsenen Boden, die von durchgehenden dünnen Schwemmschichten abgedeckt wurden.<sup>52</sup> Während die Schwemmschichten, in denen Keramik des ausgehenden 13. und 14. Jahrhunderts vorkam,<sup>53</sup> stratigraphisch nachweislich vor dem Bau der Hofumfassungsmauer entstanden sind, können ältere Schwemmfunde darin mit Funden vermischt worden sein, die aus den darüber liegenden Planierschichten abgesunken waren (PFROMMERS Phase S2). Darüber wurde, ähnlich wie in Q1–Q5, an der Südseite von Schnitt 3 von der Straße aus eine Serie von in der Regel 10 bis 20 cm starken, horizontal aufeinander liegenden, humosen Planierschichten abgelagert (Abb. 11, rechts unten: 2B und 3-I; PFROMMERS Phase S4–6/S9).<sup>54</sup> Ähnlich wie in Q1–Q5 waren v. a. die jüngeren dieser Schichten sehr reich an Keramikfunden und Paternosterleisten. Es mag sich dabei um Abfalldeponierung ohne bewusstes Planierungsziel gehandelt haben. In Schnitt 3 wurde nicht wie unter Münzgasse 4 das ganze Areal bis zur Hofmauer zielgerichtet bis auf ein überwiegend hochwasserfreies Niveau

51 Aufgrund von Merkmalen der überwiegend vertretenen Keramik wird die gesamte Stratigraphie von Schnitt 3 und 4 sowie ihre Periodeneinteilung in der Fundmatrix von JUNKES als zeitlich folgend auf die endgültige Aufplanierung von Q1–Q5 dargestellt (JUNKES 1991). Diese Einordnung wird von PFROMMER bestätigt (Mitteilung vom 18.11.2003). Die nachfolgende Erläuterung der Stratigraphie basiert in der Hauptsache auf der letztgenannten Mitteilung und auf eigenen Analysen eines Teils der Grabungsdokumentation (v. a. der Grabungsprofile von Schnitt 3) sowie auf PFROMMERS vorläufiger Harris-Matrix vom gleichen Datum und ferner auf Analysen der Funde von der Knochenverarbeitung (s. Kap. 2.3.2).

52 Nach Mitteilung von J. PFROMMER sowie anhand von Profilzeichnungen können Bef. 754, 852 und auch 677 als solche Schwemmschichten interpretiert werden.

53 Dies beruht auf der vorläufigen Durchsicht der Keramik vor Beginn der Keramikanalyse von JUNKES, wie im „Kommentar zur Stratigraphie nach Matrixerstellung“ dargelegt.

54 s. Kap. 2.3.2; u. a. Bef. 676, 643, 638, 637, 609a, 609, 515 und 472.

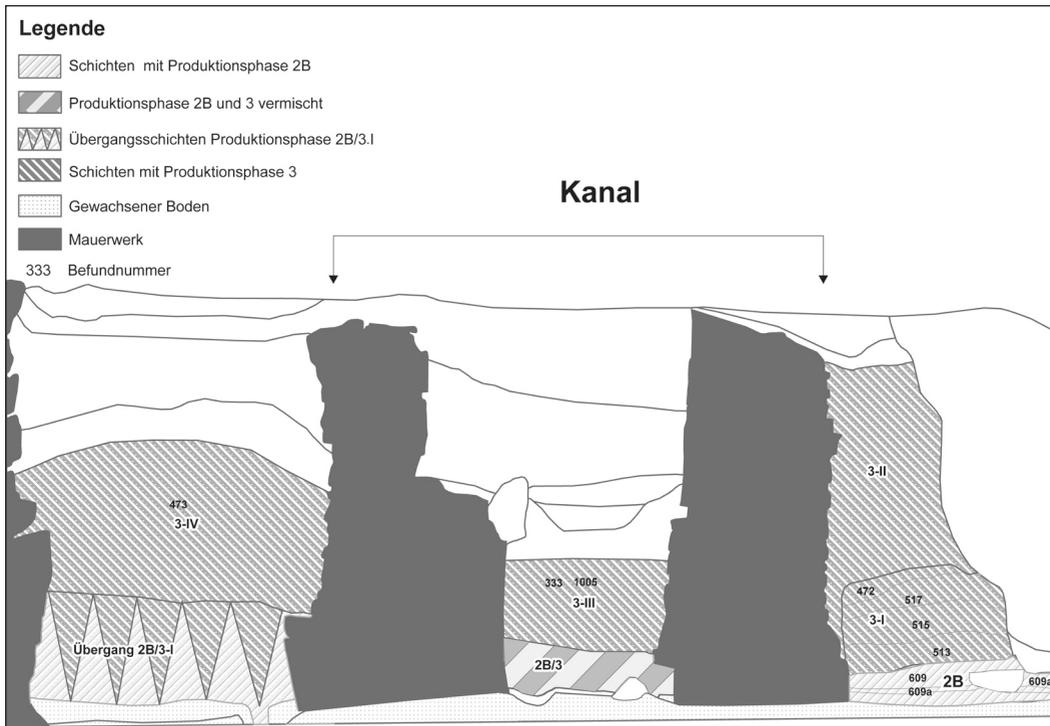


Abb. 11: Profil der Ostwand von Schnitt 3 seewärts gesehen, mit Querschnitt durch den Entwässerungskanal und die Planierungen. Rechts die Gassenseite.

aufplaniert und verfestigt. Stattdessen reichten die Schichten nur bis etwa zur halben Höhe dieses Niveaus und hatten eine von Süd nach Nord (von der Münzgasse zur Hofumfassungsmauer) abfallende Oberkante ohne deutliche Verfestigung. Anhand von Keramik des 15. Jahrhunderts sowie einer sekundär deponierten Holzkonstruktion, die dendrochronologisch nach 1426 datiert wurde, wird für die Ablagerung dieser Abfallschichten eine Datierung vorgenommen, die zeitlich nach der endgültigen Aufplanierung und dem Bau des Mikwenhauses auf der Parzelle der Münzgasse 4 liegt (Q1–Q5).<sup>55</sup> Es ist zu vermuten, dass ein Zusammenhang mit und eine zeitliche Festlegung nach der Schließung der Stadtmauerfront und der Verlagerung der Hafenfunktion besteht.

In der Südostecke von Schnitt 3, südlich des Entwässerungskanals, wurde die Sequenz von 10 bis 20 cm dicken Abfallschichten von einer Serie teils kräftiger, teils sehr dünner Abfallschichten mit meist relativ wenig Knochenmaterial abgedeckt (Abb. 11, 3-II; PFROMMERS Phase S9). Nördlich des Kanals wurden diese Sequenzen von kräftigen, teilweise linsenförmig übereinander liegenden Schichten mit Stärken bis zu 80 cm abgedeckt (Abb. 11, 3-IV; PFROMMERS Phase S5–S8). Das Fundmaterial in diesen letzten Schichten ist offensichtlich umgelagert worden. Identische Schichten sind auch in Schnitt 8 angeschnitten worden. Sie gehören offensichtlich zu einer Planierung, bei der das gesamte Areal nördlich und seewärts vom Kanal auf einmal gezielt bis zum mittleren Hochwasserniveau von 396,3 m über NN mit Erde sowie mit Abfall aufgeschüttet wurde, der vor der Ablagerung

<sup>55</sup> Laut Mitteilung von J. PFROMMER. Die Keramikdatierung von JUNKES bezieht sich v. a. auf den Hauptanteil der Keramik. Dabei ist nicht auszuschließen, dass die Ablagerung der Schichten zu einem späteren Zeitpunkt stattfand. Das Dendrodatum ohne Splint- und Waldkante deutet auf eine Datierung weit nach 1426 hin. Es stammt jedoch aus einem Befund (850), der stratigraphisch zwar unten in Schnitt 4 lag, dessen Abfälle von der Knochenverarbeitung jedoch einen jüngeren Eindruck machten als die aus stratigraphisch parallelen Befunden in Schnitt 3 (s. Kap. 2.3.2). Einen weiteren Datierungshinweis könnten Münzen (Münzschlagzeit 1404–1423 bzw. 1423–1500) geben, die aus Erdschubstanz mit Abfallmaterial stammen, das aus diesen Schichten sekundär umgelagert wurde (Bef. 333).

unter der Münzgasse 2 andernorts zwischengelagert worden war. Hinweise zur Datierung dieser Planierung bieten Keramikfragmente aus dem 15./16. Jahrhundert sowie das bereits zuvor genannte Dendrodatum, das diese weit nach 1426 einordnet. Der genannte Stich von NIKOLAUS KALT von 1601 bietet einen absoluten Terminus ante quem. Während die Ablagerung dieser Schichten offensichtlich im späten 15. oder im 16. Jahrhundert stattfand, deuten andere Funde darauf hin, dass der Abfall, der mit diesen Schichten vermischt war, zum Teil älteren Datums ist.<sup>56</sup>

Nach dieser umfangreichen Aufplanierung wurde ein Entwässerungskanal mit zwei parallelen Steinmauern in die Schichten hineingebaut (Abb. 11). Dieser Kanal, der auf einem alten Bebauungsplan eingezeichnet ist, verlief seewärts entlang der Hofumfassungsmauer an der Hintergrenze von Münzgasse 4 und bog bei Münzgasse 2 unter dem ehemaligen Gebäude diagonal zur Straße hin ab. Der Kanalbau in Schnitt 3 und 4 könnte durch Entwässerungsprobleme des Grabens oder der Zone hinter Münzgasse 4 veranlasst worden sein, die durch die Aufplanierung des Geländes unter Münzgasse 2 entstanden waren. Der Bau des Kanals lässt sich nicht näher datieren. Die Baugrube wurde durch die Abfall- und Planierschichten hindurch bis zu den Schwemmschichten am Boden der Aufschüttungen ergraben. Nach Errichtung der parallelen Steinmauern ist ein Teil des Aushubs zwischen beide Mauern als Unterfütterung eines hölzernen Kanalbodens zurückgeschüttet worden (PFROMMERS Phase S10).<sup>57</sup> Die Abfallschichten zwischen beiden Kanalmauern enthielten somit umgelagertes Fundmaterial aus den vom Kanal durchschnittenen Planierschichten, anscheinend in etwa ähnlicher Folge wie in eben diesen.<sup>58</sup> Fundmünzen aus einer dieser Schichten könnten somit vielleicht einen Datierungshinweis für die Planierschichten mit ähnlichem Fundmaterial außerhalb des Kanals geben.<sup>59</sup>

Zusammenfassend kann in Schnitt 3 und 4 von einer anfänglichen Ablagerung primär und in stratigraphisch-chronologischer Folge deponierter Abfälle des Knochen verarbeitenden Handwerks ausgegangen werden. Anschließend folgte eine Aufschüttung in einem Zuge mit umgelagertem und vermishtem Abfall.

## 2.2 Die Materialgruppen

Die Tierknochenfragmente bilden sowohl von der Zahl als auch vom Volumen her die bei weitem umfangreichste Fundgruppe aus den Grabungen am Fischmarkt und der unteren Münzgasse. Neben Konsumabfällen aus Nahrungsresten enthalten sie Abfälle verschiedener handwerklicher Tätigkeiten. Die Trennung zwischen Konsum- und Handwerksabfällen sowie zwischen den verschiedenen handwerklichen Tätigkeiten ist zum Teil schwierig und bei einzelnen Knochen gar nicht möglich. Um die verschiedenen Tätigkeiten unterscheiden zu können, wurde auf Verarbeitungsspuren und auf zahlenmäßige Anomalien im Vorkommen bestimmter Fragmente geachtet. Für die Interpretation dieser Daten sind Modelle erforderlich, die die Vorgehensweise bei verschiedenen Tätigkeiten mitsamt dem dabei entstehenden Abfall erfassen. Für die Entwicklung dieser Modelle wurden teilweise dieselben von der Zahl her auffälligen Anomalien sowie die Verarbeitungsspuren an den Knochenfunden herangezogen. Außerdem wurden Erkenntnisse aus der Literatur sowie aus Vergleichen mit anderen Komplexen von Tierknochen gewonnen und durch die Erkenntnisse aus dem Nachvollziehen der Knochenverarbeitung im Experiment erweitert. Mithilfe dieser Methoden wurden die Tierknochen aus der Münzgasse auf Materialgruppen verteilt. Diese sind jedoch nicht ohne Weiteres mit den Abfällen der verschiedenen menschlichen Tätigkeiten gleichzusetzen. Sie

56 Vgl. u. a. eine Münze mit einer Schlagzeit von 1396–1420 in Bef. 835 und die Paternosterfunde (Kap. 2.3.2).

57 Schriftliche Mitteilung J. PFROMMER vom 18.11.2003; Bef. 752, 738, 750, 333, 518, 1004 und 1006.

58 Die untersten drei Schichten, Bef. 752, 750 und 738, die in JUNKEs' Fundmatrix zur keramischen Periode 3A gerechnet werden, könnten möglicherweise als Nutzungshorizont gedeutet werden. Die darüber liegende Schicht wird zur Periode 3B gerechnet (s. weiter Kap. 2.3.2).

59 Knochenleisten aus Bef. 333, in dem auch zwischen 1404–1419 bzw. 1423–1498 geschlagene Münzen gefunden wurden, zeigten sehr starke Übereinstimmungen mit Knochenleisten u. a. aus Bef. 472 (s. Kap. 2.3.2).

vermitteln vielmehr einen Eindruck der Größenordnungen der verschiedenen erkennbaren Abfallgruppen sowohl von der Zahl als auch vom Umfang her.<sup>60</sup>

Die Verteilung dieser Materialgruppen innerhalb der Stratigraphie wurde im Hinblick auf Unterschiede und Entwicklungen in deren Zusammensetzung analysiert sowie in Bezug auf die Konzentration und den Umfang der Abfälle aus der Bohrtechnik, die beides Gegenstand dieser Studie sind. Damit waren folgende Fragestellungen verbunden, die zum Teil erst im Zusammenhang mit weiteren Analysen beantwortet werden können:

- Gab es Änderungen oder Entwicklungen in der Technik, in den Rohmaterialien und im Produktionsumfang?
- Inwieweit stammen diese Abfälle von einer sich entwickelnden Werkstatt oder von mehreren Werkstätten, die entweder gleichzeitig oder in verschiedenen Zeitabschnitten tätig waren?
- Damit verbunden stellt sich die Frage, ob der Abfall primär, d. h. direkt von bestimmten Werkstätten aus deponiert wurde oder erst nach ein- oder mehrfacher Umlagerung aus verschiedenen Deponien, die über die Stadt verstreut waren, in der Münzgasse abgelagert wurde.

Dazu wurde die stratigraphische Verteilung der nachfolgenden Materialgruppen analysiert.

### 2.2.1 Unbearbeitete Tierknochen

Um die Konzentration der Abfälle aus der Bohrtechnik zu bestimmen, wurde versucht, den Knochenabfall unterschiedlicher Werkstätten von Schlacht- und Nahrungsresten zu trennen.

Als unverarbeitete Tierknochen gelten alle Fragmente, die weder von ihrer Zahl her auffallend überrepräsentiert sind noch Verarbeitungsspuren aufweisen, die auf handwerkliche Nutzung deuten. Außer den Abfällen vom Fleischkonsum aus Haushalten umfasst diese Materialgruppe wahrscheinlich trotzdem jene Handwerksabfälle, die weder durch Verarbeitungsspuren noch durch bemerkenswerte Stückzahlen auffallen. Dabei wäre an Abfälle aus der Verarbeitung von Rinderschulterblättern zu Knochenplättchen<sup>61</sup> und Splitter von denjenigen Rinder- und Pferdeknochen zu denken, welche nur vereinzelt zu Leisten oder Würfelstäben verarbeitet wurden oder einer handwerklichen Markgewinnung dienten.<sup>62</sup>

Mit zu dieser Materialgruppe gerechnet, aber separat registriert, wurden zwei gut erkennbare Typen von Knochenfragmenten, die sich nicht auf normalen Fleischkonsum zurückführen lassen. Möglicherweise können sie zum Abfall der Knochenverarbeitung gerechnet werden, doch lässt sich dies nicht nachweisen. Es betrifft ganze, nicht zerteilte Rindermetapodien (Mittelhand- und Fußknochen) und Rindermetapodien, die in der Mitte der Diaphyse mit einem oder mehreren Messer- oder Beilschlägen quer in zwei Hälften zerteilt wurden (s. Abb. 45).

Mit den Hornzapfen, dem Horizontalteil (*Ramus horizontalis*) des Unterkiefers und den Zehenknochen (Phalangen) gehören die Metapodien zu den fleischlosen Teilen der Rinder (s. weiter Kap. 3.1.5). Sie wurden beim Schlachten von den Teilen mit Fleisch getrennt. Auf Hornzapfen wird weiter unten eingegangen. Die anderen drei genannten Knochenarten, die nicht als Abfälle des Fleischkonsums zu deuten sind, eigneten sich in gleicher Weise wie verschiedene Knochen mit Muskelfleisch zum Suppenkochen, zur Markgewinnung und zur Verarbeitung von Knochen. Mark wurde sowohl für Nahrungszwecke als auch für verschiedene handwerkliche Tätigkeiten gewonnen. Zum Suppenkochen eigneten sich ganze, nicht zerschlagene Knochen wie die oben genannten ganzen Metapodien.<sup>63</sup> Zur Markgewinnung musste die Markhöhle offen gelegt werden. Für die Verarbei-

60 Berechnungsbasis der meisten Kategorien ist das Gewicht pro Fundnummer. Anhand stichprobenartiger Zählungen sind für jede Kategorie Mittelwerte des Gewichts pro Fragment berechnet, womit ein Eindruck der zahlenmäßigen Verhältnisse vermittelt werden kann.

61 ERATH 1996.

62 Außer bei Splintern von Radien (Speichen) und Tibien (Schienbeine) handelte es sich um äußerst geringe Mengen.

63 STOKES 2000.

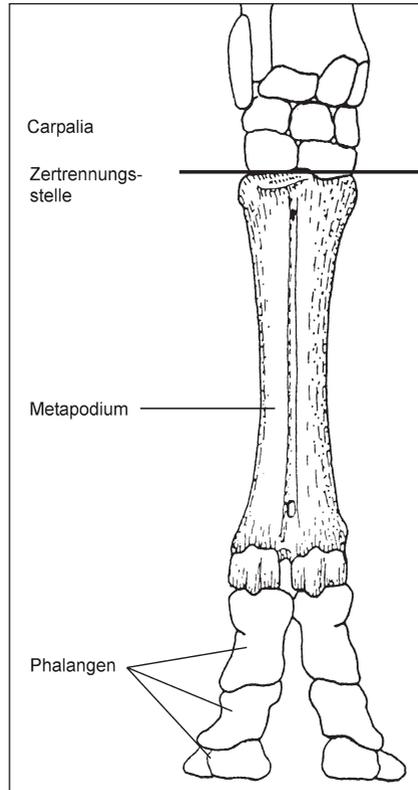


Abb. 12: Rinderfuß mit Bezeichnung der verschiedenen Skelettelemente und Zertrennungsstellen.

tung von Knochen war die zuvor genannte Querhalbierung von Rindermetapodien nicht sinnvoll. Sie diente deshalb vermutlich der Gewinnung von Mark.<sup>64</sup> Nachdem sie zum Suppenkochen bzw. der Markgewinnung gedient hatten, eigneten sich die ganzen oder halbierten Metapodien wohl auch noch zur Anfertigung von Bohrleisten. Durchbohrte Knochenleisten, die aus quer halbierten Rindermetapodien angefertigt wurden, können diese Vermutung stützen. Deshalb ist es möglich, dass die quer halbierten und ganzen Metapodien aus dem Fundmaterial nach der Markgewinnung bzw. Suppenherstellung als Rohmaterial beim Knochenverarbeiter landeten und aus irgendeinem Grund unbenutzt weggeworfen wurden. Sie können deshalb einen Hinweis darauf geben, wie mit den Rohmaterialien bei der Verarbeitung von Knochen umgegangen wurde.

Zehenknochen (Phalangen: s. Abb. 12) von Rindern wurden zusammen mit den Metapodien von denjenigen Karkassen, denen Fleisch anhaftete, abgetrennt. Zum Teil konnten dabei auch die Hand- und Fußgelenkknochen (Carpalia und Tarsalia) abgetrennt werden. An beiden Knochengruppen gab es jedoch weder auffallende Anomalien noch wurden sie in beachtlichen Mengen gefunden. Deshalb ist anzunehmen, dass Rindermetapodien, soweit sie in großen Mengen zur Knochenverarbeitung gesammelt wurden, in den meisten Fällen ohne Umweg und ohne anhaftende andere Skelettelemente in der Werkstatt landeten.<sup>65</sup> Die Hand-, Fußgelenk- und Zehenknochen, die in der Münzgasse geborgen wurden, können von gelegentlicher Hausschlachtung stammen, ähnlich wie

64 Im Gegensatz zu beispielsweise der Länge nach gespaltenen Metapodien folgt ihre stratigraphische Verteilung und Konzentration nicht derjenigen der Knochenverarbeitungsabfälle, sondern der der unverarbeiteten Tierknochen (s. Tab. 2). Aufgrund dieser Tatsache ist zu vermuten, dass die Längsspaltung der Metapodien, die sich so vielleicht sogar besser zur Markgewinnung eigneten, in den Knochen verarbeitenden Werkstätten geschah.

65 Vgl. PRILOFF 2000, 40.

die ganzen Metapodien. In Ausnahmefällen mögen sie auch aus den Knochenverarbeitungs- oder anderen Werkstätten wie z. B. Gerbereien hervorgegangen sein (s. Kap. 3.2.5). Ähnliche Überlegungen gelten für Fragmente der Vertikalteile und der Hinterecke des Rinderunterkiefers. Werden die Mindeststückzahlen mit denen der Horizontalteile des Unterkiefers verglichen, so ist anzunehmen, dass größere Mengen von Kieferhorizontalteilen ohne Vertikalteile in den Werkstätten zur Knochenverarbeitung landeten. In verschiedenen Fundkomplexen mit viel Abfall von der Knochenverarbeitung von Rinderunterkiefen fällt eine verhältnismäßig große Menge an Oberkieferstücken von Rindern auf.<sup>66</sup> Obwohl die Mindeststückzahlen der Oberkiefer deutlich größer sind als die der meisten anderen Teile mit Fleisch, steht dieser Unterschied in keinem Vergleich zu den Zahlen der Horizontalteile der Unterkiefer. Deshalb werden diese erhöhten Oberkieferorkommen weder als Abfall von der Knochenverarbeitung eingestuft, noch wird eine direkte Beziehung zum Unterkieferabfall hergestellt.

Gelegentlich auftretende größere Mengen von Hinterschädeln, von denen die Hornzapfen entfernt wurden, wurden ebenso der Materialgruppe der unverarbeiteten Tierknochen zugeordnet, obwohl es wahrscheinlich ist, dass sie von Gerber- oder Hornverarbeitungswerkstätten weggeworfen worden sind.

## 2.2.2 Hornzapfen

Größere Mengen von Hornzapfen von Rindern, Schafen und Ziegen verschiedener Befunde aus der Münzgassengrabung sind als Abfälle von Gerbereien und/oder der Verarbeitung von Horn anzusehen. Obwohl diese keine Abfälle aus der Verarbeitung von Knochen sind, wurden sie von den unverarbeiteten Tierknochen getrennt. Sie würden sonst die Gruppe des unverarbeiteten Materials durch ihre beachtliche Menge und ihren Umfang sowie ihr Gewicht stark verfälschen.<sup>67</sup>

In dieser Materialgruppe befinden sich hauptsächlich Hornzapfen, die noch an Hinterschädeln hängen. Daneben fanden sich vereinzelt abgesägte oder zersägte Hornzapfen. Die Hörner wurden beim Schlachten am Fell gelassen, wenn die Tiere enthäutet wurden. Sie landeten mit dem Fell in der Gerberei.<sup>68</sup> Dort konnten sie über die Qualität des anhängenden Felles Auskunft geben. Anschließend wurden die Hörner entweder vom Zapfen gelöst oder mit den Zapfen vom Schädelrest abgesägt.<sup>69</sup> Archäologische Funde belegen, dass das Abtrennen des Horns vom Hornzapfen bereits in der Gerberei oder auch bei den Werkstätten stattfinden konnte, die das Horn verarbeiteten. Anhäufungen von Hornzapfen mit anhängenden Resten des abgeschlagenen Hinterschädels, die sich im Fundmaterial aus der Konstanzer Münzgasse befinden, können deshalb auf Abfälle von Gerbereien oder Horn verarbeitenden Werkstätten hinweisen.

Teilweise wurde das Horn während der Verarbeitung am Zapfen gelassen. Diese Vermutung stützt nicht nur eine ethnographische Beobachtung aus dem nahe gelegenen Kanton Sankt Gallen,<sup>70</sup> sie wird auch durch vereinzelt vorkommende Hornzapfen gestützt, die zweiseitig quer an- oder abgesägt und/oder in der Längsrichtung an- oder aufgesägt worden sind. Diese und weitere Hornzapfenfragmente mit Sägespuren sind als Abfälle der Hornverarbeitung zu deuten. Die Hornzapfenreste wurden als Werkstattabfälle größeren Umfangs von den unbearbeiteten Tierknochen getrennt.

66 u. a. in Bef. 328, 333, 368, 758, 783–785, 788–790, 835–837, 850, 850a (nahezu alle Planierschichten nach dem Kanalbau in Schnitt 3 und 4).

67 In der zahlenmäßigen Auswertung wurden sie nicht mitgerechnet, weder als unbearbeitete Tierknochen noch als Verarbeitungsabfall. Eine genauere Untersuchung der insgesamt 3747 Hornzapfen, die bereits nach Tierarten sortiert wurden, würde interessante Vergleiche mit der Auswertung der Lederverarbeitungsabfälle ermöglichen (SCHNACK 1994).

68 ERATH 1996; ARMITAGE 1990; VAN WIJNGAARDEN-BAKKER/MALIEPAARD 1992; SERJEANTSON 1989 (s. weiter Kap. 3.1.5.4).

69 Zur oben kurz beschriebenen Hornengewinnung s. ausführlicher v. a. ERATH 1996.

70 SCHMID 1969, wiedergegeben bei ERATH 1996.

Da Horn im Boden sehr schnell zerfällt, gab es keine entsprechenden mittelalterlichen Funde in der Münzgasse. Aus diesem Grunde bleibt ungeklärt, ob Hornplatten zum Herausbohren von Perlen und Ringen benutzt wurden. Bei Experimenten erwies sich, dass Horn dazu relativ schlecht geeignet ist. Da gedrechselte Hornperlen unter neuzeitlichen Beispielen eine Rarität sind und außerhalb des Bodens konservierte Ringe und Perlen aus Horn im Vergleich zu Perlen aus anderen Materialien sehr selten vorkommen, ist wahrscheinlich, dass Horn nur ausnahmsweise zum Herausbohren von Perlen benutzt wurde.<sup>71</sup>

### 2.2.3 Durchbohrte Knochenleisten und -scheiben (Abb. 1)

Die durchbohrten Knochenleisten und -scheiben gehören ausnahmslos zum Abfall der untersuchten Bohrtechnik und sind als Leitfossil zu betrachten. In dieser Materialgruppe befinden sich auch Leisten und Scheibenfragmente mit Resten unvollständig herausgebohrter Gegenstände. Eine nähere Analyse der Leisten und Scheiben mit und ohne Reste erfolgt in Kap. 3.3 und 3.4.

Bei einer beschränkten Zahl von Befunden wurde nicht nur die Gesamtmenge an Bohrleisten registriert, sondern zusätzlich das Vorkommen verschiedener Typen von Bohrleisten inventarisiert. Wenn auch diese Daten nicht vollständig und noch ungenau sind, kann die Analyse der Verteilung der verschiedenen Typen von Bohrleisten innerhalb der Stratigraphie Hinweise zur Änderung in der Technik und zu den Rohmaterialien und Produkten geben.

Dabei werden unterschieden:

- quer aus dem Knochenschaft gesägte Scheiben;
- Leisten aus Rinderunterkiefern (Horizontal- und Vertikalteil);
- Leisten, aus denen wahrscheinlich Ringe gebohrt wurden;
- Leisten, aus denen wahrscheinlich kleine Perlen gebohrt wurden;
- Leisten, aus denen wahrscheinlich große Perlen gebohrt wurden.

### 2.2.4 Metapodienenden

Diese Materialgruppe beinhaltet Abfall verschiedener Techniken der Knochenverarbeitung: der Anfertigung von Bohrleisten und -scheiben, der Würfelanfertigung und dem Drechseln von Knochen. Nur ein recht geringer Teil dieses Abfalls kann eindeutig einer Technik zugewiesen werden. Soweit sich der unterschiedliche Rohmaterialverbrauch der verschiedenen Techniken rekonstruieren lässt, ist jedoch anzunehmen, dass mehr als 90% dieser Materialgruppe zur Anfertigung von Bohrleisten und -scheiben dienten. Diese Materialgruppe kann deshalb Hinweise auf Auswahl und Verarbeitungsweise von Metapodien durch die Knochen bohrenden Handwerker geben. So ist es möglich, das Verhältnis zwischen den Abfällen aus der Anfertigung von Bohrleisten und den Abfällen aus der Anfertigung von Bohrscheiben festzustellen, indem zwischen abgeschlagenen und abgesägten Enden unterschieden wird.

#### A. Abgeschlagene distale Metapodienenden (Abb. 13)

Diese Materialgruppe umfasst alle distalen Enden von Rinder- und Pferdemetapodien, die nachweislich oder vermutlich mit höchstens einem Drittel der Diaphysen- oder Schaftlänge abgeschlagen wurden.<sup>72</sup> Mehr als 99,5% dieser Enden stammen von Rindermetapodien (Tab. 1). Sie sind hauptsächlich als Abfälle sowohl der Anfertigung von Bohrleisten als auch der Würfelanfertigung zu betrachten. Soweit sich dabei der Metapodienverbrauch rekonstruieren lässt, entfallen auf den Ver-

71 RITZ 1975 bzw. Kap. 4.5.2.

72 Fragmente, die weniger als 20% der distalen Endfläche darstellen, wurden als Metapodiensplitter eingeordnet.



Abb. 13: Ein Teil der beinahe 25 000 abgeschlagenen distalen Enden von Rindmetapodien, M ca. 1 : 3.



Abb. 14: Abgesägte Distal- und Proximalenden der Metapodien von Rind und Pferd.

brauch für die Würfelanfertigung schätzungsweise kaum 5% dieser Enden, die damit im Vergleich zum Anteil der Anfertigung von Bohrleisten kaum ins Gewicht fallen.<sup>73</sup>

Distale Schaftteile, die abgeschlagen und zusätzlich abgesägt wurden, sind ein Zeichen dafür, dass manche abgeschlagene Enden zur Anfertigung von Bohrscheiben oder zum Drechseln von Knochen gedient haben können. Von Pferdemetapodien gibt es keine solchen Schaftstücke. Auch fehlen jegliche Hinweise, dass Pferdemetapodien zur Würfelanfertigung benutzt wurden. Die vereinzelt vorkommenden abgeschlagenen Distalenden von Pferdemetapodien sind darum als Abfälle aus der Anfertigung von Bohrleisten anzusehen.

#### B. Abgesägte Metapodienenden (Abb. 14)

Diese Materialgruppe umfasst die abgesägten proximalen sowie distalen Metapodienenden von Rindern und Pferden mit höchstens einem Drittel der Schaftlänge. Während die Menge der Pferdeteile

<sup>73</sup> Zur Anfertigung der gezählten 715 Würfelstäbe und -stabenden sowie der 676 Würfel(-Rohlinge) reichten 200 Rindermetapodien aus, während zur Anfertigung von 70% der gefundenen durchbohrten Leisten mindestens 6500 Metapodien benötigt wurden.



Abb. 15 (links): Fragmente und Splitter, hauptsächlich von Rindermetapodien. Abfälle der Knochenverarbeitung, M ca. 1:2. – Abb. 16 (rechts): Proximalenden der Rindermetapodien. Abfälle vom Längsspalten des Knochenchaftes zur Herstellung von Bohrleisten und Würfelstäben.

im Vergleich zu den Rinderteilen verschwindend gering ist, sind proximale und distale Endstücke mengenmäßig vergleichbar.

Aus dem gesamten Knochenmaterial aus der Münzgasse lassen sich nur etwa 30 bis 50 Abfallstücke unterschiedlicher Materialgruppen eindeutig als Abfall vom Drechseln einordnen. Damit wird deutlich, dass ihr Anteil unter den abgesägten Metapodienenden sehr gering sein muss.<sup>74</sup> Die abgesägten Metapodienenden stellen deshalb v. a. das Material für die Anfertigung von Bohrscheiben dar.

### 2.2.5 Metapodiensplitter

In vielen Befunden fällt eine erhebliche Zahl meist kleiner Fragmente und Splitter von Rinder- und Pferdemetapodien auf, die zum Teil durch Verarbeitungsspuren oder durch ihre Form zeigen oder vermuten lassen, dass sie der Verarbeitung von Knochen entstammen (Abb. 15). Darunter befinden sich Hobel- oder Ziehmesserspäne, lange, schmale Fragmente von längs gespaltenen Metapodien, Spaltsplitter und viele Fragmente längs gespaltenen Proximalenden mit Schnittspuren und/oder Spaltbruchflächen.<sup>75</sup> Unter ihnen fallen viele Proximalenden von Rindermetapodien auf, von denen Lateral- und Medialseiten bis nah an das Ende abgespalten wurden (Abb. 16).

Auch dann, wenn möglicherweise Einzelstücke dabei sind, die von Metapodien stammen, die nicht zur Verarbeitung von Knochen dienten, ist der Großteil dieser Fragmente als Abfall aus der Verarbeitung von Knochen anzusehen. Dabei wäre an die Anfertigung von Bohrleisten zu denken, an die Herstellung von Würfeln und zum Teil auch an das Drechseln von Knochen. Die Anfertigung von Bohrleisten steht auch hier mengenmäßig im Vordergrund.

74 Wären ähnlich viele Metapodien für das Drechseln von Knochen verwendet worden, entfielen darauf höchstens 2,5% der gefundenen, abgesägten Enden.

75 Fragmente mit Sägespuren, nicht durchbohrte Scheiben und Leisten, die teils beidseitig abgeflacht sind, wurden nicht mitgerechnet. Größere Schaftfragmente ohne Verarbeitungsspuren und ungespaltene Proximalenden mit mehr als 15% der Diaphyse zählen zu den „unverarbeiteten Tierknochen“, es sei denn, es gab einen Anlass dazu, sie als Verarbeitungsabfall einzuordnen. Metapodiensplitter, von denen nicht festgestellt werden konnte, ob sie Verarbeitungsabfall oder unverarbeitet sind, wurden nur dann den unverarbeiteten Tierknochen zugeordnet, wenn sie innerhalb der Mengen blieben, die vom normalen Schlacht- oder Konsumabfall zu erwarten sind.

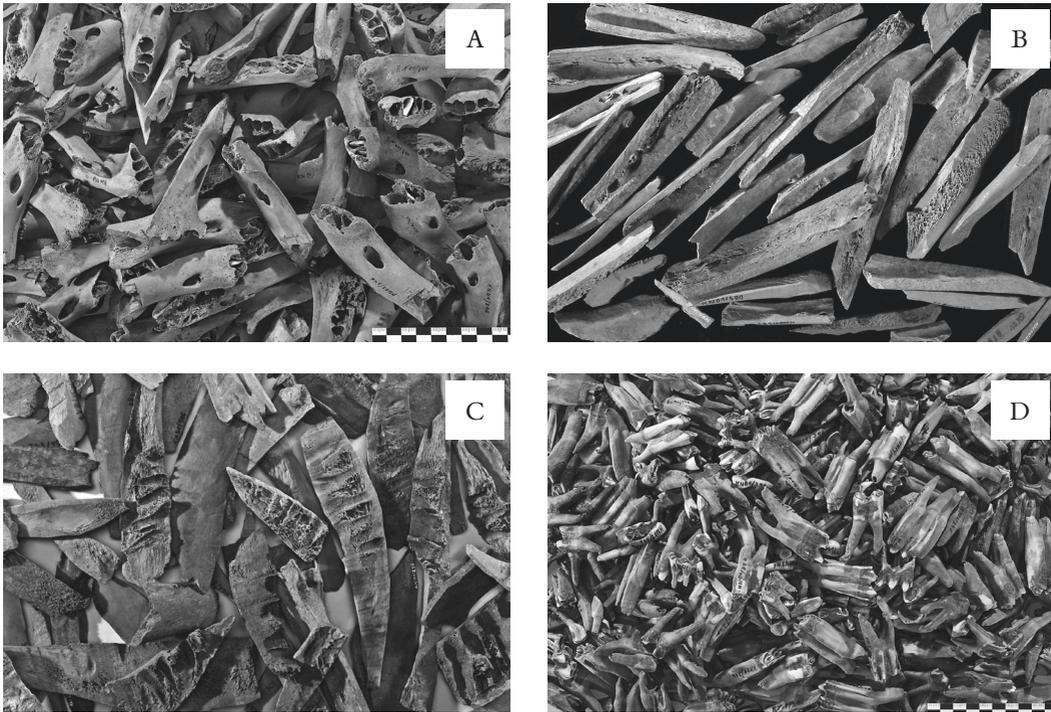


Abb. 17: Gruppen von Fragmenten des Horizontalteils des Rinderunterkiefers, zu deuten als Abfälle der Knochenverarbeitung. A Abgeschlagene Vorderspitzen; B Fragmente des Unterrandes mit Spuren horizontaler Abtrennung; C Backenwandfragmente; D lose Backenzähne.

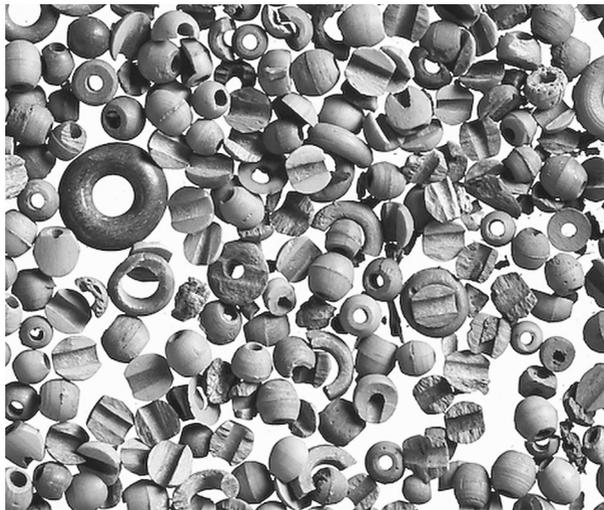


Abb. 18: Eine Handvoll aus Tausenden von losen ausgebohrten Gegenständen, M ca. 1 : 1,5 (Bef. 609, Fundnr. 572).

### 2.2.6 Unterkieferfragmente (Abb. 17)

Als Abfälle aus der Anfertigung von Knochenleisten sind vier Gruppen von Fragmenten vom Horizontalteil (*Ramus horizontalis*) des Rinderunterkiefers anzusehen, die bereits in Kap. 1.1 vorgestellt wurden:

- abgeschlagene Vorderspitzen (Abb. 17A);
- Unterrandfragmente mit Spuren horizontaler Abtrennung sowie Splitter, die möglicherweise damit in Zusammenhang stehen (Abb. 17B);
- Fragmente der Knochenwände neben den Zahnwurzeln der Hinterzähne, soweit es Anlass gibt, sie (möglicherweise) dem Abfall der Knochenverarbeitung zuzuordnen (Abb. 17C);
- lose Zähne des Unterkiefers, soweit sie zahlenmäßig auffallen oder zusammen mit Fragmenten aus den übrigen Gruppen gefunden wurden (Abb. 17D).

### 2.2.7 Lose Produkte der Bohrtechnik (Abb. 18)

Für eine beschränkte Zahl von Befunden wurde – ähnlich wie bei den Leistentypen – das Vorkommen verschiedener Typen loser Produkte aufgenommen. Die benutzten Daten sind nicht vollständig, können aber dennoch eine Ergänzung zu den ebenfalls unvollständigen Daten der Leistentypen darstellen.

### 2.2.8 Würfelproduktionsabfälle

Die Verteilung von Abfällen der Würfelproduktion (Knochenwürfel und Würfelrohlinge sowie Würfelstäbe und -stabsenden) innerhalb der Stratigraphie wird aus zwei Gründen in die Betrachtung einbezogen: einerseits, um den Anteil der Abfälle der Würfelproduktion in den Abfallgruppen, die sie gemeinsam mit der Knochenbohrtechnik hat, einschätzen zu können, andererseits, um die Beziehungen zwischen beiden Handwerkszweigen zu untersuchen.<sup>76</sup> Würfelabfälle von im Allgemeinen geringfügiger Größe (unter 0,5 bis 1 cm bei Würfelrohlingen und Enden von Würfelstäben) verstärken den Verdacht, dass sie möglicherweise nach der Deponierung durch den Einfluss von Bodentieren oder durch Schwemmbewegungen abgesenkt wurden oder untergingen.

### 2.2.9 Holzperlenproduktionsabfälle

Bei der Verteilung der Holzperlen und durchbohrten Holzleisten innerhalb der Stratigraphie stellt sich die Frage, ob die Handwerker dieselbe Bohrtechnik für Knochen und Holz benutzten und ob die Arbeiten in denselben Werkstätten stattfanden.<sup>77</sup>

Die übrigen Materialgruppen aus der Verarbeitung von Knochen sind von zu geringer Zahl, als dass sie in ihrer Verteilung innerhalb der Stratigraphie aussagekräftig wären.

## 2.3 Die Verteilung der Materialgruppen innerhalb der Stratigraphie

### 2.3.1 Das vorläufige Modell

Anhand der Verteilung der Materialgruppen über die von JUNKES präsentierte Fundmatrix hinweg werden drei zeitlich aufeinander folgende Phasen im Abfall der Knochenbohrtechnik unterschieden. Dieses Modell bildet die Basis der Materialauswahl und der weiteren Auswertung. Nachträglich

<sup>76</sup> Aus letztem Grund wurde das Verhältnis der Würfelabfälle zu den Abfällen vom Knochenbohren berechnet, indem die Fragmentzahl der Würfelabfälle durch das Kilogrammgewicht der ausgebohrten Leisten geteilt wurde.

<sup>77</sup> Die Frage kann nur teilweise beantwortet werden, da keine Messdaten von der Anfertigung von Holzperlen zur Verfügung stehen, die sich mit den Abfällen vom Knochenbohren vergleichen ließen.

Produktionsphase	Verarb. Abfall		MP längs gespalten		MP quer halbiert		unb. Kn.	MP längs gespalten		MP quer halbiert	
	kg	Qu. <sup>1</sup>	Zahl	Qu. <sup>1</sup>	Zahl	Qu. <sup>1</sup>		kg	Zahl	Qu. <sup>2</sup>	Zahl
<b>1 (Q5-Q8)</b>	<b>42,2</b>	<b>4,7</b>	<b>2</b>	<b>4,7</b>	<b>2</b>	<b>4,7</b>	<b>69,4</b>	<b>2</b>	<b>2,9</b>	<b>2</b>	<b>2,9</b>
1/2 (Schemmschicht 195b)	8,6	34,8	3	34,8	1	11,6	27,5	3	10,9	1	3,6
2A (Q11-Q15)	640,6	15,8	101	15,8	17	2,7	438,6	101	23,0	17	3,9
2B	120,2	4,2	5	4,2	0	0,0	89,3	5	5,6	0	0,0
2 primär gelagert (2A/2B)	760,8	13,9	106	13,9	17	2,2	527,9	106	20,1	17	3,2
2A umgelagert (Mikwenbau)	130,2	16,9	22	16,9	3	2,3	130,2	22	16,9	3	2,3
2 inkl. umgelagert <sup>3</sup>	899,4	14,6	131	14,6	21	2,3	685,6	131	19,1	21	3,1
Übergang 2-3	15,8	6,3	1	6,3	0	0,0	46,5	1	2,2	0	0,0
3.I	47,0	14,9	7	14,9	6	12,8	25,1	7	27,9	6	23,9
3.II	10,9	0,0	0	0,0	1	9,2	17,7	0	0,0	1	5,6
3.III	199,2	11,5	23	11,5	6	3,0	190,9	23	12,0	6	3,1
3.IV	468,3	11,5	54	11,5	3	0,6	340	54	15,9	3	0,9
3 primär (I-II) inkl. Übergang	73,8	10,8	8	10,8	7	9,5	89,4	8	8,9	7	7,8
<b>3.I-IV inkl. Übergang</b>	<b>741,3</b>	<b>11,5</b>	<b>85</b>	<b>11,5</b>	<b>10</b>	<b>1,3</b>	<b>620,2</b>	<b>85</b>	<b>13,7</b>	<b>10</b>	<b>1,6</b>
total Phase 1-3 <sup>4</sup>	1702,6	12,9	219	12,9	33	1,9	1461,9	219	15,0	33	2,3
total Ausgrabung	2084,6	12,4	259	12,4	82	3,9	2195,3	259	11,8	82	3,7

1 Anteil am Totalgewicht des Verarbeitungsabfalls der betreffenden Schichten, wenn dieses = 100

2 Anteil am Totalgewicht der unbearbeiteten Tierknochen der betreffenden Schichten, wenn dieses = 100

3 inkl. Schwemmschicht 195b (Ablagerungsphase Q3-Q10)

4 inkl. Q9, Schwemmschicht 195b und Mikwenbau

Tab. 2: Konzentration der längs und quer halbierten Metapodien im Verarbeitungs- und Konsumabfall (MP = Metapodien; unb. Kn. = unbestimmte Knochen; Qu. = Quotient).

gaben stratigraphische Daten der Knochenleistenfunde aus anderen Schichten als Q1–Q5 und S3–S4 Anlass, eine vierte Phase zu definieren, die zeitlich vor den anderen liegt. Im Folgenden werden die Eigenschaften des Abfalls der vier Phasen dargestellt. Mithilfe der nachträglich verfügbar gewordenen Daten der stratigraphischen Analyse PFROMMERS wird das Modell in Kap. 2.3.2 geprüft und Näheres zur Datierung und zum Vorgang der Ablagerung rekonstruiert.

### 2.3.1.1 Phase 0

Zu dieser Phase wurden etwa 30 durchbohrte Leistenfragmente gerechnet, die vereinzelt in diversen Grabungsschichten sowohl innerhalb wie außerhalb der Umfassungsmauer des Klosterhofes gefunden wurden, hauptsächlich in stratigraphisch sehr frühen Befunden (Abb. 82). Ihr Kennzeichen ist eine stark konisch zulaufende Bohrlochwand (Abb. 37, Nr. 1 und 3), deren Höhe bedeutend kleiner ist als der Durchmesser des Bohrlochs. Bei den größeren Bohrlochdurchmessern (ca. 22 und 25,5 mm) verläuft die Bohrlochwand von zwei Seiten konisch aufeinander zu und endet auf halber Höhe des Bohrlochs in einer Spitze oder Rille (Abb. 37, Nr. 1 und 3). Der Rest eines Rings mit Wulst mit rundem Schnitt bei einem der Fragmente deutet an, was für ein Gegenstand aus diesen Leisten herausgebohrt wurde.

Bei den kleineren Bohrlochdurchmessern (ca. 10,5 bis 17,5 mm) läuft die Bohrlochwand von der einen Seite bis (fast) zur anderen Seite konisch zu (vgl. Abb. 70A). Die Bohrlöcher enthielten keine Gegenstände. Weil die Gegenstände von einer Leisten­seite aus herausgebohrt wurden, können Perlen und Ringe mit rundem oder ovalem Wulstschnitt ausgeschlossen werden. Vielmehr weist dies auf Zylinder, Knöpfe, Spielsteine oder sonstige zentral durchbohrte Knochenscheibchen hin, welche Funktion sie auch immer gehabt haben mögen (s. Kap. 3.3.2.3 und 5).

Die Leisten sind mehrheitlich aus unterschiedlichen Langknochen von Pferden und Rindern angefertigt worden, ohne Sägespuren zu hinterlassen. Unter ihnen fanden sich viele Pferde­knochen (Tibien und Metapodien). Weniger als die Hälfte der Leistenfragmente wurde möglicherweise oder tatsächlich aus Rindermetapodien hergestellt. Auch aus einem Rinderunterkiefer ist ein Fragment angefertigt worden.

### 2.3.1.2 Phase 1

Der Phase 1 sind mehr als 1100 Knochenleistenfragmente mit einem Gesamtgewicht von 2,5 kg zuzuordnen (Abb. 84). Wenn diese Menge auch umfangreicher ist als die der Phase 0, ist sie dennoch verschwindend gering im Vergleich zu den beiden späteren Phasen. Das Gewicht der Knochenleisten beträgt in den betreffenden Fundkomplexen meist nur 1 bis 3% der unverarbeiteten Tierknochen. Wie bei den Leisten der Phase 0 ist die Höhe der Bohrlochwand bedeutend kleiner als der Bohrlochdurchmesser. In allen Fällen verschmälert sich das Loch von zwei Seiten bis auf die halbe Höhe des Bohrloches, jedoch mit nur leicht konischer und oft auch gebogener Lochwand. Nahe der Leistenoberfläche ist es eher vertikal und dabei rechtwinklig zur Leistenoberfläche, um auf halber Höhe konisch in einer hervorstechenden spitzen Rippe zu enden (Abb. 37, Nr. 4). Bei den Gegenständen, die innerhalb der Leisten gefunden werden, handelt es sich ausschließlich um Ringe mit rundem Wulstschnitt, von Sonderfällen abgesehen. Oft sind in einem Bohrloch zwei Ringe in konzentrischer Stellung zueinander zu sehen (Abb. 72B). Die Mehrheit der Leistenfragmente wurde aus Rindermetapodien angefertigt, eine Minderheit aus Rinderunterkiefen oder aus unterschiedlichen anderen Skelettelementen, v. a. von Rindern und Pferden. Die Auswahl der Skelettelemente erfolgte offenbar weder systematisch noch zielgerichtet. Es fallen Knochen oder Knochenteile auf, die scheinbar weniger zum Herausbohren von Ringen geeignet sind. So wurden neben Horizontal- auch Vertikalteile des Rinderunterkiefers benutzt (Abb. 86C) und vereinzelt andere Plattknochen vom Rind sowie ein Schweineknochen (s. Kap. 3.4).

Außer durchbohrten Leisten wurden in denselben Befunden abgeschlagene Metapodienenden und Abfälle aus der Verarbeitung von Rinderunterkiefen gefunden.

### 2.3.1.3 Phase 2

Die Mehrzahl der durchbohrten Knochenleisten ist der Phase 2 zuzuordnen (Abb. 1). Viele hundert Kilogramm an Leistenfragmenten wurden in meist hoher Konzentration geborgen. Die meisten Leisten zeigen kleine Bohrlöcher, die oft in zwei oder drei Reihen nebeneinander angeordnet sind mit einem Durchmesser (meist 5 bis 6 mm) und einer Höhe der Bohrlochwand in etwa der gleichen Größe. In diesen kleinen Bohrlöchern stecken kleine, runde Perlen. Darüber hinaus finden sich vereinzelt größere Bohrlöcher (bis etwa 14 mm Durchmesser) mit einer Lochwand in etwa der gleichen Größe und in diesen größere, runde Perlen. Ringe mit rundem Wulstschnitt befinden sich in Leisten, die ebenfalls nur spärlich vorkommen und etwa gleich große Bohrlöcher aufweisen, aber mit einer geringeren Höhe. Die Lochwand ist in allen Fällen vertikal, d. h. zylindrisch und von zwei Seiten aus gebohrt worden (Abb. 37, Nr. 5).

Die meisten Leisten wurden aus Rindermetapodien angefertigt. Daneben wurden einige andere, gut geeignete Röhrenknochen von Rindern und Pferden benutzt: Radien (Speichen), Tibien (Schienbeinknochen) und Pferdemetapodien. Unterkiefer und andere Plattknochen kamen kaum zum Einsatz. Neben Leisten sind quer aus dem Knochenschaft gesägte und durchbohrte Scheiben für die Abfälle der Phase 2 kennzeichnend. Ähnlich wie bei der Hauptmenge der Leisten sind die Bohrlöcher in ihnen relativ klein, und oft ist der Durchmesser kleiner als die Lochwandhöhe. Sie weisen längliche Perlen auf, deren Durchmesser meist kleiner als die Höhe ist.

In denselben Befunden gibt es außer Leisten und Scheiben große Mengen an abgeschlagenen, aber auch an abgesägten Metapodienenden. Auffallende Abfälle der Unterkieferverarbeitung fehlen jedoch in den meisten Befunden.

### 2.3.1.4 Phase 3

Obwohl der Phase 3 weniger durchbohrte Knochenleisten zugeordnet werden können als der Phase 2, ist ihre Menge mit über 100 kg immer noch beachtlich und eher mit der Phase 2 als mit den Phasen 0 oder 1 zu vergleichen. Ähnlich wie in Phase 2 weist eine geringfügige Mehrheit der Leisten der Phase 3 kleine Bohrlöcher mit Perlen im Inneren und mit Wandhöhen auf, die nahezu dem Durchmesser entsprechen (Abb. 100). Die Größe der Löcher scheint im Vergleich zu denen der Phase 2 im Durchschnitt etwas zugenommen zu haben. Ähnlich wie in Phase 2 gibt es Bohrlöcher von oder mit größeren Perlen, desgleichen Ringe mit rundem Wulstschnitt. Durchbohrte Knochenschaftscheiben fehlen. Neu dagegen sind flache Ringe mit flachem, breitem Wulst, die auch als runde Knochen-scheiben mit einem breiten Mittelloch beschrieben werden können. Sie werden in großen Bohrlöchern mit relativ dünner Knochenwand in Leisten beobachtet, die häufig aus Rinderunterkiefern hergestellt wurden. Anders als in Phase 1 wurde nicht der ganze Kiefer benutzt, sondern nur die flachen Teile neben den Backenzahnwurzeln. Dazu wurden die Horizontalteile (*Ramus horizontalis*) des Kiefers nach einem festen Muster zerlegt. Abfälle von tausenden von Zähnen, abgeschlagenen Vorderspitzen und anderen Kieferteilen bestätigen diese Art der Zerlegung.

Auch abgeschlagene Metapodienenden und -fragmente wurden in großen Mengen in denselben Befunden angetroffen. Abgesägte Metapodienenden dagegen fehlen mit Ausnahme vereinzelter Irrläufer. Außer flachen Ringen gibt es noch verschiedene andere neue Produktformen wie beispielsweise Zylinder, sowohl lose als auch in Leisten. Wie in Phase 2 wurden (nahezu) alle Gegenstände von zwei Seiten mit einer zylindrischen Lochwand herausgebohrt (Abb. 37, Nr. 5).

## 2.3.2 Prüfung des Modells an den neuen stratigraphischen Daten

### 2.3.2.1 Phase 0 (etwa 1250–1313)

Einige der durchbohrten Leisten aus Produktionsphase 0 wurden in verschiedenen Befunden angetroffen, die während des Baus der Umfassungsmauer entstanden sind und verfüllt wurden.<sup>78</sup> Sie deuten darauf hin, dass der Beginn dieser Produktion spätestens 1272 zu datieren ist. Wahrscheinlich liegt der Beginn jedoch früher, im dritten Viertel des 13. Jahrhunderts.<sup>79</sup> Relativ viele Leisten dieser Phase (13 Fragmente) stammen aus Befunden außerhalb der Umfassungsmauer. Sie sind dem Zeitraum zwischen dem Bau dieser Mauer (1271/72) und dem Bau des Steinhauses, der so genannten „Herberge“ an der Spitze des Hofgeländes zuzuordnen (1312/13).<sup>80</sup> Aus denselben Befunden stammen einige distale Metapodienenden von Rindern und Pferden. Diese Enden zeigen Spuren einer Art der Entfernung, die für die Produktionsphase 1 typisch ist (s. Kap. 3.2). Da Leisten der Phase 1 und von späteren Phasen in den betreffenden Befunden fehlen, sollten diese Metapodienenden wohl besser zur Phase 0 gerechnet werden. Außerdem ist bemerkenswert, dass eines von den vier Enden dieser Gruppe von einem Pferdemetapodium stammt. Wenn man bedenkt, dass von den insgesamt 13 Leistenfragmenten aus Phase 0 aus denselben Befunden mindestens ein ähnlicher Anteil aus Pferdeknöcheln angefertigt wurde, dann ist zu vermuten, dass die Metapodienenden aus derselben Produktion stammen.

Allerdings deuten drei Knochenscheiben, die quer aus dem Schaft eines Röhrenknochens gesägt wurden, nachdem dieser an der Außenseite rund geschabt worden war, darauf hin, dass Pferde- oder Rindermetapodien in demselben Zeitabschnitt auch für andere Techniken der Knochenverarbeitung wie z. B. für Arbeiten an der Drehbank benutzt wurden.

Ebenfalls außerhalb der Umfassungsmauer wurden weitere neun Leistenfragmente der Produktionsphase 0 in Bef. 195a im Grabungsblock Q1–Q5 gefunden. Es handelt sich um eine Schicht, deren stratigraphischer Bezug zum genau datierten Bau der Umfassungsmauer nicht festgestellt werden kann. Die Keramikfunde aus dieser Schicht datieren überwiegend um 1300.<sup>81</sup> Da die Leisten der Phase 0 in diesem Befund mit Leisten aus jüngeren Phasen vermischt sind, können Metapodienenden aus Bef. 195a mit ähnlichen Abtrennungsspuren wie in den zuvor genannten Befunden nicht mit Sicherheit der Phase 0 zugeordnet werden.<sup>82</sup> Dasselbe gilt für ein herausgebohrtes Scheibchen mit einem Loch, dessen eine Seite ‚geprägt‘ ist (Abb. 68 Nr. 28). Seine Funktion ist ungeklärt (s. weiter Kap. 3.3.2 unter 5). Allerdings könnte dieses Scheibchen seinen Maßen nach gut mit den von einer Seite aus gebohrten Löchern mit einem kleineren Durchmesser in Zusammenhang gebracht werden, die in die Phase 0 eingeordnet wurden.

78 Schnitt 10, Bef. 1529 (ein Bauhorizont zum Bau der Umfassungsmauer) und 1640a (die Verfüllung der Baugrube). In der Baugrubenverfüllung in Schnitt 5 (Bef. 989) wurde ebenfalls eine durchbohrte Knochenleiste gefunden. Diese stand jedoch nicht für eine nähere Charakterisierung zur Verfügung. Da Stücke anderer Phasen in den frühesten Befunden fehlten, ist anzunehmen, dass auch die Leiste aus Bef. 989 der Phase 0 zuzuordnen ist.

79 Aus zwei Befunden, die vor dem Bau der Umfassungsmauer datieren, sind durchbohrte Leisten bekannt, die nicht für eine nähere Charakterisierung zur Verfügung standen: Bef. 2393 in Schnitt 13 (ein erster Verlandungshorizont) und Bef. 1045 (eine Pfostenlochverfüllung, etwa um die Mitte des 13. Jahrhunderts zu datieren). Aus dem letzten Befund stammt auch ein abgeschlagenes distales Metapodienende.

80 In Schnitt 7, Bef. 1528 (eine Schwemmschicht außerhalb der Umfassungsmauer), in Fischmarktschnitt 2, Bef. 95 (ein Schichtenpaket außerhalb dieser Mauer) und Bef. 94 (Verfüllung der Baugrube des Steinbaus der „Herberge“). Aus Bef. 1093 (datiert in die Bauzeit der „Herberge“) stammt ein abgeschlagenes Metapodienende.

81 Keramikdatierung nach JUNKES 1991 (Periode 1). Aus stratigraphischer Sicht passt der Bef. 195a (nach PFROMMER i. V.) als Teil der Ablagerungsphase Q3 gut zu den übrigen Befunden mit Abfällen, die der Phase 0 zugeordnet wurden. Diese Schicht deckte den ältesten Erdhorizont mit Pfostenlöchern ab. Sie selbst wiederum wurde von unterschiedlichen Füllschichten abgedeckt.

82 Das Gros der Leisten aus Bef. 195a gehört in die Produktionsphase 2. Es fehlen Ringleisten, die mit Sicherheit der Phase 1 zuzuordnen sind. Damit wird es wahrscheinlicher, dass Metapodienenden aus diesem Befund mit dem Verarbeitungsmuster von Phase 1 der Phase 0 zugeordnet werden können.

Insgesamt können dieser Phase 30 Leisten (95 g) sowie mindestens vier abgeschlagene Metapodienenden mit Sicherheit zugeordnet werden. Sie wurden verstreut im gesamten Grabungsgelände sowohl an der Uferseite als auch an der Seeseite in Befunden gefunden, die kurz vor oder kurz nach dem Bau der Umfassungsmauer datieren. Mit Ausnahme einer durchbohrten Leiste sind Abfälle von der Verarbeitung von Unterkiefern im Zusammenhang mit diesen Funden nicht bekannt.<sup>83</sup>

### 2.3.2.2 Phase 1 (etwa 1275–1325)

Obwohl die Abfälle der Phase 1 stratigraphisch von denjenigen der Phase 0 getrennt wurden, ist anhand der verfügbaren Daten nicht auszuschließen, dass beide aus derselben Werkstatt stammen. Durchbohrte Leisten aus Produktionsphase 1 wurden in mehreren aufeinander folgenden Planierschichten im Grabungsblock Q1–Q5 (PFROMMERS Ablagerungsphasen Q5–Q8) gefunden. Diese folgten auf eine vorübergehende Geländenutzung, die durch eine runde Steinstruktur belegt ist. Mit der erwähnten Planierung wurde die südliche Hälfte des Geländes komplett aufgefüllt. Die darin gefundene Keramik datiert in das späte 13. bis frühe 14. Jahrhundert. Somit ist kein absoluter Datierungsunterschied für die Abfälle der Phasen 0 und 1 gegeben. Es bleibt eine unbewiesene Vermutung, dass die Planierung nach dem Bau der Umfassungsmauer stattfand. Ein relativer Datierungsunterschied ist allerdings gegeben. Die Schichten mit Abfällen aus Phase 1 waren von der Schwemmschicht 195a, in der sich von zwei Seiten gebohrte Abfälle aus Phase 0 befanden, durch zwei Planierschichten ohne Abfälle aus der Knochenverarbeitung und durch den Bau und die Nutzung der runden Steinstruktur getrennt. Die nächstfolgende Schicht mit Abfällen der Knochenverarbeitung war Teil einer Planierung mit Bauschutt, die den Nutzungshorizont abdeckte (Bef. 182, PFROMMERS Planierungsphase Q5). Die Zuordnung der Abfälle aus diesem Befund zu Phase 1 ist nicht eindeutig, wird aber vermutet, obwohl ihre Zusammensetzung Ähnlichkeit mit derjenigen der Phase 0 aufweist. Insbesondere fehlen Leisten sowie Verarbeitungsabfälle von Unterkiefern.<sup>84</sup> In den meisten Fundkomplexen stellen die Abfälle der Leistenanfertigung aus Rinderunterkiefern den Hauptteil des Gewichts der Abfälle der Knochenverarbeitung aus Phase 1 dar (meist rund 80%; vgl. Tab. 3). Somit könnte die Konzentration durchbohrter Leisten ohne Kieferabfälle aus Bef. 182 möglicherweise einen Übergang von Phase 0 zu Phase 1 markieren. In den beiden darauf folgenden Schichten befanden sich nur einzelne Knochenverarbeitungsabfälle. Eine Ausnahme bildet lediglich eine Konzentration von Unterkieferabfällen in der jüngsten Schicht (PFROMMERS Planierungsphase Q6). Erst in oder nach der darauf folgenden Schwemphase (Q7) kam es zu einer Vergrößerung der Menge und Konzentration<sup>85</sup> der Verarbeitungsabfälle sowie der durchbohrten Leisten. Der Großteil der Verarbeitungsabfälle der Phase 1 einschließlich der darunter befindlichen Leisten stammt aus der Schwemmschicht (Phase Q7) und der darauf folgenden Planierschicht (der untersten Schicht von Phase Q8). Das Gewicht der Abfälle von der Knochenverarbeitung aus diesen Schichten plus der darauf folgenden Planierschicht betrug die Hälfte bis zwei Drittel des Gewichts der unbearbeiteten Tierknochen (Tab. 3). Ähnlich viele Verarbeitungsabfälle in annähernd derselben Konzentration stammten aus einer jüngeren Planierschicht (Bef. 282 in Phase Q9), die stratigraphisch zwischen zwei Planierschichten mit nur vereinzelt Abfällen eingeschlossen war. Darunter waren auch

83 Vereinzelt Abfälle der Verarbeitung von Unterkiefern könnten bei der Materialdurchsicht als Konsumabfälle eingeordnet worden sein.

84 Aus Bef. 182 stammen ein abgeschlagenes Metapodienende und 50 g Leisten, aus denen ausschließlich Ringe und andere Objekte angefertigt wurden, deren Durchmesser größer als ihre Höhe ist. Bei der Materialdurchsicht wurden keine Unterkieferleisten oder -abfälle gefunden. Obwohl keine Daten zur Lochwandform erhoben wurden, wäre ein Leistenkomplex mit ausschließlich konischen Lochwänden bei der Materialdurchsicht aufgefallen. Darüber hinaus ist die Leistenmenge mit 50 g im Verhältnis zu den Befunden, aus denen nur Abfälle der Phase 0 stammen, deutlich größer (ohne Bef. 195A insgesamt etwa 55 g). Deshalb passen die Funde aus Bef. 182 besser in Phase 1.

85 Für die Konzentration der Verarbeitungsabfälle wurde das Gewicht der unbearbeiteten Tierknochen mit dem der Verarbeitungsabfälle verglichen (Tab. 3).

Verarb. Abfall total	durchb. Leisten	MP-Enden			MP-Splitter	Unterkiefer
		total	geschlagen	gesägt		
(kg)		% von Verarbeitungsabfall total				
0,1	58,8	35,3	35,3	0	5,9	0
0,6	2,3	10,8	10,8	0	0,0	86,8
37,4	3,6	10,5	10,5	0,1	4,5	81,3
4,1	27,7	30,0	30,0	0	5,3	36,5
13,0	13,6	0,6	0,6	0	2,0	83,8
<b>42,2</b>	<b>6,1</b>	<b>12,5</b>	<b>12,5</b>	<b>0,0</b>	<b>4,5</b>	<b>76,8</b>
8,6	35,2	54,6	54,4	0,2	10,2	0
34,9	28,9	66,8	60,7	6,4	1,5	2,8
0,3	21,3	78,0	78,0	0	0,7	0
38,1	53,9	43,7	36,2	7,5	2,0	0,4
391,8	58,3	33,5	28,3	5,2	7,8	0,4
66,2	55,6	35,1	28,3	6,8	6,5	2,7
13,3	53,5	39,0	35,6	3,4	7,5	0
4,0	28,9	61,7	53,6	8,1	9,4	0
<b>640,6</b>	<b>56,1</b>	<b>36,6</b>	<b>30,7</b>	<b>5,9</b>	<b>6,6</b>	<b>0,7</b>
81,7	52,4	40,3	33,5	6,8	4,7	2,7
1,1	42,0	55,4	46,4	8,9	2,7	0
1,8	37,6	60,5	48,5	12,0	1,9	0
74,0	50,5	43,6	18,5	25,1	5,9	0
43,3	47,7	48,1	24,2	23,9	4,2	0
<b>120,2</b>	<b>49,2</b>	<b>45,6</b>	<b>21,3</b>	<b>24,4</b>	<b>5,2</b>	<b>0</b>
6,2	5,8	77,0	67,2	9,9	2,8	14,4
3,0	4,4	95,6	91,9	3,7	0	0
3,6	6,3	78,0	78,0	0	3,4	12,0
1,2	5,1	54,2	54,2	0	13,6	27,1
1,9	6,7	49,5	47,9	1,5	4,6	39,2
<b>15,8</b>	<b>5,7</b>	<b>75,7</b>	<b>70,9</b>	<b>4,7</b>	<b>3,4</b>	<b>15,2</b>
2,6	12,7	29,5	29,5	0	12,9	44,9
44,3	27,5	18,6	18,6	0	12,5	41,4
<b>47,0</b>	<b>26,7</b>	<b>19,3</b>	<b>19,3</b>	<b>0</b>	<b>12,5</b>	<b>41,5</b>
<b>10,9</b>	<b>6,4</b>	<b>26,2</b>	<b>26,2</b>	<b>0</b>	<b>2,3</b>	<b>63,3</b>
58,0	22,9	20,6	20,6	0	10,6	45,6
199,2	15,0	38,6	38,2	0,4	6,6	39,7
468,3	17,7	24,8	24,6	0,3	9,4	48,1
741,3	17,1	29,3	28,9	0,4	8,6	44,9

Ablagerungsphase (nach PEROMMER) <sup>1</sup>	unbearb. Kn. (kg)	Verarb. Abfall total	
		(kg)	% unb. Kn.
Q5	0,5	0,1	16,7
Q6	3,5	0,6	18,5
Q7	55,9	37,4	66,8
Q8	9,5	4,1	42,3
Q9	28,0	13,0	46,3
<b>Produktionsphase 1 (Q5-Q8)</b>	<b>69,4</b>	<b>42,2</b>	<b>60,8</b>
Q3/10 (Mischbef. 195b)	27,5	8,6	31,3
Q11 (Kiesplanierung)	100,4	34,9	34,7
Q12 unten (Kiesplanierung)	2,6	0,3	10,7
Q12 oben	22,7	38,1	167,8
Q13 (Holzverschalung)	127,4	391,8	307,4
Q13/15 (Lattineninhalt)	88,6	66,2	74,7
Q15 unten	9,1	13,3	146,8
Q15 oben	48,7	4,0	8,1
<b>Produktionsphase 2A (Q11-Q15)<sup>2</sup></b>	<b>438,6</b>	<b>640,6</b>	<b>146,1</b>
A1 (Mikwenbau)	127,6	81,7	64,1
S2 (Bef. 677)	1,8	1,1	62,2
S4 Süd (Bef. 676/643)	2,8	1,8	64,8
S4 Süd (Bef. 638/637/609a)	26,6	74,0	278,0
S4 Süd (Bef. 609)	58,0	43,3	74,6
<b>Produktionsphase 2B (Bef. 677/609)</b>	<b>89,3</b>	<b>120,2</b>	<b>134,6</b>
S4 Nord (Bef. 827)	8,0	6,2	77,4
S4 Nord (Bef. 606)	6,8	3,0	43,5
S4 Nord (Bef. 764)	8,2	3,6	43,4
S4 Nord (Bef. 520)	3,3	1,2	35,5
S4 Süd (Bef. 513)	20,2	1,9	9,6
<b>Übergang Produktionsphase 2-3</b>	<b>46,5</b>	<b>15,8</b>	<b>34,0</b>
S4 Süd (Bef. 515)	14,4	2,6	18,4
S9 Süd (Bef. 472)	9,7	44,3	456,5
<b>Produktionsphase 3.I (Bef. 515/472)</b>	<b>25,1</b>	<b>47,0</b>	<b>187,1</b>
<b>Produktionsphase 3.II S6/9 Süd</b>	<b>17,7</b>	<b>10,9</b>	<b>61,8</b>
Prod.-Phase 3 prim. gelagert (I-II)	42,8	58,0	135,3
3.III	190,9	199,2	104,4
3.IV	340,0	468,3	137,8
3.I-IV inkl. Übergang	620,2	741,3	119,5

total Produktionsphase 1–3 <sup>3</sup>	1410,5	1687,7	118,5	1687,7	35,3	32,4	27,9	4,5	7,0	22,5
<b>total Ausgrabung</b>	<b>2195,3</b>	<b>2084,6</b>	<b>95,0</b>	<b>2084,6</b>	<b>35,9</b>	<b>33,9</b>	<b>29,2</b>	<b>4,7</b>	<b>7,0</b>	<b>23,2</b>

1 vorläufige Daten; Befundnummern nach Grabungsdokumentation  
2 inkl. nicht genau in Teilphasen eingeordnetes Material  
3 inkl. Q9 und 2A umgelagert (Mikwenbau); ohne Schwemmgruben (Ablagerungsphase Q2 und Bef. 195b)

Tab. 3: Verhältnisse der Materialgruppen pro Ablagerungsphase (Gewichtsverhältnisse) (unbearb./unb. Kn. = unbearbeitete/unbestimmte Knochen; durchb. = durchbohrte; MP = Metapodien; prim. = primär; 0 = nicht vorhanden; 0,0 = kleiner als 0,05). Fett gedruckt sind Daten, die in der Analyse eine besondere Rolle gespielt haben, kursiv: absolute Gewichtszahlen.

Produktionsphase	durchb. Leisten	MP-Enden		MP-Splitter	Unterkiefer	Verarb.-fall total	unbearb. Kn.
		total	geschlagen				
0	0,13	0,12	0,12			0,25	
<b>1</b>	<b>2,6</b>	<b>5,3</b>	<b>5,3</b>	<b>1,9</b>	<b>32,4</b>	<b>42,2</b>	<b>69,4</b>
1 (inkl. Q9)	4,3	5,4	5,4	2,2	43,3	55,1	97,4
2A (Q11–Q15)	359,1	234,4	196,4	37,5	4,7	640,6	438,6
2A1	367,2	241,2	202,2	42,6	4,8	655,8	524,8
2B	59,1	54,8	25,6	6,3	0,0	120,2	89,3
2 primär gelagert	418,2	289,2	222,0	43,7	4,7	760,8	527,9
<b>2 primär gelagert<sup>1</sup></b>	<b>426,3</b>	<b>296,0</b>	<b>227,7</b>	<b>48,9</b>	<b>4,8</b>	<b>776,0</b>	<b>614,1</b>
2A umgelagert	42,9	32,9	27,4	3,9	2,2	130,2	130,2
2 inkl. umgelagert	469,2	328,9	255,2	52,8	7,0	906,2	744,3
Übergang 2–3 (inkl. Bef. 827)	0,9	12,0	11,2	0,8	2,4	15,8	46,5
3.I (Bef. 472/515)	12,6	9,1	9,1	5,9	19,5	47,0	25,1
3.II	0,7	2,9	2,9	0,2	6,9	10,9	17,7
3.III	29,9	77,0	76,2	13,2	79,1	199,2	190,9
3.IV (ohne S8)	82,8	116,4	115,2	44,0	225,2	468,3	340,0
3 primär (I–II) inkl. Übergang	14,2	23,9	23,2	6,7	28,9	73,8	89,4
<b>3.I–IV inkl. Übergang</b>	<b>126,9</b>	<b>217,2</b>	<b>214,5</b>	<b>63,9</b>	<b>333,1</b>	<b>741,3</b>	<b>620,2</b>
total Phase 1–3 <sup>2</sup>	600,4	551,5	475,0	118,9	383,4	1702,6	1461,9
<b>total Ausgrabung</b>	<b>748,0</b>	<b>707,5</b>	<b>608,8</b>	<b>146,1</b>	<b>483,0</b>	<b>2084,6</b>	<b>2195,3</b>

1 inkl. Schwemmschicht Bef. 195/195a  
2 inkl. Q9 und 2A umgelagert (Mikwenbau); ohne Schwemmgruben (Ablagerungsphase Q2 und Bef. 195b)

Tab. 4: Totalgewicht (kg) der Materialgruppen pro Produktionsphase (durchb. = durchbohrte; MP = Metapodien; 0 = nicht vorhanden; 0,0 = kleiner als 0,05).

Produktionsphase	durchb. Leisten	MP-Enden			Unter- kiefer	MP- Splitter	Verarb. Abfall = 100%
		total	geschla- gen	gesägt			
	% vom Verarbeitungsabfall						kg
1 (Q5-Q8)	6,1	12,5	12,5	0,0	76,8	4,7	42,2
2A (Q11-Q15) <sup>1</sup>	56,1	36,6	30,7	5,9	0,7	6,6	640,6
2B	49,2	45,6	21,3	24,4	0	5,2	120,2
<b>2 primär gelagert<sup>1</sup></b>	<b>55,0</b>	<b>38,0</b>	<b>29,2</b>	<b>8,8</b>	<b>0,61</b>	<b>5,7</b>	<b>760,8</b>
Übergang 2-3	5,7	75,7	70,9	4,7	15,2	3,4	15,8
3.I	26,2	19,3	19,3	0	41,5	12,5	47,0
3.II	6,4	26,2	26,2	0	63,3	2,3	10,9
3.III	15,0	38,6	38,2	0,4	39,7	6,6	199,2
3.IV	17,7	24,8	24,6	0,3	48,1	9,4	468,3
<b>3 primär gelagert (I-II)</b>	<b>22,9</b>	<b>20,6</b>	<b>20,6</b>	<b>0</b>	<b>45,6</b>	<b>10,6</b>	<b>58,0</b>
3.I-IV inkl. Übergang	17,1	29,3	28,9	0,4	44,9	8,6	741,3
total Phase 1-3 <sup>2</sup>	35,3	32,4	27,9	4,5	22,5	7,0	1.702,6
<b>total Ausgrabung</b>	<b>35,9</b>	<b>33,9</b>	<b>29,2</b>	<b>4,7</b>	<b>23,2</b>	<b>7,0</b>	<b>2.084,6</b>

1 exkl. Schwemmschicht Bef. 195/195a  
2 inkl. Q9 und 2A umgelagert (Mikwenbau); ohne Schwemmgruben (Ablagerungsphase Q2 und Bef. 195b)

Tab. 5: Gewichtsanteile (%) der Materialgruppen am Verarbeitungsabfall pro Produktionsphase (durchb. = durchbohrte; MP = Metapodien; 0 = nicht vorhanden; 0,0 = kleiner als 0,05).

Produktionsphase	durchb. Leisten	MP-Enden			MP-Split- ter	Verarb. Abfall ohne UK = 100%
		total	geschlagen	gesägt		
	% vom Verarbeitungsabfall ohne Unterkiefer					kg
1 (Q5-Q8)	26,1	53,9	53,9	0,0	20,3	9,7
2A (Q11-Q15) <sup>1</sup>	56,5	36,9	30,9	5,9	6,6	635,9
2B	49,2	45,6	21,3	24,4	5,2	120,2
<b>2 primär gelagert<sup>1</sup></b>	<b>55,3</b>	<b>38,2</b>	<b>29,3</b>	<b>8,8</b>	<b>5,8</b>	<b>625,9</b>
Übergang 2-3	6,7	89,3	83,6	5,5	4,0	13,4
3.I	44,8	33,0	33,0	0	21,4	27,5
3.II	17,6	71,4	71,3	0	6,1	4,0
3.III	24,9	64,1	63,4	0,6	11,0	120,1
3.IV	34,1	47,9	47,4	0,5	18,1	243,1
<b>3 primär gelagert (I-II)</b>	<b>42,1</b>	<b>37,9</b>	<b>37,9</b>	<b>0</b>	<b>19,5</b>	<b>31,5</b>
3.I-IV inkl. Übergang	31,1	53,2	52,5	0,7	15,7	408,2
total Phase 1-3 <sup>2</sup>	45,5	41,8	36,0	5,8	9,0	1319,2
<b>total Ausgrabung</b>	<b>46,7</b>	<b>44,2</b>	<b>38,0</b>	<b>6,2</b>	<b>9,1</b>	<b>1601,6</b>

1 exkl. Schwemmschicht Bef. 195/195a  
2 inkl. Q9 und 2A umgelagert (Mikwenbau); ohne Schwemmgruben (Ablagerungsphase Q2 und Bef. 195b)

Tab. 6: Gewichtsanteile der Materialgruppen am Verarbeitungsabfall ohne Unterkieferabfall (durchb. = durchbohrte; MP = Metapodien; UK = Unterkiefer; 0 = nicht vorhanden; 0,0 = kleiner als 0,05).

Produktionsphase	Holz total	Würfel-stäbe	Würfel/-rohlinge	Würfel total	MP längs gespalten	MP quer halbiert
1 (Q5-Q8)	0	9	1	10	2	2
1/2 (Q9)	0	2	1	3	1	0
1/2 (Schemmschicht 195/195a/195b)	2	16	11	27	3	1
2A (Q11-Q15)	57	90	99	189	101	17
2B	11	45	117	162	5	0
2 primär gelagert	68	135	216	351	106	17
2A umgelagert (Mikwenbau)	4	34	23	57	22	3
<b>2 inkl. umgelagert<sup>1</sup></b>	<b>74</b>	<b>185</b>	<b>250</b>	<b>435</b>	<b>131</b>	<b>21</b>
Übergang 2-3	1	16	14	30	1	0
3.I	44	28	38	66	7	6
3.II	0	0	0	0	0	1
3.III	18	68	76	144	23	6
3.IV	41	204	166	370	54	3
3 primär (I-II) inkl. Übergang	45	44	52	96	8	7
<b>3.I-IV inkl. Übergang</b>	<b>104</b>	<b>316</b>	<b>294</b>	<b>610</b>	<b>85</b>	<b>10</b>
total Phase 1-3 <sup>2</sup>	178	512	546	1058	219	33
total Ausgrabung	215	684	709	1393	259	82
1 inkl. Schwemmschicht Bef. 195/195a/195b						
2 inkl. Q9, Schwemmschicht 195/195a/195b und Mikwenbau						

Tab. 7: Gesamtzahlen der übrigen Materialgruppen (MP = Metapodien).

Produktionsphase	Holzleisten	Holzperlen	Holz total	Holz total	Knochenleisten
	Zahl	Zahl	Zahl	% <sup>1</sup>	kg
1 (Q5-Q9)	0	0	0	0	4,3
2A (Schwemmschicht 195)	2	0	2	25	8,0
2A (Q11-Q15)	1	56	57	16	359,1
2A umgelagert (Mikwenbau)	0	4	4	9	42,9
2B	1	10	11	19	59,1
2 total	4	70	74	16	469,1
2B/3.III (Bef. 750/738/752)	1	28	29	142	20,4
Übergang 2-3	0	1	1	111	0,9
3.I	3	41	44	349	12,6
3.II	0	0	0	0	0,7
3.III	6	12	18	60	29,9
3.IV	3	38	41	50	82,8
3.IV Schnitt 8	0	7	7	90	7,8
3 primär gelagert (I-II)	3	41	44	331	13,3
3.I-IV inkl. Übergang	12	99	111	82	134,7
total Phase 1-3	17	197	214	34	624,2
Schnitt 5	0	2	2	2000	0,1
<b>total Ausgrabung</b>	<b>17</b>	<b>199</b>	<b>216</b>	<b>29</b>	<b>748,0</b>
1 Gesamtzahl der Holzabfälle, geteilt durch ein Hundertstel vom Gewicht der Knochenleisten in kg					

Tab. 8: Stratigraphische Verteilung von Holzperlen und -perlenleisten (Fragmentzahlen).

Produktionsphase	Schäfte außen geglättet	Scheiben außen gerundet	Enden außen geglättet	total Drehbank- abfälle	Enden 2-sei- tig flach geschnitten
0 (Fim. Bef. 95)	1	3	0	4	0
1 (Schwemmphase Q7)	1	0	0	1	0
2A (Q11-Q15 inkl. Bef. 195b)	1	12	6	19	7
2A umgelagert (Bau)	0	12	4	16	0
2B	1	3	1	5	0
2B/3.III (Bef. 752)	0	0	0	0	2
3 primär gelagert (I-II)	0	0	0	0	0
3 umgelagert (III-IV)	1	0	3	4	1
<b>total stratifiziert</b>	<b>5</b>	<b>30</b>	<b>14</b>	<b>49</b>	<b>10</b>

Tab. 9: Stratigraphische Verteilung von Drehbankabfällen (Fragmentzahlen) (Fim. = Fischmarkt).

Ablagerungsphase (nach PFROMMER) <sup>2</sup>	Ram. hor. total <sup>1</sup>	Spitzen	Unter- teil	Zähne	Backen- wand	hinten (Ram. vert.)
	kg	% von Ramus hor. total			kg	
Q5	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0
Q6	0,6	50,0	0,9	32,3	21,4	0,1
Q7	30,4	17,3	16,0	46,4	18,2	1,4
Q8	1,5	15,4	6,4	74,2	15,4	0,1
Produktionsphase 1 (Q5-Q8)	32,4	17,8	15,3	47,4	18,1	1,6
Q9	10,9	0,6	17,9	77,7	0	0,0
<b>Produktionsphase 1 (Q5-Q9)</b>	<b>43,3</b>	<b>13,5</b>	<b>16,0</b>	<b>55,0</b>	<b>14,3</b>	<b>1,6</b>
Q11	1,0	48,5	0,0	51,5	0,0	0,0
Q12	0,2	33,3	6,7	60,0	0,0	0,1
Q13	1,7	17,6	4,9	65,9	19,1	0,1
Q15 und Latrineinhalt	1,8	16,0	1,8	76,5	5,8	0,6
<b>Produktionsphase 2A (Q11-Q15)</b>	<b>4,7</b>	<b>23,9</b>	<b>2,7</b>	<b>66,8</b>	<b>9,3</b>	<b>0,7</b>
S4 Nord (Bef. 606)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
S4 Nord (Bef. 764)	0,5	74,1	5,6	18,5	1,9	0,0
S4 Nord (Bef. 520)	0,3	21,9	15,6	56,3	6,3	0,0
S4 Süd (Bef. 513)	0,8	2,6	14,5	28,9	10,5	0,1
<b>Übergang Produktionsphase 2-3</b>	<b>1,6</b>	<b>30,2</b>	<b>11,7</b>	<b>30,9</b>	<b>6,8</b>	<b>0,1</b>
S4 Süd (Bef. 515)	1,2	1,7	3,4	91,1	3,8	0,2
S9 Süd (Bef. 472)	18,3	8,8	8,2	73,9	9,1	0,1
Produktionsphase 3.I (Bef. 515/472)	19,5	8,4	7,9	74,9	8,8	0,3
Produktionsphase 3.II S6	7,4	12,5	10,6	72,6	4,4	0,0
<b>Prod.-Phase 3 prim. gelagert (I-II)</b>	<b>26,9</b>	<b>9,5</b>	<b>8,6</b>	<b>74,3</b>	<b>7,6</b>	<b>0,3</b>
3.III (Bef. 850/850a)	41,8	46,1	19,0	27,1	8,0	1,7
<b>3.IV</b>	<b>195,8</b>	<b>21,2</b>	<b>15,7</b>	<b>57,1</b>	<b>6,7</b>	<b>2,8</b>
3.I-II/IV inkl. Übergang	222,7	19,8	14,9	59,2	6,8	3,1

1 Gesamtgewicht der vier Gruppen von Abfällen aus dem Ramus horizontalis  
2 vorläufige Daten; Befundnummern nach Grabungsdokumentation

Tab. 10: Gewichtsverhältnisse der verschiedenen Gruppen von Unterkieferabfällen (Ram. hor./vert. = Ramus horizontalis/verticalis; prim. = primär).

Produktionsphase	Würfelstäbe	Würfel/ -rohlinge	Würfel total		MP-Enden
	Zahl	Zahl	Zahl	MP-Gew.	kg
1 (Q5–Q8)	9	1	10	1,9	5,3
2A (Q11–Q15)	90	99	189	0,8	234,4
2B	45	117	162	3,0	54,8
Übergang 2–3	16	14	30	2,5	12,0
3.I	28	38	66	7,3	9,1
3.II	0	0	0	0,0	2,9
3.III	68	76	144	1,9	77,0
3.IV	204	166	370	3,2	116,4
<b>1 (Q5–Q8)</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>1,9</b>	<b>5,3</b>
<b>2 primär gelagert</b>	<b>135</b>	<b>216</b>	<b>351</b>	<b>1,2</b>	<b>289,2</b>
<b>3.I–IV inkl. Übergang</b>	<b>316</b>	<b>294</b>	<b>610</b>	<b>2,8</b>	<b>217,2</b>
total Phase 1–3 <sup>1</sup>	512	546	1058	1,9	551,5
<b>total Ausgrabung</b>	<b>684</b>	<b>709</b>	<b>1393</b>	<b>2,0</b>	<b>707,0</b>

1 inkl. Q9, Schwemmschicht 195/195a/195b und Mikwenbau

Tab. 11: Konzentration der Würfelabfälle, gemessen am Gewicht der Metapodienenden (MP = Metapodien; Gew. = Gewicht).

Abfälle, die charakteristisch für Phase 2 sind.<sup>86</sup> Da eine Vermischung mit jüngerem Fundmaterial nicht ausgeschlossen ist, wurden die Abfälle der Ablagerungsphase Q9 nicht zur Produktionsphase 1 gerechnet.<sup>87</sup>

Bei den Gewichtsverhältnissen der Materialgruppen der Verarbeitungsabfälle fallen der geringe Gewichtsanteil der durchbohrten Leisten und der hohe Anteil der Unterkieferabfälle in Phase 1 im Vergleich zu denen anderer Produktionsphasen auf (Tab. 5). Der Anteil durchbohrter Leisten war v. a. in den Schwemmschichten der Ablagerungsphase Q7 gering (2 bis 4% der Verarbeitungsabfälle) und ähnelte in den darauf folgenden Planierschichten der Produktionsphase 3 (13 bis 34%; Tab. 2). Der Gewichtsanteil der durchbohrten Leisten im Verarbeitungsabfall der gesamten Phase 1 war jedoch geringer als bei den Produktionsphasen 2 und 3, selbst dann, wenn man den Anteil der Unterkieferabfälle ausschließt (Tab. 6). Es stellt sich die Frage, inwiefern Wasserbewegungen die Gesamtmenge der durchbohrten Leisten dieser Phase negativ beeinflusst haben könnten, weil z. B. Leisten mit geringerem Gewicht als die Metapodienenden und Kieferabfälle möglicherweise leichter an andere Stellen geschwemmt werden konnten. Wenn das nicht der Fall war, kann der niedrige Anteil der Leisten im Verarbeitungsabfall der gesamten Phase 1 als Hinweis gedeutet werden, dass bei der Leistenanfertigung in dieser Phase im Allgemeinen weniger effizient mit dem Knochenrohstoff umgegangen wurde als in den beiden späteren Produktionsphasen. Für die Anfertigung von Leisten aus Unterkiefern gibt es entsprechende Hinweise. So war der Gewichtsanteil der Abfälle der Leistenanfertigung aus Horizontalteilen des Rinderunterkiefers in Phase 3 bedeutend niedriger als in Phase 1 (45 bzw. 77% der Abfälle von der Knochenverarbeitung; s. Tab. 3), während der Anteil der aus Unterkiefern angefertigten Leisten unter den durchbohrten Leisten aus Phase 1 geringer war als bei Phase 3 (s. Kap. 3.4). Bei der Anfertigung einer Bohrleiste aus einem Unterkieferstück fiel in Phase 1 also mehr Abfall an als in Phase 3.

86 Unter den Knochenleisten befinden sich quer gesägte, durchbohrte Scheiben. Ein Drittel der losen Gegenstände sind Perlen, zwei Drittel Ringe.

87 Durchbohrte Leisten, die sich durch ihre Merkmale als Abfälle der Produktionsphase 1 ausweisen, flossen in die Analyse in Kap. 3.4 ein. Die Fragmente, die der Phase 2 zuzuschreiben sind, stammen alle aus Bef. 282, Fundnr. 327 (s. weiter unter Phase 2).

Bemerkenswert ist weiterhin, dass Unterkieferfragmente der Phase 1 im Abfall der Leistenanfertigung mehr als drei Viertel des Gewichts ausmachten. Dennoch stellten sie unter den durchbohrten Leisten im Verhältnis zu den aus Metapodien hergestellten Fragmenten zahlenmäßig eine relativ kleine Minderheit dar (s. Kap. 3.4). Das deutet darauf hin, dass bei der Anfertigung von Knochenleisten aus Unterkiefern viel mehr Knochenabfall anfiel als bei der Anfertigung aus Metapodien, so dass bei Letzteren eine deutlich bessere Ausnutzung des Rohmaterials erfolgte. An der Zahl der abgeschlagenen Unterkieferspitzen sowie der abgeschlagenen Metapodienenden ist abzulesen, dass für die Produktion der Phase 1 mindestens 150 Unterkieferhälften und mindestens 230 Metapodien benutzt wurden.<sup>88</sup> Während bei dieser Berechnung der benutzten Knochen das Verhältnis zwischen Unterkieferhälften und Metapodien zwei zu drei ist, kommt bei den geborgenen Leistenfragmenten dieser Phase ein Unterkieferfragment auf sieben Metapodienfragmente (s. Kap. 3.4).

Ähnlich wie bei der Anfertigung von Knochenleisten aus Unterkiefern scheint bei ihrer Anfertigung aus Metapodien in Produktionsphase 1 ebenfalls mehr Abfall als in den Phasen 2 und 3 angefallen zu sein. So ist das Gesamtgewicht der durchbohrten Leisten im Verhältnis zu dem der Metapodienabfälle bei Produktionsphase 1 geringer als in späteren Phasen (Tab. 6).

Das Fehlen von Perlen und Leistenfragmenten aus Holz in allen Befunden mit Abfällen der Phase 1 deutet darauf hin, dass sehr wahrscheinlich keine Anfertigung von Perlen aus hölzernen Bohrleisten während Produktionsphase 1 stattfand (Tab. 8). Abfälle der Würfelanfertigung stammten nahezu sämtlich aus der Schwemmschicht Q7, mit Ausnahme eines kleinen Endstücks eines Würfelstabs aus der darüber liegenden Planierschicht.<sup>89</sup> Es ist deshalb zu bezweifeln, dass eine Würfelanfertigung aus Knochenleisten während der Produktionsphase 1 stattfand (Tab. 11). So ist wohl auch das einzige abgesägte Metapodienende, das in derselben Schwemmschicht zusammen mit Abfällen dieser Produktionsphase gefunden wurde, nicht als Abfall aus der Anfertigung von Knochenleisten oder -scheiben zu betrachten. Quer gesägte Knochenscheiben mit Durchbohrungen fehlten in den Befunden mit Abfällen aus Produktionsphase 1 (Tab. 9).<sup>90</sup> Dagegen stammt aus der Schwemmschicht Q7 der Schaft (Diaphyse) eines Rinderhumerus, der durch das Abschneiden herausragender Teile sowie beider Enden für das Drechseln präpariert wurde. Auffallend ist, dass dabei keine Säge benutzt wurde, anders als bei den Abfällen vom Drechseln in späteren Phasen. Das genannte abgesägte Metapodienende aus derselben Schwemmschicht kann deshalb nicht ohne Weiteres als Drechselabfall gedeutet werden. Es bleibt deshalb der einzige Hinweis auf das Benutzen einer Säge, gemeinsam mit den fraglichen Würfelabfällen in den Ablagerungen mit Abfällen der Produktionsphase 1.

Unter den Knochenfunden aus der Schwemmschicht Q7 fielen ein Tibien- und zwei Radienfragmente mit Spuren von Ziehmessern auf.<sup>91</sup> Diese können von verschiedenen Zweigen der Knochenverarbeitung herrühren.

Unklar ist die Phasenzuordnung einer durchbohrten Leiste aus Geweih, die innerhalb der Umfassungsmauer zusammen mit zwei Leisten der Produktionsphase 0 und einem abgeschlagenen Metapodienende der Phase 0 oder 1 unstratifiziert geborgen wurde.<sup>92</sup> Aufgrund der Form der Lochwand ist dieses einzigartige Leistenfragment aus Geweih mit abgesägtem Ende der Produktionsphase 1 zuzuweisen (s. Kap. 3.3).

88 Aus den Schichten von Q6–Q8 wurden etwa 145 Kieferspitzen geborgen; aus den Schichten von Q3–Q9 gemischt mit Abfällen aus der Produktionsphase 1 und 2A weitere zehn Stück. Um die Zahl der benutzten Metapodien schätzen zu können, wurde das Gesamtgewicht der Metapodienenden von Q5–Q9 durch das mittlere Gewicht eines abgeschlagenen Distalendes eines Rindermetapodiums (23,3 g) geteilt. Für den Fall, dass Distalenden bei der Leistenanfertigung nicht immer entfernt wurden, kann die Schätzung nach unten verzerrt und zu niedrig sein.

89 Bef. 354 (Datenaufnahme M. ERATH). Aus der wahrscheinlich gemischten Schicht Bef. 282 (Ablagerungsphase Q9) stammen drei Abfälle aus der Würfelanfertigung.

90 Vereinzelt, meist kleine Scheibenfragmente mit oft abweichender Tönung sind höchstwahrscheinlich Irrläufer aus Befunden der Produktionsphase 2. Durchbohrte Scheiben wurden durchaus im gemischten Bef. 282 festgestellt (Ablagerungsphase Q8).

91 Bef. 401–404.

92 „S10 Putzfunde 9.12.85“, ohne Fundnr. Der Bohrlochdurchmesser von 25,7 mm passt in die Produktionsphasen 0 und 1. Es ist das einzige Leistenfragment aus Geweih.

## 2.3.2.3 Phase 2 (etwa 1375–1450)

Verarbeitungsabfälle mit Charakteristiken der Produktionsphase 2 verteilen sich auf einen großen Anteil aus dem Grabungsblock Q1–Q5 unter der Münzgasse 4 (Produktionsphase 2A) und einen kleineren Anteil aus Schnitt 3 (Produktionsphase 2B).<sup>93</sup>

Die Abfälle aus Produktionsphase 2A aus dem Grabungsblock Q1–Q5 wurden in großen Mengen innerhalb derjenigen Auffüllung gefunden, die zur vollständigen Aufplanierung des Grundstücks Münzgasse 4 vor dem Bau des Mikwenhauses (Ablagerungsphase Q11–Q15) führte. Außerdem befanden sich Abfälle in den Baugruben dieses Hauses und der Mikwe (Ablagerungsphase A).<sup>94</sup> Wahrscheinlich landeten sie dort durch Zurückschütten des Aushubs aus denselben Planierschichten. Die Deponierung dieser Schichten wird in das letzte Viertel des 14. Jahrhunderts bis zum ersten Viertel des 15. Jahrhunderts datiert, also bedeutend später als die Funde der Produktionsphase 1. Sie waren von den Planierungen mit Abfällen aus Produktionsphase 1 durch eine Grube getrennt, aus deren Verfüllung keine Knochenfunde stammen (Ablagerungsphase Q10).

Abfälle aus Produktionsphase 2 wurden auch in älteren Schichten gefunden, die von der Gesamtplanierung Q11–Q15 abgedeckt wurden und nach Auskunft von JUNKES überwiegend Keramik des späten 13. bis frühen 14. Jahrhunderts enthielten: in der Planierschicht 282 (Ablagerungsphase Q9), der Schwemmschicht 195/195a/195b (Ablagerungsphase Q3) und in den von dieser Schwemmschicht abgedeckten Grubenauffüllungen 350 und 704 (Ablagerungsphase Q2).<sup>95</sup> In diesen Befunden, in denen die Abfälle der Produktionsphase 2 mehrheitlich überwogen, waren diese mit Abfällen der Produktionsphase 1 vermischt, in Bef. 195a sogar mit Abfällen der Phase 0. Obwohl sich nicht in allen Fällen eine einfache Erklärung anbietet, ist anzunehmen, dass die Abfälle der Produktionsphase 2 nachträglich in bereits abgelagerte Befunde geraten sind.<sup>96</sup> Sowohl die Zeitlücke in den Datierungen als auch die Art der Mischung beider Produktionsphasen in den Übergangshorizonten sowie das Fehlen einer fließenden Entwicklung deuten darauf hin, dass die Abfälle der Produktionsphasen 1 und 2 aus verschiedenen Werkstätten stammen und in unterschiedlichen Zeitepochen entstanden sind.

Außer den beschriebenen Schichten in Q1–Q5 zeigte auch die Zusammensetzung der Materialgruppen einiger Abfallschichten in Schnitt 3 ein für Phase 2 charakteristisches Muster (Produktionsphase 2B). Es betrifft die untersten Planierschichten im Südteil des Schnitts (Bef. 676–609) und die von ihnen abgedeckte Schwemmschicht, die sich auch noch unter dem späteren Entwässerungskanal befand (Bef. 677). Auch in der Fortsetzung dieser Schwemmschicht nördlich des Kanals zeigte sich in der Materialzusammensetzung eine starke Übereinstimmung mit dem Muster der Produktionsphase 2.<sup>97</sup> Die Abfälle der Knochenverarbeitung der Schichten 677 bis 609 werden in diesem Kapitel als Produktionsphase 2B beschrieben.<sup>98</sup>

Aufgrund der Einordnung der Produktionsphase 2B in JUNKES' Keramikmatrix nach der jüngsten Planierschicht der Ablagerungsphasen Q11–Q15 im Grabungsblock Q1–Q5 wäre zu vermuten, dass

93 Diese Einteilung, die weiter unten erläutert wird, ist nicht mit den Bezeichnungen aus JUNKES' Fundmatrix zu verwechseln (u. a. verwendet in Kap. 3.1 bis 3.3). Die Produktionsphase 2A fällt mit JUNKES' keramischer Periode 2A und 2B zusammen; die Produktionsphase 2B umfasst einen Teil ihrer Periode 3A.

94 Periode 2 der keramischen Periodeneinteilung von JUNKES.

95 Sie wurden von JUNKES sämtlich der keramischen Periode 1 zugeordnet.

96 Die Grubenverfüllung 704 wird sowohl nach der Fundmatrix von JUNKES als auch in der stratigraphischen Matrix von PFROMMER von Schwemmschichten und Planierungen ausschließlich mit Verarbeitungsabfällen der Produktionsphase 1 (Ablagerungsphase Q7: Bef. 401/404) abgedeckt; die Schwemmschicht 195/195a in der Matrix von PFROMMER sogar von den vorhergehenden ersten Planierschichten der Ablagerungsphase Q4.

97 Die Fortsetzung der Schwemmschicht unter der Kanalfüllung (Bef. 754) zeigte in der Materialzusammensetzung ebenfalls das Muster der Produktionsphase 2, wie auch der Bef. 538, der Altmaterial in jüngerer stratigraphischer Lage enthielt (Mitteilung J. PFROMMER). Das Material beider Befunde wurde allerdings nicht mitgerechnet, weil bei den durchbohrten Leisten eine geringfügige Vermischung mit jüngerem Material gefunden wurde.

98 Aufgrund von JUNKES' keramischer Periodeneinteilung wurden die Abfälle der Produktionsphase 2B anfangs in den Kap. 3.1 bis 3.3 als Teil der Phase 3A eingeordnet. Später wurde die Phasenbenennung in diesen Kapiteln angepasst.

die Knochenabfälle dieser Schichten ebenso wie die Keramik geringfügig jünger sind als die aus der Planierung Q11–Q15. Die keramischen Kennzeichen von JUNKES' Periode 3A (mit datierten Vergleichsfunden aus der ersten Hälfte des 15. Jahrhunderts) setzen jedoch erst im Laufe der Schichtenfolge 677–609 ein, zwei der 16 Kennzeichen dagegen bereits parallel zu dem jüngsten Horizont der Planierung vor dem Mikwenbau (Bef. 485).<sup>99</sup> In Übereinstimmung damit würden sekundär umgelagerte Münzfunde aus diesen oder den darüber liegenden Schichten eine absolute Datierung ab 1423 ermöglichen, d. h. aus derselben Zeit oder jünger als der Abschluss der Planierung Q11–Q15. Die starken Ähnlichkeiten zwischen dem Abschluss dieser Planierung und der Ablagerung der Schichten 677 bis 609 hinsichtlich des von der Knochenverarbeitung stammenden Abfalls sowie der Verteilung der Keramik sprechen gegen einen größeren zeitlichen Abstand. Die Abfälle der Schichtenserie 677 bis 609 werden deshalb als überwiegend jüngerer Abschnitt derselben Produktionsphase 2 betrachtet, wahrscheinlich aus derselben Werkstatt oder derselben Gruppe von Werkstätten. Dabei ist ein zeitliches Überschneiden mit den jüngsten Abfällen aus den Planierungen vor dem Mikwenbau in Münzgasse 4 denkbar (Produktionsphase 2A).

Aus den Schichten der Grundstücksaufplanierung in der Münzgasse 4 (Q1–Q5, Ablagerungsphasen Q11–Q15) stammen neben etwa 2000 bis 3000 Keramikscherben mehr als 300 000 Tierknochenfragmente mit einem Gesamtgewicht von mehr als 1000 kg, 60% davon, nämlich 640 kg, sind Abfälle der Knochenverarbeitung, darunter 360 kg durchbohrte Leisten (Tab. 4).<sup>100</sup> Das macht annähernd ein Drittel des Gewichts aller Abfälle der Knochenverarbeitung aus der Grabung und fast die Hälfte der durchbohrten Leisten aus.

In den ersten Schichten der Aufplanierung, die überwiegend aus Kies bestanden (Ablagerungsphase Q11 und die unterste Schicht von Q12; Bef. 217), und den nachträglich durchmischten älteren Befunden waren die absoluten Mengen an Abfällen von der Knochenverarbeitung zwar größer als in den Befunden mit Abfällen der Produktionsphase 1, ihr Gewicht betrug aber weniger als die Hälfte des Gewichts der unverarbeiteten Tierknochen und durchschnittlich ein Viertel aller Knochenfunde. In den darauf folgenden Planierschichten betrug ihr Gewicht anderthalb- bis viermal so viel wie das Gewicht der unverarbeiteten Tierknochen. Erst in der letzten Schicht vor dem Bau des Mikwenhauses (Bef. 485) sank es auf rund 10% ab. Der Übergang von den Planierungen, bei denen der Kies überwog, zu jenen, in denen Abfälle aus der Knochenverarbeitung mehr als die Hälfte der Knochenfunde ausmachten, markiert zugleich die Einführung neuer Keramikarten und -formen in das Fundmaterial, nach JUNKES der Übergang von ihrer Keramikperiode 2A nach 2B.<sup>101</sup> Es bleibt zu prüfen, ob diese Veränderungen in der Technik der Keramikherstellung eine Parallele zur Technik bei der Knochenverarbeitung haben und ferner, ob sie auf einen zeitlichen Unterschied in der Herkunft der Abfälle oder auf einen wirtschaftlichen Unterschied hinweisen. Das Konstanzer Konzil (1414–1418) generell oder die Ankunft diverser Teilnehmergruppen beim Konzil könnte aufgrund neuer Beziehungen zur Introduktion anderer Formmoden und neuem technischen Wissens geführt haben, was die Änderungen bei der Keramikherstellung erklären würde. Das muss nicht zugleich auf bedeutende Zeitunterschiede in der Produktion des Abfalls hinweisen.

Am höchsten war die Konzentration der Paternosterabfälle in den Planierschichten, die während des Bestehens der Holzverschalung zwischen der Umfassungsmauer und dem Planierungsareal abgelagert wurden: nach der Errichtung und vor dem Abbruch dieser Verschalung (Ablagerungsphase Q13). Besonders reichhaltig an Knochenfunden war ein Planierhorizont (Bef. 86 nach PFROMMER), aus dem 425 kg Knochenmaterial geborgen wurden, von dem 80% – das sind 340 kg – als Abfall der Kno-

99 JUNKES 1991, 59 f. Tab. 23–38. Außer einem Randfragment einer Schüssel aus dem oberen Teil des Schwemmhorrizonts (Bef. 643, SRF 25, Tab. 38) setzen vier der 16 Kennzeichen der keramischen Periode 3A in der ersten Planierschicht über dem Schwemmhorrizont ein (Bef. 637), die meisten anderen in der jüngsten Planierschicht 609a/609.

100 Diesen Zahlen müssen noch etwa 25 kg Verarbeitungsabfall mit etwa 11 kg Leistenfragmenten hinzugefügt werden, die aus älteren Befunden umgelagert wurden (Ablagerungsphase Q2–Q3 und Bef. 282). Außerdem gehören dazu noch ungefähr 120 kg Verarbeitungsabfall mit rund 50 kg Leistenfragmenten, die aus jüngeren Befunden umgelagert wurden (Ablagerungsphasen A bis D).

101 JUNKES 1991, 58.

chenverarbeitung betrachtet werden.<sup>102</sup> Diese 340 kg stellen mehr als die Hälfte der Abfälle der Knochenverarbeitung der Aufplanierungsphasen Q11–Q15 dar, darunter fast 200 kg durchbohrte Leisten, die ebenfalls mehr als die Hälfte der Knochenleisten ausmachen. Bereits die hohe Konzentration der Abfälle der Knochenverarbeitung lässt im Zusammenhang mit der zum Teil geringen Fragmentierung der durchbohrten Leisten eine primäre Deponierung vermuten. In einigen Fundkomplexen war dieser primär deponierte Abfall mit sekundär deponierten Latrineninhalten vermischt.<sup>103</sup>

Die Konzentration der Knochenverarbeitungsabfälle in den Schichten der Phase 2B in Schnitt 3 ist mit derjenigen in Phase 2A im Grabungsblock Q1–Q5 vergleichbar, und sie zeigt eine ähnliche Entwicklung (Tab. 3). Während in den untersten Schichten mit rund 40% des totalen Knochengewichts der Anteil der Verarbeitungsabfälle eher mäßig war, stieg er auf rund drei Viertel an – eine Größe, die mit der der Planierschichten mit reichem Vorkommen an Knochen der Ablagerungsphase Q13 im Grabungsblock Q1–Q5 vergleichbar ist. In der letzten Schicht fiel der Anteil wieder auf 40% zurück. Die relativ geringe Menge enthielt das immer noch beachtliche Gewicht von 120 kg an Verarbeitungsabfällen, darunter 60 kg durchbohrte Leisten (Tab. 4).

Die Anteile der verschiedenen Abfallgruppen am gesamten Verarbeitungsabfall schwankten. Wären die Abfälle teilweise vor der Deponierung am Fundort zwischengelagert worden, wären solche Unterschiede nivelliert worden.<sup>104</sup> Deshalb ist anzunehmen, dass der Abfall direkt von einer oder mehreren Werkstätten an den Fundort transportiert wurde.

Der umfangreiche Abfall von der Knochenverarbeitung in Produktionsphase 2 besteht im Gegensatz zu dem der anderen Phasen hauptsächlich aus Fragmenten von Rindermetapodien. Abfälle der Unterkieferverarbeitung, die in Produktionsphase 1 einen Großteil der gesamten Verarbeitungsabfälle ausmachen, sind im Verarbeitungsabfall der Produktionsphase 2A äußerst selten und im Abfall der Produktionsphase 2B nur mit wenigen vereinzelt Stücken vertreten (Tab. 3). Neben insgesamt 44 abgeschnittenen Vorderspitzen und 30 bis 40 abgeschnittenen Unterrand- und Zahnwandfragmenten wurden auch vereinzelt durchbohrte Kieferleisten gefunden. Die Menge dieser Unterkieferabfälle ist in der Masse des gesamten Verarbeitungsabfalls so gering, dass eine Umlagerung aus Ablagerungen der Produktionsphase 1 nicht gänzlich ausgeschlossen werden kann.

Die Analyse der Verarbeitungstechnik und der Produkte, die mittels dieser Technik angefertigt wurden, scheint jedoch darauf hinzuweisen, dass auch in Produktionsphase 2 vereinzelt Unterkiefer zum Herausbohren von Produkten benutzt wurden (s. Kap. 3.4). Die stratigraphische Verteilung der Unterkieferabfälle würde dazu passen. So kamen diese z. B. gerade in den hoch konzentrierten Abfallsschichten vor (Ablagerungsphase Q13: Tab. 2).<sup>105</sup>

Vereinzelt wurden auch Fragmente von Tibien und Radien von Rind und Pferd mit Verarbeitungsspuren in den Planierschichten Q11–Q13 der Produktionsphase 2A gefunden.<sup>106</sup> Deren Beziehung zur Anfertigung von Knochenleisten wird durch die Analyse der Knochenleisten in Kap. 3.4 deutlicher werden.

102 Bef. 86, 95, 219, 227, 228 und 525. Innerhalb dieser Befunde sind nicht mehr als ein paar hundert Scherben gezählt worden (JUNKES 1991, Teil II Tab. 1). Die Mehrheit des Knochenmaterials stammt aus Bef. 219.

103 Eine Vermischung mit unverarbeiteten Tierknochen aus den Latrinen erklärt die relativ niedrigen Anteile an Verarbeitungsabfällen von 32 bzw. 43% aller Knochen in diesen Komplexen, im Gegensatz zu den rund 60% Verarbeitungsabfällen in den meisten Schichten von Q12–Q15 (vgl. Tab. 3).

104 Man vergleiche die Fundabfolge an einem Arbeitsplatz eines Perlenbohrers in 's-Hertogenbosch (Niederlande; Grabung „Loeffplein“, 1995; unveröffentlichte Beobachtung des Verfassers).

105 Aus der Ablagerungsphase Q13 stammen elf Vorderspitzen sowie die Hälfte der Unterrand- und Zahnwandfragmente. Eine ähnliche Menge an Unterkieferabfällen stammt aus der Latrinenfüllung Q13/15; 20 Spitzen aus der ersten Planierschicht (Bef. 262). Funde vereinzelter durchbohrter Unterkieferleisten verteilten sich über die ganze Ablagerung der Produktionsphase 2A und 2B (Bef. 152, 475, 128, 216, 676 und 609). Bemerkenswert ist eine Kieferleiste aus Bef. 262, aus der kleine Perlen herausgebohrt wurden. Aus Unterkiefern angefertigte Beschlagplättchen sind aus der Grabung nicht bekannt (ERATH 1996).

106 Ein Radiusfragment aus Bef. 152 (Ablagerungsphase Q11); Tibienfragmente aus den Bef. 227/232/261 (Ablagerungsphase Q11/13), 86 und 525 (Ablagerungsphase Q13). Auch PRILLOFF (1996, 32 und 117) erwähnt solche Fragmente. Der Umfang dieser Verarbeitungsabfälle ist nicht bekannt, muss aber relativ begrenzt sein.

Abgesägte Metapodienenden traten in allen stratigraphischen Horizonten der Phasen Q11–Q15 auf, mit Ausnahme des ersten Befundes (257). Deren Gewicht beträgt durchschnittlich rund 6% der Abfälle der Knochenverarbeitung und ein Fünftel des Gewichts der abgeschlagenen Metapodienenden. Ihr Anteil am Gesamtgewicht der Metapodienenden schwankt zwischen 10 und 19% mit einer leicht steigenden Tendenz bis zum Bau der Holzverschalung (Phase Q11 und Q12). In einigen Teilen der Verfüllungsschichten, die an die Außenseite dieser Verschalung heranplaniert worden waren, war ihr relativer Anteil auffallend groß und ihr Gewicht höher als das der abgeschlagenen Enden (Tab. 3). In den älteren Schichten der Phase 2B in Schnitt 3 war der Anteil der abgesägten Enden ähnlich gering wie in den meisten Schichten der Ablagerungsphasen Q11 bis Q15. In den jüngeren Schichten – von der Schicht mit der Zunahme des Verarbeitungsabfalls bis zur letzten Schicht – war ihr Gewicht jedoch größer oder gleich groß wie das der abgeschlagenen Enden. Es ist unklar, welche Bedeutung die deutliche Zunahme der abgesägten Enden am Ende der Phase 2 hat, da die in der Grabung unterschiedenen vier Befunde nach PFROMMER nur zwei Schichten umfassen. Ein distales Metapodienende mit bis zur Hälfte quer vom Knochenschaft abgesägter Scheibe aus der jüngsten Schicht der Phase 2B zeigt die Beziehung zwischen den abgesägten Enden und den durchbohrten Schaftscheiben, die beide für die gesamte Phase 2 kennzeichnend sind. Ein relativ hoher Anteil an Scheiben fiel bei der Materialdurchsicht v. a. unter den durchbohrten Leisten der Ablagerungsphasen Q13 und Q14 auf, in denen vereinzelte Konzentrationen an abgesägten Enden registriert wurden.

Der Gewichtsanteil der durchbohrten Leisten am gesamten Verarbeitungsabfall war mit etwa 50% in Phase 2 bedeutend höher als in den Phasen 1 und 3 (Tab. 5). Das deutet darauf hin, dass in Phase 2 bei der Leistenanfertigung relativ gesehen viel weniger Knochenabfall anfiel als in den beiden anderen Phasen.

Dies war nur teilweise durch den verschwindend geringen Anteil der Leistenanfertigung aus Unterkiefern in Phase 2 bedingt, bei der – wie bereits erläutert – mehr Abfall als bei der Anfertigung aus Metapodien anfiel (s. Kap. 2.3.2.2). Wenn das Gesamtgewicht der Leisten mit dem Gewicht des Abfalls der Leistenanfertigung aus Metapodien verglichen wird, ist der Leistenanteil in Phase 1 und 3 niedriger, obwohl darin im Gegensatz zu Phase 2 außer Metapodienleisten noch ein bedeutender Anteil Kieferleisten enthalten ist (Tab. 6). Der Grund dafür kann in der Nutzung noch anderer Knochen in Phase 2, ebenso wie in der Technik der Leistenanfertigung liegen (s. Kap. 3.4). Dass die Metapodiensplitter in Phase 2 einen relativ geringen Gewichtsanteil haben, muss wohl in Verbindung mit der Anfertigung gesägter Knochenscheiben gesehen werden, bei der zwar Sägemehl anfiel, aber keine Splitter. Zu prüfen bleibt, ob auch die Leistenanfertigung aus Metapodien weniger Abfall mit sich brachte und effizienter war als in den beiden anderen Phasen (s. Kap. 3.4).

Insgesamt über hundert Würfel und Würfelrohlinge sowie etwa die gleiche Anzahl an Würfelstäben und deren Enden aus den Planierungsphasen Q11–Q15 und aus sämtlichen beschriebenen darunter liegenden Mischschichten deuten darauf hin, dass im selben Zeitabschnitt auch Würfel aus Metapodien angefertigt wurden (Tab. 7). Bedeutend ist in diesem Zusammenhang eine Knochenleiste mit unvollendeter Durchbohrung, die – nachdem sie sich wohl beim Bohren der Länge nach gespalten hatte – zu einem Würfelstab umgestaltet wurde (Phase Q15: Abb. 19).<sup>107</sup> Es ist unwahrscheinlich, dass sich ein Würfelhersteller die Mühe machte, eine Knochenleiste von der Abfalldeponie in seine Werkstatt zu bringen. Damit deutet dieser Fund nicht nur auf eine gleichzeitige Produktion, sondern auch auf eine Zusammenarbeit der Würfelhersteller und der Perlendreher hin, zumindest im Bereich der Materialbeschaffung. Sie hatten immerhin Rindermetapodien als gemeinsame Rohstoffquelle. Auch benutzten beide Handwerkszweige in dieser Produktionsphase Sägen.<sup>108</sup> ERATH fand allerdings keine Hinweise, dass Sägen beim Anfertigen von Würfelstäben benutzt wor-

107 Bef. 485 (Fundnr. 01/491).

108 Ein Vergleich der benutzten Sägeblattstärken beider Handwerkszweige könnte Informationen zu weiteren Feldern der Zusammenarbeit erbringen.



Abb. 19: Knochenleiste mit unvollendeter Durchbohrung, die nachträglich zu einem Würfelstab umgestaltet wurde.

den wären: weder beim Entfernen der Metapodienenden noch beim Zerteilen der Knochensäfte in schmale Scheite.<sup>109</sup> Vereinzelt Knochenleisten mit Sägespuren in der Längsrichtung der Knochen sowie Metapodiensplitter mit Sägeflächen sind Zeugen des Einsatzes von Sägen bei unterschiedlichen Techniken der Knochenverarbeitung in dieser Phase.

Sägen wurden auch beim Drechseln von Knochen benutzt. Quer gesägte Scheiben, die an der Außenseite rund geschnitten wurden und als Abfälle von Arbeiten an der Drehbank angesehen werden, häuften sich in einem einzigen Befund von der jüngsten Planierung vor dem Bau des Mikwenhauses sowie in einem einzigen Befund aus der Baugrubenverfüllung dieses Hauses mit umgelagertem Planierungsmaterial (Tab. 9).<sup>110</sup> Weitere Stücke stammen aus den Schichten der Produktionsphase 2B. Die stratigraphische Verteilung von abgesägten Distalenden und Schaftstücken, die an der Außenseite grob geglättet wurden, entspricht der Verteilung der Bohrabfälle von Knochen der gesamten Produktionsphase 2 – von der Ablagerungsphase Q9 (Bef. 282) bis zur letzten Schicht der Phase 2B (Bef. 609). Da es auch einige durchbohrte, an der Außenseite geglättete Scheiben gibt, stellt sich die Frage, ob diese Glättung an der Außenseite vielleicht vereinzelt aus nicht ersichtlichen Gründen in der Werkstatt der Perlenbohrer ausgeführt wurde. Eine andere Möglichkeit wäre, dass man das Rohmaterial, das für Arbeiten an der Drehbank präpariert wurde, nachträglich zum Perlenbohren verwendete. Letzteres würde auf eine Zusammenarbeit zwischen Perlenbohrern und Knochendreher hinweisen. Dagegen sind abgesägte und abgeschlagene Distalenden, die sowohl an der posterioren wie an der anterioren Seite flach geschnitten wurden, kaum als Material zu deuten, das für Arbeiten an der Drehbank dienen sollte.<sup>111</sup>

Außer aus Knochen wurden auch Leisten aus Holz angefertigt und Gegenstände daraus herausgebohrt. Holzperlen und durchbohrte Holzleisten kommen in allen Befundgruppen mit Fundmaterial der Produktionsphase 2 vor (Tab. 8). Ihre Konzentration entspricht der des Abfalls von der Anfertigung von Knochenleisten. Deshalb ist anzunehmen, dass Holzperlen sowie Knochenperlen in derselben Werkstatt bzw. denselben Werkstätten entstanden.

#### 2.3.2.4 Phase 3 (etwa 1400–1450)

Abfälle mit den Charakteristiken der Produktionsphase 3 kamen in Schnitt 3, 4 und 8 vor. Dabei zeigte sich entweder eine Vermischung oder ein allmählicher, fließender Übergang in Schnitt 3 in

109 ERATH 1996, Kap. 5.1.2 und 5.1.3. Es ist zu fragen, an welchen Hinweisen zu erkennen ist, dass Metapodienenden nicht für die Perlenproduktion aus Knochenscheiben abgesägt wurden, sondern für die Würfelanfertigung.

110 Bef. 485 (Ablagerungsphase Q15) bzw. Bef. 671 (PFROMMERS stratigraphische Phase A).

111 Diese Vermutung wird von M. TIELENS unterstützt (mündliche Mitteilung) die über Erfahrung im Perlenbohren sowie in der Drehbankarbeit verfügt. Die stratigraphische Verteilung dieser zweiseitig in eine flache Form gebrachten Enden beschränkte sich auf die jüngeren Ablagerungen der Produktionsphase 2A (Ablagerungsphasen Q13 [fünf Stück], Q15 [Bef. 485, zwei Stück] und des Mikwenhausbaus [Bef. 671, ein Stück]) und Phase 2B (umgelagert in Bef. 752, zwei Stück).

den Befunden, die auf Befunde mit Abfällen der Phase 2B folgten.<sup>112</sup> Besonders in der Schichtenabfolge nördlich des Entwässerungskanals, d. h. an der Seeseite, zeigte sich ein fließender Übergang bei vier aufeinander folgenden Schichten (nämlich Bef. 827, 606, 764 und 520) über dem Strandhorizont Bef. 677 (Abb. 11), der nicht durch eine spätere Umlagerung zu erklären ist. Auch südlich des Kanals waren im Material des letzten Befundes der Phase 2B Ansätze einiger Änderungen zu bemerken, die sich im folgenden Bef. 513 fortsetzten und sich erst ab dem darauf folgenden Bef. 515 stabilisierten. Dies deutet auf eine Kontinuität in der Produktion und der Ablagerung der Abfälle der Produktionsphasen 2 und 3 hin und somit auf eine Kontinuität bei den Werkstätten.<sup>113</sup>

In der Ablagerung der Abfälle aus Produktionsphase 3 sind unterschiedliche Phasen zu erkennen:

I. Planierungs- oder Abfallsschichten von 10 bis 20 cm Stärke mit primär abgelagertem Abfall wurden nördlich und südlich des Entwässerungskanals angetroffen. Der Anteil der Verarbeitungsabfälle am Knochenmaterial und das Verhältnis der Materialgruppen untereinander variierten stark (Tab. 3). Auf die Ablagerung der Abfälle der Phase 2 südlich des Kanals folgte anscheinend die Deponierung eines etwa 55 cm starken Schichtenpakets nördlich des Kanals (Bef. 827–520; Abb. 11) mit Abfällen vom Übergang von Produktionsphase 2 zu 3.<sup>114</sup> Die Konzentration des Verarbeitungsabfalls in der ältesten Schicht dieses Pakets (Bef. 827) entsprach derjenigen im letzten Befund südlich des Kanals mit Abfällen aus Produktionsphase 2 (Bef. 609), während die Konzentration im weiteren Verlauf des Pakets auf 43 bis 35% der Knochenfunde absank (Tab. 3). Die Abfalldeponierung südlich des Kanals setzte sich erst am Ende des Übergangs von Produktionsphase 2 zu 3 mit einigen Schichten fort (Bef. 513, 515 und 517; Abb. 11), in denen die Konzentration der Verarbeitungsabfälle mit 10 bis 18% der Knochenfunde im Vergleich zu den Konsumabfällen gering blieb.<sup>115</sup> Auf sie folgte eine nicht mehr als 15 cm starke „Knochenleistschicht“ (Bef. 472), die hauptsächlich aus Abfällen der Knochenverarbeitung bestand, ähnlich wie die an die Holzverschalung heranplanierten „Paternoserschichten“ der Ablagerungsphase Q13 in Schnitt Q1–Q5 und ähnlich wie die jüngeren Schichten der Produktionsphase 2B in Schnitt 3 (Bef. 638, 637 und 609a; Tab. 3).

II. Auf die Ablagerung der Knochenleistschicht 472 folgte die Ablagerung einer Serie von sehr unterschiedlichen Abfallsschichten südlich des Kanals (PFROMMERS Ablagerungsphase S9), die im Allgemeinen geringe Mengen an Abfall von der Knochenverarbeitung in sehr unterschiedlichen Konzentrationen sowie im Verhältnis zum Konsumabfall enthielten. Die Stärke der Schichten, die Bodenart sowie die Zusammensetzung der Funde und auch das Verhältnis zwischen den Materialgruppen der Knochenfunde schwankten stark. Die darin enthaltenen Abfälle der Technik des Knochenbohrers werden als primär deponierter, jüngerer Teil der Produktionsphase 3 betrachtet. Diese Schichten wurden nicht in JUNKES' Fundmatrix aufgenommen und dadurch auch nicht in die Materialauswahl und in die weitere Auswertung mit einbezogen. Daten zur Materialzusammensetzung aus der allgemeinen Materialdurchsicht zeigten die Charakteristiken der Produktionsphase 3 und keine erkennbaren wesentlichen Unterschiede zu den unter I genannten Schichten, mit Ausnahme einer Zunahme des Anteils der Unterkieferabfälle und eine Abnahme des Leistenanteils. Allerdings wird die Relevanz dieser Feststellungen durch die geringe Menge an Material (14 kg Verarbeitungsabfall) und die Schwankungen in der Anzahl eingeschränkt.

112 Die Fortsetzung des Strandhorizontes in Schnitt 4 (Bef. 852) zeigte ebenfalls eine Vermischung von Material aus den Produktionsphasen 2 und 3. Der Horizont war während der Ablagerung der Abfälle aus der Produktionsphase 2 nicht abgedeckt. Dadurch konnten die Abfälle durch Wasserbewegungen aus den landeinwärts liegenden Schichten hineingeschwemmt werden und später mit Abfallstücken aus der Produktionsphase 3 dadurch vermischt werden, dass diese aus darüber liegenden Schichten abgesenkt wurden. Das Material aus Bef. 852 wurde deshalb nicht mitgerechnet.

113 Es ist äußerst unwahrscheinlich, dass in demselben Zeitraum und in denselben Ablagerungsschichten die Abfallablagerung einer neuen Werkstatt(-gruppe) allmählich zunahm, während die Abfallablagerung der alten Werkstatt(-gruppe) abnahm oder sogar aufhörte.

114 Vier Schichten: Bef. 827, 606, 764 und 520. Die Stärke des Schichtenpakets wurde am Ostprofil (Profil 4) von Schnitt 3 abgelesen (Abb. 11). In Tab. 2 bis 6 wurden die Daten dieser Schichten zusammen mit denen von Bef. 513 von denen der Phase 3.I getrennt.

115 Konsumabfälle waren in diesen Befunden in den gebräuchlichen, beachtlichen Mengen vorhanden.

III. Die oberen Schichten der Unterfütterung des Kanalbodens (Abb. 11) enthielten umgelagertes und durchmischtes Fundmaterial der unter 3.I und 3.II genannten Schichten.<sup>116</sup> Eine Vermischung mit Fundmaterial aus der Produktionsphase 2B ist möglich, aber in der Materialzusammensetzung nicht sichtbar, weshalb sie höchstens in sehr geringem Umfang aufgetreten sein kann. Da 70% des Gesamtgewichts der Verarbeitungsabfälle der Ursprungsschichten aus der Knochenschicht Bef. 472 stammen, dürften die Abfälle aus der letztgenannten Knochenschicht wohl in den hier besprochenen Unterfütterungsschichten vorherrschen. Die Konzentration des Verarbeitungsabfalls und das Verhältnis der Materialgruppen zueinander schwankten nur wenig. Das Gewicht des Verarbeitungsabfalls ist etwa gleich bis anderthalbmal so groß wie das des Konsumabfalls.

IV. Es handelt sich um Schichten der gezielten Aufplanierung des Geländes mit zum Teil umgelagerten Altfunden.<sup>117</sup> Die durchbohrten Knochenleisten sind relativ stark fragmentiert und machen den Eindruck, dass sie vermischt sind oder umgelagert wurden. Die Unterschiede in der Konzentration und Materialzusammensetzung der Abfälle der Knochenverarbeitung waren gering. Der Anteil der Verarbeitungsabfälle am gesamten Knochengewicht schwankte zwischen 40 und 65%. Verglichen mit den anderen Ablagerungsphasen der Produktionsphase 3 war das Volumen dieser Schichten beachtlich und als Folge davon auch die Menge des Abfalls der Knochenverarbeitung, die mit mehr als 450 kg mit der Menge aus den Planierungen Q11–Q15 mit Abfällen der Produktionsphase 2 vergleichbar ist. Die Materialzusammensetzung liegt zahlenmäßig völlig im Rahmen der Variationsbreite der anderen Abfallkomplexe der Produktionsphase 3 (Tab. 4), wenn auch vereinzelte Abfallfragmente wie solche von der Perlenproduktion aus quer gesägten Scheiben deutlich anderen Produktionsphasen zuzuweisen sind. Auffallend sind weiter vereinzelte Beispiele von Produkten, die nicht in anderen Komplexgruppen angetroffen wurden, wie z.B. Zylinder und zylindrische Ringlein (s. Kap. 3.3). Vermutlich umfasst der Abfall neben vereinzelt älteren Phasen hauptsächlich Abfälle der Produktionsphase 3, die zum Teil zeitgleich und zum Teil später entstanden sind, als die unter 3.I und 3.II genannten Komplexe. Es ist aber auch möglich, dass sie insgesamt aus einer jüngeren Produktion stammen.

Die Ablagerungsphasen 3.I und 3.II bilden den primär gelagerten, unvermischten Teil des Fundmaterials der Produktionsphase 3, wobei das Material der Phase 3.II wahrscheinlich jünger ist. Die Ablagerungsphasen 3.III und 3.IV bilden den umgelagerten Teil des Fundmaterials. Darin sind die Abfälle aus den Phasen 3.I und 3.II miteinander vermischt. Zusätzlich ist mit einer leichten Mischung mit Material aus älteren Produktionsphasen zu rechnen. In die Analyse der Produktionsphase 3 sind die Ablagerungsphasen III und IV teilweise mit einbezogen, weil der Umfang der Ablagerungsphasen 3.I und 3.II relativ gering ist und ihre Repräsentativität nicht gesichert ist. Außerdem sind von der Ablagerungsphase 3.II keine näheren Daten zu Metapodienenden und durchbohrten Leisten vorhanden (Kap. 3), da sämtliche Befunde dieser Phase nicht in die Harris-Matrix von JUNKES aufgenommen wurden, welche als Basis für die Materialauswahl gedient hat. Die Übergangsphase von Produktionsphase 2 zu 3 fällt in JUNKES' keramischer Periodeneinteilung in die Periode 3A, während die jüngeren Komplexe der Ablagerungsphase 3.I (Bef. 517 und 472) in die Periode 3B fallen.<sup>118</sup> Die unter 3.III und 3.IV beschriebenen Komplexe von umgelagertem Material fallen in JUNKES Matrix insgesamt unter Periode 3B.

Keramikfragmente, die charakteristisch für JUNKES' Periode 3B sind, wurden hauptsächlich im umgelagerten Teil des Materials angetroffen. Dabei sind sie in der großen Aufplanierung 3.IV verhält-

116 Bef. 333, 518, 1004–1006, 850 und 850a. Die darunter gelegenen Schichten 752, 750 und 738 zeigten eine Mischung von Verarbeitungsabfällen der Produktionsphasen 2B und 3.

117 PFROMMERS Ablagerungsphasen S5–S8 (Bef. 835–745). Der Knochenverarbeitungsabfall aus einer Reihe von Befunden in Grabungsschnitt 8 (insgesamt 34,6 kg) zeigte die gleichen Charakteristiken und Materialgruppenverhältnisse, wurde aber in Tab. 2 bis 6 unter Phase 3.IV nicht mitgerechnet.

118 Bef. 515, dessen Knochenverarbeitungsabfall nicht mehr zur Übergangsphase gerechnet wird und vollständig das Muster der Produktionsphase 3 zeigt und in JUNKES' keramischer Periodeneinteilung unter ihre Periode 3A gerechnet wird.

nismäßig häufiger vertreten als in der Kanalunterfütterung 3.III.<sup>119</sup> Daraus können keine eindeutigen Schlüsse gezogen werden. Weil in der Aufplanierung 3.IV, wie bereits angedeutet, außerdem Produkte vom Ausbohren von Knochen vertreten sind, die aus den anderen Ablagerungsphasen nicht bekannt sind, wird der Fundkomplex 3.IV in den Analysen dieser Studie als relativ jüngster Komplex dargestellt. Obwohl die Keramik der Periode 3(A) über absolut datierte Vergleichsfunde in die erste Hälfte des 15. Jahrhunderts eingeordnet wird, gibt JUNKES keinen absoluten Datierungshinweis für das Einsetzen der Keramikcharakteristiken in Periode 3B.<sup>120</sup> Deshalb ist nicht ausgeschlossen, dass die Knochenverarbeitungsabfälle der umgelagerten Komplexe 3.III und 3.IV von derselben Werkstatt oder von denselben Werkstätten stammen wie diejenigen vom Anfang der Produktionsphase 3 und dem Ende der Produktionsphase 2.

Mit insgesamt etwa 750 kg Knochenverarbeitungsabfall ist das Gewicht des Abfalls von Produktionsphase 3 mit dem der Produktionsphase 2 vergleichbar (Tab. 4).<sup>121</sup> Damit ist jedoch nicht gesagt, dass die Produktion beider Phasen etwa gleich groß war.

Während der Abfall der Produktionsphase 2 hauptsächlich aus Resten von Metapodien bestand, machten Rinderunterkiefer fast die Hälfte (45%) des Gewichts der Abfälle der Produktionsphase 3 aus. Der Gewichtsanteil der Abfälle aus der Unterkieferverarbeitung am gesamten Verarbeitungsabfall der Produktionsphase 3 nahm von den älteren zu den jüngeren Komplexen dieser Phase zu: sowohl von Ablagerungsphase 3.I zu 3.II als auch innerhalb 3.II und ferner von 3.II zu 3.IV (Tab. 5). Insgesamt war dieser Gewichtsanteil (45%) jedoch bedeutend kleiner als im Abfall der Phase 1 (77%). Im Gegensatz dazu war der Anteil der Unterkieferfragmente bei den durchbohrten Leisten der Produktionsphase 3 deutlich größer als in Produktionsphase 1, während der Anteil der Metapodienleisten gleich blieb (s. Kap. 3.4; Tab. 41).

So scheint in Produktionsphase 3 bei der Unterkieferverarbeitung deutlich weniger Abfall angefallen zu sein als in Produktionsphase 1. In den Gewichtsverhältnissen der unterschiedenen Gruppen von Unterkieferabfällen sind keine bedeutsamen Unterschiede zwischen den Produktionsphasen 1 und 3 festzustellen (Tab. 10). Weiterhin fällt auf, dass aus Produktionsphase 2 mehr als dreimal so viele durchbohrte Leisten geborgen wurden wie aus Produktionsphase 3, während das Gesamtgewicht der Verarbeitungsabfälle beider Phasen etwa gleich groß war (Tab. 4). Wie bereits in Kap. 2.3.2.3 erläutert, ist dieser Unterschied nicht mit dem ungünstigen Verhältnis von Abfallgewicht zur Leistenproduktion bei der Unterkieferverarbeitung zu erklären.

Es wurden keine Tibien- und Radienfragmente mit Verarbeitungsspuren unter den Abfällen der Produktionsphase 3 gefunden. Um jedoch die Ursachen der unterschiedlichen Gewichtsverhältnisse zwischen Leisten und Abfällen der Leistenanfertigung zu erforschen, ist eine Analyse der Zusammensetzung und der Anfertigung der durchbohrten Leisten erforderlich. Diese wird in Kap. 3.4 beschrieben. An dieser Stelle ist es wichtig zu bemerken, dass der ausgegrabene Abfall aus Produk-

119 Von 95 Fragmenten, die für Periode 3B kennzeichnend sind, wurde ein Fragment in der jüngsten Schicht gefunden, in der sich ausschließlich Abfälle aus der Produktionsphase 2 befanden (Bef. 609); ein Fragment in der Knochenleistenschicht 472 (Komplex 3.I), 25 Fragmente in der Kanalunterfütterung (Komplex 3.III) und 68 Fragmente in der Aufplanierung 3.IV (JUNKES 1991, 60 Tab. 39–43). Das ergibt 3,1% von 2167 Keramikfragmenten in 3.IV gegenüber 1,8% von 1376 Keramikfragmenten in 3.III; 0,4% von 250 Keramikfragmenten in 3.I (ohne Übergangsbefunde; 2,6% von 38 Fragmenten im Horizont von Bef. 472) und 0,1% von 1028 Fragmenten in 2B. Leider sind diese Zahlen nicht aussagekräftig genug, um Eigenarten des Verarbeitungsabfalls aus der Aufplanierung 3.IV als neue Entwicklungen und Zylinder sowie zylindrische Ringlein als Novitäten zu deuten (s. Kap. 3.3).

120 JUNKES' Datierung des Anfangs der Periode 3B „in das ausgehende 15./beginnende 16. Jahrhundert“ stützt sich auf das Ende der Prägezeit einer von 1423 bis 1500 geschlagenen Fundmünze aus der Kanalunterfütterung 3.III (Bef. 333) (JUNKES 1991, 64). Diese Prägezeit schließt eine frühere Datierung keineswegs aus.

121 Das Totalgewicht der Produktionsabfälle der Phase 3 kann nur annähernd geschätzt werden, weil bei 90% des Fundgewichts mit einer begrenzten Beimischung von Abfällen anderer Phasen zu rechnen ist. Es könnte ein Indiz für den Gewichtsanteil dieser Beimischung sein, dass der Anteil von 1% abgesägter Metapodienenden bezogen auf das Gesamtgewicht der Metapodien von Ablagerungsphase 3.III und 3.IV etwa 5 bis 10% vom durchschnittlichen Anteil in Produktionsphase 2 beträgt bzw. vom gesamten Abfall. Eine in dieser Weise hochgerechnete vermutete Beimischung von 35 bis 75 kg würde größtenteils durch nicht mitgerechnete Abfälle aus dem Grabungsschnitt S8 und den Fischmarktschnitten 1 und 2 ausgeglichen.

tionsphase 3 vermutlich von einer bedeutend geringeren Menge an Produkten stammt als derjenige aus Produktionsphase 2.

Bei den Abfällen von anderen Knochen verarbeitenden Handwerkszweigen fällt eine plötzliche und deutliche Erhöhung des Vorkommens von Würfelabfällen in allen Fundkomplexen der Produktionsphase 3 auf. Sie begann in der letzten Schicht mit Abfällen der Produktionsphase 2B (Bef. 609) und zugleich mit der ersten Scherbe, die die keramische Periode 3B kennzeichnet (Tab. 11). Die Zahl der Würfelabfälle stieg nicht nur im Verhältnis zum Gewicht der durchbohrten Leisten, sondern auch im Verhältnis zum Gewicht der Metapodienenden. Es ist unwahrscheinlich, dass eine stark erhöhte Würfelproduktion bedeutend zum erhöhten Gewicht an Metapodienenden in Produktionsphase 3 beigetragen hat. Der gesamte Würfelabfall aus der Grabung kann von weniger als 200 Metapodienenden stammen.<sup>122</sup> Diese würden einen dermaßen geringen Anteil an den hochgerechnet 11 300 Metapodienenden darstellen, allein schon im Abfall der Produktionsphase 3, dass damit nicht erklärt werden kann, warum im Abfall dieser Phase viel weniger durchbohrte Leisten im Verhältnis zu Metapodienabfällen vorkamen als im Abfall der Produktionsphase 2.

Unter den Abfällen der primären Ablagerungen 3.I und 3.II wurde nicht ein einziges abgesägtes Metapodienende gefunden (Tab. 4). Weiterhin verschwanden mit den abgesägten Metapodienenden und den quer gesägten, durchbohrten Scheiben im Abfall der Produktionsphase 3 auch Abfälle, die (möglicherweise) von der Verarbeitung an der Drehbank stammen (Tab. 9). Alle drei Abfallgruppen fehlten im primär deponierten Teil der Abfälle der Produktionsphase 3 (3.I und 3.II), wurden aber in beschränktem Umfang im umgelagerten Teil (3.III und 3.IV) gefunden. Damit wird nicht nur die Beziehung zwischen den abgesägten Metapodienenden einerseits und den quer gesägten durchbohrten Scheiben und den Drehbankabfällen andererseits bestätigt, sondern es stellt sich auch die Frage nach der Beziehung zwischen der Knochenverarbeitung an der Drehbank und der Anfertigung der quer gesägten, durchbohrten Scheiben in Produktionsphase 2. Während zur Würfelanfertigung nach wie vor die Nutzung von Sägen erforderlich war, fehlen in Produktionsphase 3 sowohl Hinweise auf die Nutzung von Sägen in der Knochenbohrtechnik als auch Hinweise auf den Einsatz der Drehbank. Das führt zu der Frage, ob die zum Bohren angefertigten Knochenscheiben nicht in derselben Werkstatt hergestellt wurden wie die Produkte aus Knochen von der Drehbank. Zu dieser Frage sollte die Beziehung zwischen dem Drechseln von Knochen und dem von Holz beleuchtet werden.<sup>123</sup>

Abfälle von ausgebohrten Holzleisten und gedrehten Perlen aus Holz nehmen unter den Abfällen der Produktionsphase 3 ähnlich stark zu wie die der Würfelanfertigung (Tab. 8 und 11, im Verhältnis zu den Knochenleisten mehr als zweimal so viel wie in Produktionsphase 2).

## 2.4 Schlussbemerkungen

Anhand der stratigraphischen Verteilung verschiedener Materialgruppen wurden in den Abfällen der Knochenverarbeitung mit Leistenbohrungen vier Produktionsphasen unterschieden. Die Knochenverarbeitung dieser vier Produktionsphasen hat in mindestens zwei unterschiedlichen Zeitabschnitten stattgefunden, die durch eine Zeitlücke getrennt sind. Die beiden ersten Produktionsphasen (Phasen 0 und 1) sind in das späte 13. bis frühe 14. Jahrhundert zu datieren; die beiden letzten (Phasen 2 und 3) in das letzte Viertel des 14. bis zur ersten Hälfte des 15. Jahrhunderts. Zwischen

122 715 Würfelstäbe dividiert durch vier bzw. fünf Stäbe pro Metapodium erbringen 179 bzw. 157 benutzte Metapodien; zusätzlich 676 Würfel(-rohlinge) dividiert durch zehn Würfel pro Stab mal vier bzw. fünf Stäbe pro Metapodium erbringen zusätzlich 17 bzw. 14 benutzte Metapodien.

123 Das Drechseln von Knochen könnte nebenher in der Werkstatt der Perlenbohrer betrieben worden sein, aber auch nebenher in derjenigen Werkstatt, in der Holz gedrechselt wurde. Obwohl außen geglättete Bohrscheiben in die Richtung der zuerst genannten Möglichkeit weisen könnten, ist die Investition einer Drehbank für eine Nebenarbeit in geringem Umfang unwahrscheinlich. Es ist allerdings schwer einzuschätzen, welchen Umfang das Drechseln von Knochen angenommen hat.

den beiden ersten Produktionsphasen (Phasen 0 und 1) ist eine kontinuierliche Aufeinanderfolge der Werkstätten nicht ausgeschlossen, zwischen den beiden letzten (Phasen 2 und 3) ist sie wahrscheinlich. Wegen der Zeitlücke von mindestens einem halben Jahrhundert ist eine solche Aufeinanderfolge bei den Werkstätten in den Produktionsphasen 1 und 2 äußerst unwahrscheinlich.

Der Umfang des Abfalls in den beiden ersten Produktionsphasen ist relativ gering und im Vergleich zum Umfang der beiden jüngeren verschwindend gering.

Die Art der Ablagerung lässt eine Beziehung zwischen dem Knochenverarbeitungsabfall und dem Klosterhof unwahrscheinlich erscheinen. Der Abfall der Knochenverarbeitung der Produktionsphasen 1 bis 3 wurde von der bürgerlichen Straßenseite aus abgelagert. Für Produktionsphase 0 ist eine Beziehung zum Klosterhof weder auszuschließen noch nachzuweisen. Es besteht somit kein Grund zu der Annahme, die Handwerker seien Geistliche oder mit einer geistlichen Instanz verbunden gewesen.

In den Produktionsphasen 0 und 1 wurden Knochenringe hergestellt, in Produktionsphase 0 zusätzlich andere, flache Gegenstände mit unbekannter Form und Funktion. In den Produktionsphasen 2 und 3 dagegen wurden v. a. Perlen angefertigt, nebenher in beschränkter Menge Ringe, in Phase 3 zusätzlich flache Ringe. In Kap. 3.3 wird auf die Produktpalette näher eingegangen.

In den Produktionsphasen 2 und 3 wurden auch Leisten zum Bohren aus Holz hergestellt, wahrscheinlich in derselben Werkstatt oder denselben Werkstätten wie die Leisten zum Bohren von Knochen. In den Produktionsphasen 2 und 3 scheinen ebenfalls gleichzeitig mit dem Bohren von Knochen auch Knochenwürfel hergestellt worden zu sein. Für die Produktionsphase 1 ist fraglich, ob Würfel hergestellt wurden. Dagegen scheint die Würfelanfertigung während der Produktionsphase 3 größer gewesen zu sein als während Phase 2. Zwar gibt es Hinweise auf gewisse Kontakte zwischen Würfelherstellern und Perlenbohrern, Art und Ausmaß einer möglichen Zusammenarbeit müssen jedoch noch geklärt werden (vgl. Kap. 4.7). Knochenfragmente, die als Abfälle der Verarbeitung an einer Drehbank gedeutet werden, wurden zusammen mit Bohrabfällen der Produktionsphasen 0 und 2 gefunden. Es stellt sich allerdings die Frage, ob die Deutung korrekt ist, da es sich um Abfälle der Arbeit an der Drehbank handelt. Zu erforschen ist, ob die Stücke nicht (teilweise) Abfälle anderer Techniken zur Ring- und Perlenherstellung sind. So ist z. B. aus der Schweizer Frohburg eine Technik bekannt, bei der Ringe quer aus dem Schaft eines Röhrenknochens gesägt und nachträglich rund geschliffen wurden.<sup>124</sup> Für die Abfälle aus Produktionsphase 2, die als Abfälle der Arbeit an der Drehbank verstanden wurden, sollte eine mögliche Beziehung zur Anfertigung von Perlen aus quer gesägten Bohrscheiben untersucht werden. Eine solche Beziehung wäre nicht nur technisch denkbar, sondern sie ist auch stratigraphisch feststellbar.

Das Herausbohren von Gegenständen aus quer aus dem Knochenschaft gesägten Scheiben ist auf die Produktionsphase 2 beschränkt. Somit ist die Nutzung von Sägen in der Werkstatt zum Knochenbohren in dieser Phase belegt, wohingegen der Einsatz von Sägen während Produktionsphase 1 in den Abfällen der Bohrwerkstatt auffallend fehlt und auch in anderen Abfällen der Knochenverarbeitung nicht sicher nachzuweisen ist. Für die Produktionsphase 3 fehlen bislang ebenfalls Hinweise auf das Benutzen von Sägen beim Knochenbohren.

In Phase 1 und 3 wurden außer Metapodien auch Rinderunterkiefer zum Bohren von Knochenleisten verwendet. Die Anfertigung von Knochenleisten aus Unterkiefern erzeugte mehr Abfall als diejenige aus Metapodien. Somit scheint es bei der Anfertigung von Knochenleisten aus Unterkiefern eine weniger effiziente Ausnutzung des Ausgangsmaterials gegeben zu haben. Dieser Unterschied ist im Abfall der Produktionsphase 1 ausgeprägter als in Produktionsphase 3.

In Produktionsphase 2 scheint die aus dem Ausgangsmaterial erzielte Ausbeute an Leisten und Scheiben, die zum Bohren dienen sollten, am höchsten zu sein. Der Anteil der durchbohrten Leisten und Scheiben ist in Produktionsphase 2 höher als in den Produktionsphasen 1 und 3 – und zwar nicht nur der Anteil am Gesamtgewicht der Abfälle der Knochenverarbeitung, sondern auch bereits der Anteil am Abfall der Verarbeitung von Metapodien. Im genannten Gesamtgewicht wurden

124 TAUBER 1977, 219 f.

jedoch nur Abfälle von Metapodien und Kiefern mitgerechnet, keine anderen Knochen. Andere Knochen wie Radien und Tibien von Rind und Pferd, die unter den Abfällen der Produktionsphasen 0, 1 und 2 vereinzelt festgestellt wurden, könnten zu dem hohen Gewichtsanteil der durchbohrten Leisten in Produktionsphase 2 beigetragen haben. Der Anteil dieser und anderer Skelettelemente wird in Kap. 3.4 anhand einer Analyse der durchbohrten Leisten und Scheiben beleuchtet.

Die relativ große Menge an Leistenabfall in Produktionsphase 2 kann auch durch Änderungen in der Zusammensetzung des Abfalls bei der Deponierung bedingt sein. So fällt auf, dass hohe Gewichtsanteile der Leisten sich v. a. in den Planierhorizonten mit der höchsten Konzentration an Abfällen aus der Knochenverarbeitung befinden – sowohl von Produktionsphase 2 als auch von Produktionsphase 3. Für Phase 2 sind dies die Planierungen während des Zeitraums kurz vor der Errichtung der Holzverschalung bis zum vorletzten Horizont vor dem Mikwenbau. Außerdem zählen dazu die Schichten der Produktionsphase 2B in Schnitt 3; für die Produktionsphase 3 betrifft es nur die Leistenschicht 472.<sup>125</sup> Es stellt sich die Frage, ob die erhöhte Konzentration an durchbohrten Leisten in diesen Schichten, v. a. unter dem Mikwenhaus in der Münzgasse 4, die Folge einer bewussten Auswahl des deponierten Abfalls ist oder die Folge einer Änderung in der Zusammensetzung des zur Verfügung stehenden Abfalls. Die Beantwortung erfordert nähere Analysen des Verarbeitungsabfalls. Schwankende Anteile der Abfallgruppen am gesamten Verarbeitungsabfall in den Phasen 2 und 3 stehen im Widerspruch zu einer Arbeitsweise, bei welcher der ganze Verarbeitungsprozess von einem vollständigen Knochen bis zum Herausbohren des Gegenstandes in einer Abfolge ausgeführt wurde. Das deutet darauf hin, dass Arbeitsschritte, die wiederholt wurden, ohne Unterbrechung während einer bestimmten Zeitvorgabe getrennt von anderen Schritten ausgeführt wurden. Für Phase 1 reichen die Daten für derartige Schlussfolgerungen nicht aus (vgl. weiter Kap. 3.4).

In den folgenden Kapiteln wird nach einer Besprechung technischer Aspekte im Allgemeinen und durch die Analyse von Stichproben verschiedener Gruppen des Abfallmaterials der Arbeitsvorgang näher untersucht.

### 3. Das Fundmaterial

#### 3.1 Die Technik und ihre Spuren im Allgemeinen

##### 3.1.1 Die Bohrtechnik

###### 3.1.1.1 Einführung in die Bohrtechnik

Den Kern des untersuchten Materials bilden Leisten und Scheiben mit Serien zirkelförmiger Löcher. Diese sind durch das Herausbohren von Gegenständen aus der Knochenwand unter Einsatz eines eisernen Bohrers entstanden. Ein solcher Bohrer hatte in der Mitte eine längere Zentralspitze mit zwei flankierenden Seitenarmen. Die Bohrkante zeigte das Negativ von einer Hälfte der Form des erwünschten Gegenstandes (Abb. 20).

Mit der längeren Zentralspitze wurde die Leiste oder Scheibe bis zur anderen Seite ganz durchbohrt. Der Rest des Profils wurde in den meisten Fällen nur bis zur Hälfte der Knochenwand herausgebohrt. Danach wurde die Leiste oder Scheibe umgedreht und die Zentralspitze nun von dieser Seite in das Mittelloch eingesteckt. Dann wurde als Spiegelbild die zweite Hälfte des Gegenstandes

<sup>125</sup> Die erhöhte Konzentration an Verarbeitungsabfällen wird in all diesen Horizonten nicht nur durch den darin befindlichen erhöhten Anteil der durchbohrten Leisten bedingt, sondern zum Teil auch durch eine erhöhte Konzentration anderer Verarbeitungsabfälle (vgl. Tab. 6). In den Ablagerungsphasen Q12B bis einschließlich Q15A sowie in Bef. 472 ist das Gewicht der durchbohrten Leisten größer als das Gewicht der Metapodienenden und -fragmente zusammengekommen. In der Schichtenfolge 677 bis 609 von Produktionsphase 2B liegt das Leistengewicht nur wenig unter dem der Metapodienabfälle; in den übrigen Komplexen ist das Leistengewicht generell deutlich geringer als das der Metapodienabfälle.

herausgebohrt, bis die von den Seitenarmen eingekerbten Bohrrinnen einander von beiden Seiten berührten. Dadurch, dass die Zentralspitze von beiden Seiten in das gleiche Mittelloch eingeführt wurde, bildeten die Bohrrinnen die beiden identischen Hälften eines vollständig geformten Gegenstandes. Dieser brach aus der Leiste heraus und hinterließ ein ausgebohrtes rundes Loch. Die Form des Gegenstandes wurde durch die Form der Bohrspitze vorgegeben. Außerdem konnten in einem Bohrvorgang gleichzeitig mehrere Gegenstände entstehen.

Der geschilderte Vorgang lässt sich anhand bekannter Beispiele aus dem 20. Jahrhundert nachvollziehen, in dem die Technik noch benutzt wurde,<sup>126</sup> aber auch an Spuren auf den Leisten und Scheiben selbst. Letztere werden in den Absätzen 3.1.2 bis 3.1.4 beschrieben.

### 3.1.1.2 Bohrspuren

In einer Reihe von Leisten und Scheiben wurden die Löcher teilweise nur bis zur Hälfte, d. h. bis zur Mitte der Knochenwand, herausgebohrt. In diesen Fällen ist in der ausgebohrten Hälfte die Form des halbfertigen Gegenstandes zu sehen: in den meisten Fällen perlen- oder ringförmig. Im Zentrum der Bohrung, d. h. in der Mitte des Gegenstandes, befindet sich in solchen Fällen immer das *Mittelloch* mit einem geringen Durchmesser, das ganz bis zur anderen Seite der Leiste oder Scheibe durchgeht. In manchen Fällen steckt in diesem Mittelloch ein eiserner Stift mit viereckigem Schnitt (Abb. 21).<sup>127</sup> Es wird angenommen, dass es sich dabei um die *Zentralspitze* des Bohrers handelt, die während des Bohrens abgebrochen ist.

Neben halb ausgebohrten Löchern gibt es auch solche, in denen sich an der anderen Leisten- oder Scheibenseite das Spiegelbild des halben Gegenstandes befindet. In solchen Fällen teilen sich beide Hälften ein und dasselbe Mittelloch. Beide Hälften passen meistens genau aufeinander, wobei sie am Außenrand durch einen schmalen Rest Knochenwand voneinander getrennt werden. In den ausgebohrten Löchern, in denen sich kein Gegenstand mehr befindet, ist in vielen Fällen an der Stelle, an der beide Bohrhälften einander berühren, ein Bruchrand oder *Stoßgrat* zu erkennen, der meistens etwa in der Mitte der Wand des Loches zu sehen ist (Abb. 21 und 22). Auf der restlichen Wandfläche des Loches sowie auf den darin befindlichen Hälften der Gegenstände sind horizontale bzw. konzentrische Drehspuren zu erkennen. Die horizontalen Drehspuren auf der Lochwand erklären sich durch einen geringen Spielraum des Bohrers. Die konzentrischen Rillen auf den Gegenständen rühren von kleinen Unregelmäßigkeiten und Beschädigungen auf der Schnittfläche des Bohrers her. In manchen Fällen ist auf denselben Oberflächen sowohl bei der Lochwand als auch bei den Gegenständen an einer Bohrseite eine Kante zu sehen (die „*Bohrkante*“), die quer zu den Drehspuren verläuft, d. h. vertikal auf der Lochwand und radial auf den Gegenständen (Abb. 22 bzw. 23 und 25). Diese Kante markiert in den meisten Fällen ein leichtes Versetzen der gebohrten Knochenoberfläche. So etwas entstand in dem Moment, in dem sich der Gegenstand von der Lochwand löste, der Druck vom Bohrer auf den Gegenstand aufhörte und das Abschaben der Knochenoberfläche durch die Schnittfläche des Bohrers plötzlich beendet wurde.

Der Höhenunterschied an der radialen Kante auf der Oberfläche des Gegenstandes zeigt die Höhe der Knochensubstanz an, die bei der letzten Umdrehung des Bohrers abgeschabt wurde. Dieser

126 M. G. SÁNDOR (1961, 143 f.) zeigt ein Beispiel aus dem ungarischen Szolnok. Mechanisch angetriebene Elfenbeinperlenbohrer wurden 1991 in der Werkstatt der Firma Kaiser in Bad König im Odenwald in Betrieb gesehen und vom Verfasser selbst bedient.

127 Diese wurden in acht Leistenfragmenten beobachtet, die alle wahrscheinlich oder sicherlich der Produktionsphase 2 entstammen: fünf Leisten mit kleinen Perlen (R1567: Fundnr. 01/65: Bef. 75 in PFROMMERS Phase Q13; Fundnr. 01/238: Bef. 218 in PFROMMERS Phase Q8; zwei Leisten aus Fundnr. 01/243: Bef. 219 in PFROMMERS Phase Q13; Fundnr. 01/474: Bef. 475 in PFROMMERS Phase Q12); eine Leiste mit großen Perlen (R1697: Fundnr. 01/144: Bef. 175a in PFROMMERS Phase Q13–Q15); zwei Scheiben (R1565: Fundnr. 01/270: Bef. 234; R2652: Fundnr. 01/716: Streufund Q1–Q5). Hochgerechnet auf den nicht gesichteten Teil der Abfälle mit unvollständig ausgebohrten Perlen ist damit zu rechnen, dass sich im gesamten Fundkomplex zwei- oder dreimal so viele abgebrochene Bohrspitzen befinden.

Abb. 20 (rechts): Schematischer Querschnitt durch eine Knochenleiste, von einer Seite bis zur Hälfte angebohrt, darüber der Bohrer.

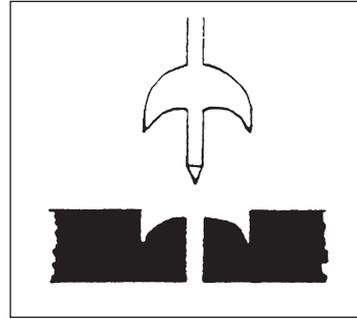


Abb. 21 (unten): Durchbohrte Knochenleiste mit Stoßgrat auf gleicher Höhe in fünf aufeinanderfolgenden Bohrlöchern, die von beiden Seiten bis zur Hälfte ausgebohrt wurden. Im sechsten Loch steckt die eiserne Zentralspitze eines Bohrers, abgebrochen beim Anbohren der zweiten Hälfte. Die zuerst angebohrte Hälfte dieses Bohrlochs zeigt die halb herausgebohrte Perle (Bef. 175A, R1697).

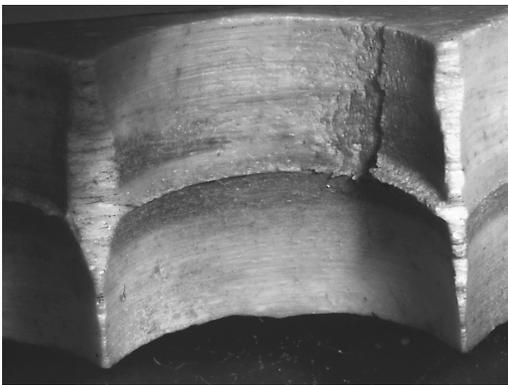


Abb. 22 (links): Nahaufnahmen der Wand von einem Bohrloch mit vertikal verlaufender Bohrkante in der zuletzt ausgebohrten Wandhälfte. Der Stoßgrat ist im Anschluss an die Bohrkante unterbrochen, M knapp. 2 : 1. – Abb. 23 (rechts): Kleine Perle, deren Bruchrand von der Bohrkante abgeschnitten wird, während beide Bohrhälften dahinter nahtlos aneinander anschließen.

Höhenunterschied kann an der Oberseite der Gegenstände bis 0,4 mm groß sein. An verschiedenen herausgebohrten Perlen und Ringen ist zu sehen, wie sich der Bruchrand oder Stoßgrat an der Seite des Gegenstandes anschließend zum unteren Ende der Bohrkante hin stark verschmälert fortsetzt oder ganz aufhört, so dass beide Bohrhälften einander berühren (Abb. 23).

Bezeichnenderweise ist eine radiale Bohrkante auf der Oberfläche eines Gegenstandes ausnahmslos nur an einer Bohrseite zu finden. Manchmal sind auf dieser Seite sogar zwei radiale Bohrkanten zu sehen, die vom Mittelloch aus in entgegengesetzter Richtung verlaufen. Auf deren Entstehung wird weiter unten näher eingegangen.

Nicht nur auf den Oberflächen von (teilweise) herausgebohrten Gegenständen, sondern auch an der Wand des Bohrloches selbst können Bohrkanten zu erkennen sein. Diese verlaufen an der zuletzt ausgebohrten Lochhälfte vom Stoßgrat aus zur Leistenoberfläche quer zu den Drehrillen (Abb. 22). Sie deuten darauf hin, dass die Außenseite des Seitenarms des Bohrers am Ende vertikal und an der Seite der Schnittfläche scharfkantig war. Es ist anzunehmen, dass die schabende Wirkung dieser

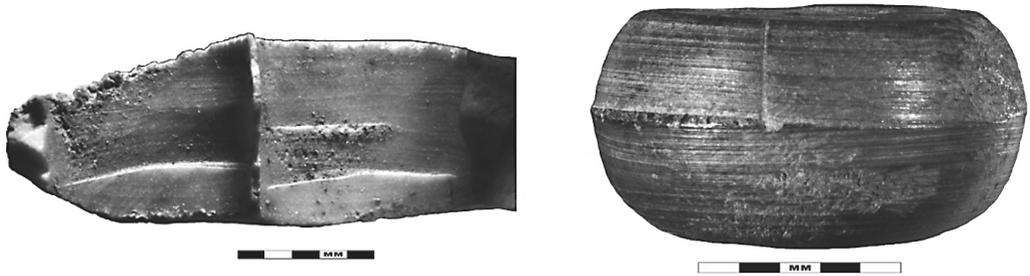


Abb. 24 (links): Wand von Bohrlöchern, in denen sich der Bohrer nach Durchstoßen des Stoßgrats in der zweiten Bohrhälfte weitergedreht hat. Zu sehen ist dies durch ein Überlagern der Bohrrillen in der zweiten Bohrhälfte sowie ein Verschieben der Wandfläche. – Abb. 25 (rechts): Perle mit Bohrkante in der oberen Bohrhälfte und Änderung der Richtung der Drehrillen zwischen beiden Bohrhälften, entstanden durch eine Änderung der Bohr- richtung.

Außenseite bei Berührung der Lochwand den Reibungswiderstand verringerte und einen geringen Spielraum zwischen den Außenseiten der Bohrer und der Lochwand schuf.

Nach dem Abschleifen des letzten Streifens des Stoßgrats, bei dem der Gegenstand sich von der Lochwand löste, konnte die Bohrung auf unterschiedliche Weise beendet werden, wobei sie unterschiedliche Spuren auf der Lochwand hinterließ.

Eine Möglichkeit ist, dass der Bohrer sich im Loch weiter frei gedreht hat, während der Gegenstand, zwischen die Seitenarme gepresst, sich gleichzeitig mit dem Bohrer im Loch drehte. Wenn dabei kein Druck ausgeübt oder der Druck von einem Brett unter oder hinter der Leiste aufgefangen wurde, sind in der Lochwand zwei Flächen mit parallel laufenden Bohrrillen ohne Überlagerung und Bohrkante nebeneinander zu sehen (Abb. 21). Eine andere Möglichkeit ist, dass der Bohrer angehalten wurde und eine vertikale Bohrkante an der Lochwand hinterließ, eventuell mit angrenzend abgeschnittenem Stoßgratrest (Abb. 22).

Wenn der Druck nicht aufgefangen und der Bohrer über den Stoßgrat hinaus in die andere Bohrlochhälfte durchgestoßen wurde, wurden die Drehrillen in dieser anderen, zuerst ausgebohrten Bohrlochhälfte nicht selten von diversen Spuren überlagert. Auch konnte es durch den Druck passieren, dass der Gegenstand aus dem Loch herausbrach, bevor der Stoßgrat ganz abgeschliffen war. An der Lochwand und auf dem Gegenstand blieb dann ein Bruchrand auf dem Stoßgrat zurück (Abb. 23). Wenn der Bohrer in solchen Fällen unmittelbar beim Ausbrechen angehalten wurde, hinterließ dieser auf der Lochwand eine kurze Unterbrechung des Bruchrandes oder des Stoßgrats. Die Vorderseite, d. h. die Schnittseite des Bohrerarms, kann dann eine Bohrkante hinterlassen haben, die vom abgeschnittenen Ende des Bruchrandes aus in die zuerst ausgebohrte Bohrlochhälfte hinunterführte. Die Breite der Stoßgratunterbrechung kann unter Umständen einen Hinweis auf die Breite des Bohrblattes an der Außenseite des Bohrers geben. Die Bohrblattbreite war in jedem Fall kleiner als die Stoßgratunterbrechung. Letztere weist Minimalbreiten von 1,8 bis 2,4 mm auf. In manchen Fällen ist eine zweite schwache Bohrkante parallel zu und kurz hinter der ersten Bohrkante zu sehen. Eine solche Bohrkante kann sowohl oberhalb wie unterhalb des Stoßgrats im Abstand von 1,2 bis 2,5 mm zur ersten Bohrkante vorkommen. Sie konnte vermutlich an der Rückseite des Bohrblattes entstehen, wenn der Bohrer beim Anhalten leicht zurückfederte und dabei die hintere Bohrkante verursachte. Die Bohrblattbreite kann also nicht ohne Weiteres mit dem Abstand zwischen beiden Bohrkanten gleichgesetzt werden. Sie kann auch kleiner gewesen sein.

In manchen Löchern ist an der Lochwand eine Bohrkante beiderseits des Stoßgrats in beiden Bohrlochhälften zu sehen. Diese entstand, wenn der Bohrer sich nach dem Durchstoßen des Stoßgrats noch etwas weiter drehte und dabei in die andere Bohrlochhälfte hinein gedrückt wurde. Der Stoßgrat wurde dann teilweise flach geschabt, und die Drehrillen der zuletzt ausgebohrten Hälfte konnten sich auf die andere Bohrhälfte ausdehnen, wobei sie die Drehrillen der zuerst ausgebohrten Hälfte teilweise überlagerten.

Wenn der Bohrer sich in solch einem Fall weiterdrehte, konnte der Stoßgrat ganz oder größtenteils flach geschabt werden. Es war dann möglich, dass sich die Drehspuren von der zuletzt ausgebohrten Seite aus rundherum oder nahezu vollständig bis dicht oder ganz an die andere Leistenseite fortsetzten. Bei einem vollständigen Überlagern der Drehspuren der zuerst ausgebohrten Hälfte könnte auf den ersten Blick der Eindruck entstehen, dass das Loch nur von einer Seite ausgebohrt wurde. Wenn die Drehspuren sich nicht ganz bis zur anderen Leisten- oder Scheibenseite überlagern, ist häufig asymmetrisch zur Lochwandmitte am Übergang der beiden Drehspurflächen eine horizontale Kante oder ein leichtes Verrücken der Lochwand zu sehen (Abb. 24). Dieses wurde durch ein minimales Verschieben der beiden Bohrhälften zueinander in horizontaler Richtung verursacht oder durch eine minimale Änderung der Bohrrichtung. Die Zentralspitze des Bohrers hatte dabei ein wenig Spielraum innerhalb des Mitteloches.

Bei einer solchen Änderung der Bohrrichtung änderte sich auch die Richtung der Drehspuren der beiden Bohrhälften. Dieses ist nicht nur an der Lochwand zu beobachten, sondern ebenfalls bei einigen der unvollständig herausgebohrten und in den Bohrlöchern verbliebenen Gegenstände sowie auf losen Perlen (Abb. 25). Es mag einer der Gründe gewesen sein, aus denen sie weggeworfen wurden. In solchen Fällen kann es sein, dass der Stoßgrat schief abgeschnitten wurde, so dass er in der einen Lochhälfte dünner ist oder ganz fehlt.

Anhand der zuvor beschriebenen Spuren auf der Lochwand kann bei vielen Durchbohrungen festgestellt werden, welche Seite zuletzt ausgebohrt wurde. Bei unvollständigen Durchbohrungen, in denen noch unvollendete Gegenstände zurückgelassen wurden, ist meistens deutlich zu erkennen, welche Seite zuerst ausgebohrt wurde. Beide Daten wurden bei der Aufnahme registriert, da sie Aussagen zur Systematik der Bohrarbeit machen können (s. Kap. 3.4).

### 3.1.2 Der Antrieb des Bohrers: die Bohrmaschine

#### 3.1.2.1 Die Nürnberger Zeichnung (1425–1436)

Eine Abbildung eines Bohrgerätes während seiner Nutzung ist im Hausbuch der Nürnberger Zwölfbrüderstiftung noch heute erhalten (Abb. 26).

Zwischen 1425 und 1429 wurde damit begonnen, die in diese Stiftung aufgenommenen alten, männlichen Handwerker während der Ausübung ihres Berufes abzubilden.<sup>128</sup> Wenngleich primitiv und vereinfacht, haben die dargestellten Techniken sich als durchaus realistisch und zeitgemäß erwiesen.<sup>129</sup> Bis 1436 wurden 120 Abbildungen angefertigt, von denen die ersten 93 Handwerker zeigen, die im Jahre 1426 bereits verstorben waren. Als 31. Bruder wird auf Folie 13r ein Mann namens „Leupolt“ erwähnt, der „Paternoster“ genannt wird. Er wird in der Kleidung des Hauses, auf einem Hocker sitzend bei der Arbeit mit dem Bohrgerät hinter einem Auslagentisch abgebildet. Auf dem Auslagentisch werden fünf Perlenketten gezeigt, drei schwarze und zwei rote.

Die Bohrmaschine zeigt eine horizontale Bohrstange, die zwischen zwei aufrecht stehende Balken eingeklemmt ist. Die Bohrstange wird über den vorderen dieser Balken mit dem Knie gegen den hinteren Balken gepresst, während der Handwerker mit einer Hand ein Brett mit einer Leiste zwischen Bohrspitze und Balken an den Bohrer hält. In der Leiste ist eine Reihe runder Löcher oder Perlen zu sehen, ganz ähnlich den durchbohrten Knochenleisten aus archäologischen Funden. An der Bohrspitze ist eine längere Mittelspitze mit zwei Seitenarmen dargestellt. Die Bohrstange wird mit der anderen Hand des Handwerkers über einen Fiedelbogen angetrieben, dessen Seil um eine hölzerne Führung an der Bohrstange geschlungen ist. Unterhalb der Bohrstange bilden quer stehende Verbindungsbretter zwischen den beiden aufrecht stehenden Balken eine Wanne. In dieser Wanne liegen Perlen, die wohl gerade herausgebohrt wurden. Das nicht in den Ablauf einbezogene

128 ZIRNBAUER in: TREUE et al. 1965, 93.

129 ZIRNBAUER SOWIE KLEMM UND WISSNER in: TREUE et al. 1965.



Abb. 26: Zeichnung des „Bruders Leupold“, der Paternosterer an seinem Bohrgerät (aus dem Hausbuch der Nürnberger Zwölfbrüderstiftung, 1425–1436, Fol. 13r, Stadtbibliothek Nürnberg).

Knie drückt an der Bohrseite so gegen die Wanne, dass es zusammen mit dem auf dem Bild nicht dargestellten Fuß das Bohrgerät am Boden gegen Verschiebungen sichern kann (vgl. weiter unten Absatz 3.1.2.2).

Die Bohrstange ist wie die Spitze grau gefärbt. Das lässt darauf schließen, dass es sich um Eisen handeln könnte. Das Fiedelseil, die Perlen in der Wanne und die durchbohrte Leiste sind farblos, während alle anderen Teile des Bohrgeräts sowie Hocker und Auslagentisch farblos bis gelblich dargestellt sind. Es kann deshalb sowohl Holz wie auch Knochen als benutzter Rohstoff infrage kommen. Beide Materialien sind archäologisch belegt. Wenn die schwarzen und roten Perlenketten auf dem Auslagentisch als eigene Produkte aus demselben Material und nicht aus schwarzem Gagat bzw. rotem Bernstein angefertigt worden sein sollten, dann müssten sie gefärbt worden sein. Auch dazu gibt es archäologische Parallelen (s. weiter unten Absatz 3.1.4.2).

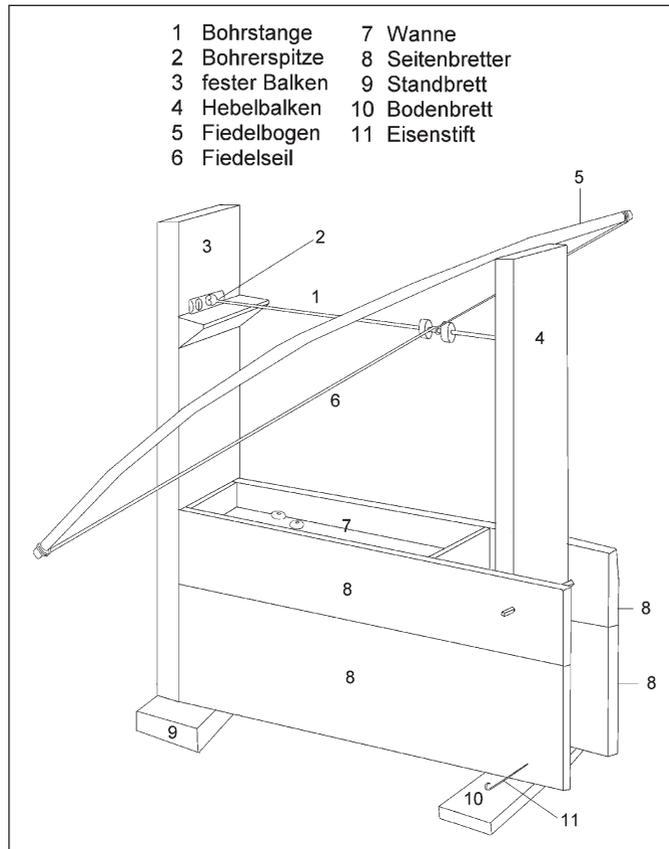


Abb. 27: Rekonstruktion eines spätmittelalterlichen Perlenbohrgeräts anhand der Zeichnung aus dem Hausbuch der Nürnberger Zwölfbrüderstiftung mit Andeutung der unterschiedlichen, im Text genannten Teile.

### 3.1.2.2 Die Rekonstruktion

Anhand der Zeichnung im Hausbuch der Zwölfbrüderstiftung wurde das Bohrgerät vom Drents Museum in Assen (Niederlande) nachgebaut und in seiner Wirkung erprobt.<sup>130</sup> Weitere Erfahrungen in der Praxis wurden mit einer Kopie dieser Rekonstruktion gewonnen, die 1997 für den praktischen Gebrauch in der Werkstatt für Knochenverarbeitung Bikkelen Been (Niederlande) angefertigt wurde.<sup>131</sup>

Die Klärung einiger Details, die in der Zeichnung nicht zu erkennen sind, erfolgte anhand dieser zweiten Rekonstruktion. So steht der vom Knie anzupressende Hebelbalken lose zwischen den beiden Seitenbrettern auf einem Bodenbrett, ohne mit ihm verbunden zu sein. Er dreht sich um einen Eisenstift, der kurz oberhalb des Bodenbrettes zwischen die Seitenbretter eingesteckt wird, herausgenommen werden kann und verstellbar ist. Dadurch kann das Gerät teilweise auseinander genommen werden und ist somit leichter zu transportieren, z. B. in einem Rucksack. Es wiegt etwas über 10 kg, ist 60 cm breit und an der Seite, an der die Konstruktion nicht auseinander zu nehmen ist, 85 cm hoch (Abb. 27).<sup>132</sup> Die Tiefe wurde am auseinander zu nehmenden Ende dadurch möglichst gering gehalten, dass ein zur Stabilität am Ende des Bohrers quer gestelltes Bodenbrett mit einer

130 Anlässlich der Ausstellung „Het Benen Tijdperk“ im Jahre 1987 (Mitteilung V. T. VAN VILSTEREN [Assen]).

131 Diese Rekonstruktion sowie die damit gesammelten Erfahrungen sind dem Verfasser bereitwillig von M. TIELENS (Geldermalsen) zur Verfügung gestellt worden.

132 Ohne Bohrstange wiegt das Gerät gut 10,5 kg (Mitteilung M. TIELENS).

Länge von nicht mehr als 25 cm so kurz wie möglich gehalten wurde. Am festen Ende des Gerätes dagegen ragt das zweite Standbrett mit einer Länge von 45 cm weiter heraus. Weil es länger und 4 cm stark ist, ist es deutlich erkennbar schwerer. Dadurch ist das Gerät standfester.

Für den Antrieb des Bohrers wird ein Fiedelbogen aus Holz benutzt und ein 3 bis 4 mm starkes Lederseil, das einmal rund um die Holzführung der Bohrstange geschlungen wird. Es hat sich erwiesen, dass die Holzführung und die Spannung des Seils genau richtig sein müssen, damit das Gerät bohren kann.<sup>133</sup> Der Fiedelbogen wurde mit der Hand hin und her bewegt. Bei dieser Antriebsart durch den Fiedelbogen und das Seil dreht der Bohrer in einer alternierenden Bewegung hin und her. Beim Bohren werden also beide Hände und beide Beine benötigt. Mit einiger Übung braucht eine kräftige Person drei bis fünf Minuten, um eine Perle herauszubohren.<sup>134</sup> Dies erfordert allerdings eine solche Anstrengung, dass einigermaßen geübte, männliche Versuchspersonen nach einigen Stunden erschöpft sind. Die Leistungen dieser heutigen Versuchspersonen sollten jedoch nicht mit denen eines mittelalterlichen Handwerkers gleichgestellt werden, der diese Arbeit jahrelang täglich praktizierte. Außer der Tatsache, dass die Personen weniger geübt waren, ist zu beachten, dass viele Details beim Nachvollziehen des Bohrvorgangs ungeklärt blieben und möglicherweise eine Verbesserung der Bedingungen zu besseren Leistungen geführt hätte. In Anbetracht dieser Überlegungen wird die Tagesproduktion eines erfahrenen mittelalterlichen Knochenbohrers mit diesem Gerät von den heutigen Betreibern der Rekonstruktion auf etwa 300 Perlen geschätzt.<sup>135</sup>

Einen Hinweis auf Leistungen in anderen Größenordnungen könnte die Tagesproduktion eines in Kairo ansässigen Drehers von Knochenperlen geben. Mit einer primitiven Drechselbank, die in ähnlicher Weise wie das Nürnberger Bohrgerät von einem einhändig zu nutzenden Fiedelbogen angetrieben wird, soll dieser mindestens tausend, wenn nicht mehrere tausend Perlen pro Tag angefertigt haben (Abb. 31, s. weiter unten).<sup>136</sup>

### 3.1.2.3 Die Abbildung WEIGELS (1698) und LUYKENS (ca. 1720)

Eine jüngere Variante des Nürnberger Geräts zum Perlenbohren ist auf einem Stich bei WEIGEL zu sehen (1698), auf dem die Werkstatt eines Rosenkranzmachers abgebildet ist (Abb. 28). Eine schlichtere Version derselben Abbildung ist ein wenig später bei J. LUYKEN zu sehen (ca. 1720).<sup>137</sup> Ebenso wie beim Nürnberger Gerät wird auch dieses Gerät mit einem Fiedelbogen angetrieben. Anders ist jedoch, dass es keinen aufrecht stehenden Balken an der Seite gibt, an der gebohrt wird. Während sich das untere Ende des Bohrers dreht, das in eine anscheinend feste, aufrechte Stütze eingelassen ist, wird die Leiste mit der Hand auf die frei schwebende Bohrspitze gepresst und durch den Druck auf die Leiste in Position gehalten. Auch der Seitendruck vom Hin- und Herbewegen des Fiedelbogens und auch des Seils muss über die Leiste mit der Hand aufgefangen werden. Im Bild stützt sich die Hand auf den Oberschenkel. Dies erscheint in der Praxis schwer durchführbar, und es ist fraglich, ob die Darstellung in diesen technischen Einzelheiten realistisch ist. Die zuerst publizierte Abbildung bei WEIGEL (1698) macht den Eindruck einer allgemeinen, teils künstlerisch bestimmten Impression. Das vermitteln einige Details, die in der schlichteren Version LUYKENS fehlen, wie die muskulösen Arme des Handwerkers, der wohl übermäßig lange Fiedelbogen und die überall umher liegenden, durchbohrten Leisten.<sup>138</sup> Wenngleich der Stich sich nicht für die Analyse von technischen

133 Mitteilung M. TIELENS.

134 Mitteilung sowohl von V. T. VAN VILSTEREN als auch M. TIELENS.

135 Mitteilung M. TIELENS.

136 Mitteilung T. SODE (Århus). Dieses Tagesquantum ist nicht verifiziert worden.

137 GOODMAN 1964, 163, Stich aus der Sammlung des Autors, angeblich von J. LUYKEN, getitelt „The Rosarymakers“ und publiziert um 1720. Der Stich fehlt in JAN LUIKENS Berufesammlung „Het Menselyk Bedryf“ (LUIKEN 1694).

138 Die Version LUYKENS könnte als Vorbild zu WEIGELS Stich gedient haben, ähnlich wie die Mehrheit der Stiche von WEIGEL 1698 auf JAN LUIKENS „Het Menselyk Bedryf“ aus dem Jahre 1694 basiert. Der ‚Rosenkranzmacher‘ fehlt jedoch sowohl in diesem Werk als auch bei LUIKENS Vorbild JOST AMMAN. Allerdings wäre eine Abbildung eines Rosenkranzmachers in einem für die calvinistischen Niederlande gedachten Werk nicht zu erwarten.



Abb. 28: Stich der Werkstatt eines Rosenkranzmachers (aus WEIGEL 1698).

Details eignet, so scheint noch im 17. Jahrhundert immerhin der Bohrer in alternierender Richtung mit einem Fiedelbogen angetrieben worden zu sein.

Im Hintergrund ist zu sehen, wie Leisten von einem rechteckigen Block abgespalten werden, und wie eine solche Leiste mit einem Ziehmesser in eine flache Form gebracht wird. Die Form des Rohmaterialblocks schließt Knochen eigentlich aus und lässt Holz als Ausgangsmaterial vermuten.

#### 3.1.2.4 Die Abbildungen DIDEROTS (um 1770) und die Parallele aus Kairo (um 1990)

Ein weiteres Bohrgerät, das mit einem Fiedelbogen angetrieben wurde, ist in der *Encyclopédie* von DIDEROT und D'ALEMBERT auf der Abbildung einer Werkstatt aus dem Jahre 1768 zu sehen, in der hölzerne Knopfkerne angefertigt wurden (Abb. 29, Nr. 19–22).<sup>139</sup> In dieser Abbildung wird die Bohrstange von zwei festen, aufrecht stehenden Balken unterstützt. Dadurch mag die körperliche Anstrengung beim Bohren im Vergleich mit den zuvor beschriebenen Geräten verringert worden sein. Das hintere Ende der Bohrstange ist, ähnlich wie in WEIGELS Stich, in einen festen Balken eingelassen (durch einen Schlitz von der Oberseite her: Abb. 29, Nr. 22), während die Spitze des Bohrers sich am Kopfende in einem Loch in einem zweiten festen Balken dreht. Hier wird ein Brett zum Anbohren gegen die Bohrspitze gedrückt, die aus dem Balken ragt (Abb. 29, Nr. 20). Im abgebildeten Brett sind Reihen von Bohrlöchern zu sehen. Die unterhalb von der Abbildung der Werkstatt gezeigten Bohrspitzen Nr. 1 und 2 (Abb. 29) stellen Knöpfe mit einem Loch her, wenn das Brett von einer Seite ausgebohrt wird. Dieses Gerät wäre jedoch auch problemlos in der Lage, durch Herausbohren von zwei Seiten Perlen oder Ringe aus Knochenleisten herzustellen.

Im Hintergrund ist ein Bohrgerät zu sehen, das von einem mit der Hand gedrehten Rad mit einer durchgängigen Bewegung über ein Seil angetrieben wird (Abb. 29, Nr. 5–7). Es lässt sich nicht klären, ob dieses Gerät gleichfalls zum Herausbohren von Knöpfen oder Scheiben benutzt wurde. Dies

<sup>139</sup> DIDEROT/D'ALEMBERT 1768, „Boutonnier“.

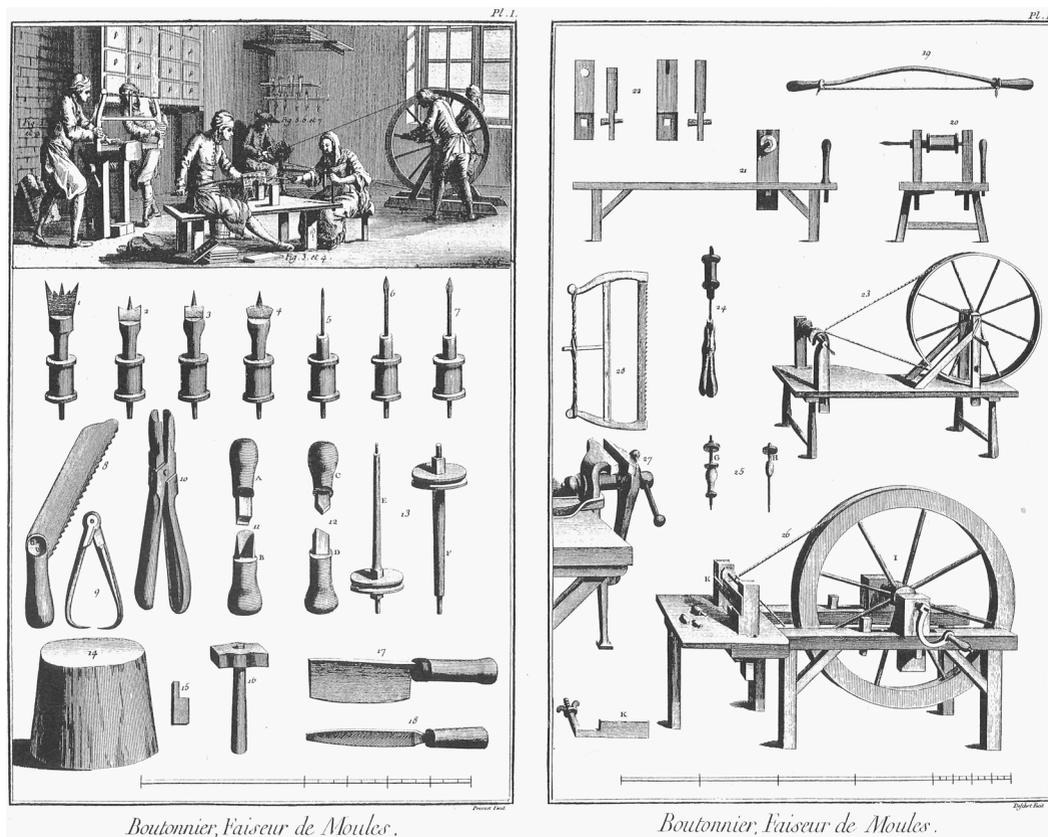


Abb. 29: Abbildung der Werkstatt eines Knopfkernmachers mit Werkzeugen  
(aus DIDEROT und D'ALEMBERT, Tome XIX, „Boutonnier“).

ist allerdings nicht sehr wahrscheinlich. Vermutlich wurde es zum Durchbohren von Gegenständen benutzt wie z. B. zum Bohren von zusätzlichen Löchern in Knöpfe mit nur einem Loch. Von einem sehr ähnlichen Gerät, das unter Nr. 23 (Abb. 29) abgebildet ist, wird angegeben, dass es „nur zum Durchbohren“ diene.<sup>140</sup>

Ein weiteres, von Hand bedientes und von einem durchlaufenden Rad angetriebenes Gerät (Abb. 29, Nr. 26) ist eindeutig zum Drechseln mit Meißeln bestimmt, die auf der Abbildung auf der Werkbank bereitliegen.

Auf der Abbildung von der Werkstatt des Paternostermachers in derselben Encyclopédie (Tome XXV, 1771) gibt es keinen Fiedelbohrer (Abb. 30). Dafür sind zwei von einem Handrad angetriebene Geräte abgebildet, die in ihrer Technik und der angedeuteten Funktion mit den beim Hersteller von Knopfkernen auf Abb. 29 abgebildeten Geräten übereinstimmen. Das eine (Abb. 30, rechts unter Fig. 1) diente entsprechend der Erläuterung zum Durchbohren von Knochenscheiten, das andere (Abb. 30, rechts unter Fig. 8) zum „Drehen“ von Perlen aus den Knochenscheiten. Die Abbildung

<sup>140</sup> Dies meint auch C. PICOD (1994). Zudem erscheint es nicht logisch, und es ist in der Encyclopédie ungebräuchlich, dass der gleiche Arbeitsschritt in der Abbildung einer Werkstatt mit unterschiedlichen Techniken zweimal gezeigt wird.

<sup>141</sup> Im erklärenden Text wird der Zweck des Einsatzes des Meißels und des dazugehörigen Drehrads, „tourner“ genannt. Damit kann sowohl „Drechseln“ gemeint sein als auch die Technik des Ausfräsen oder Bohrens, dargelegt in Kap. 3.1.1.1. Die beschriebene Analyse der Abbildungen DIDEROTS und D'ALEMBERTS stimmt mit der Feststellung überein, dass in Frankreich die Technik des Ausbohrens von Knochengegenständen für die Anfertigung von Knöpfen verwendet wurde, nicht aber für die Anfertigung von Perlen (s. Kap. 4.3).

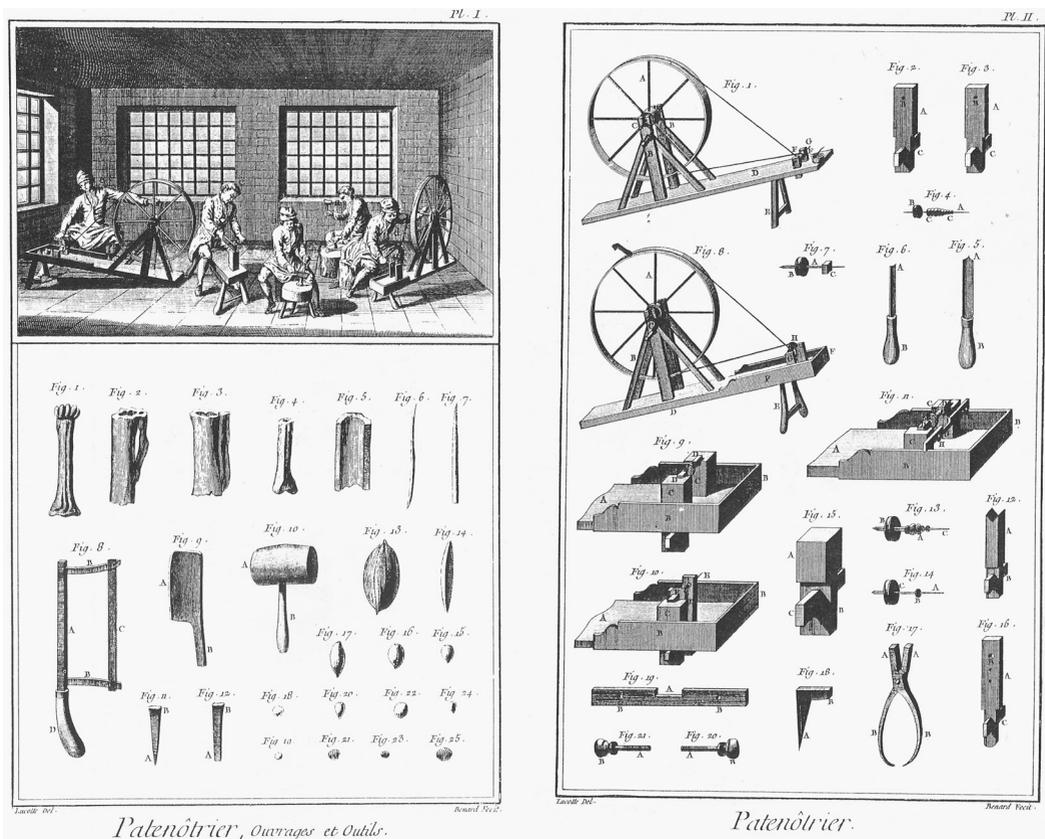


Abb. 30: Stich der Werkstatt eines Paternosterers mit den Werkzeugen und den Produkten (aus DIDEROT und D'ALEMBERT, Tome XXV, „Patenôtrier“).

bestimmter Werkzeuge auf dem zweiten Stich und das vollständige Fehlen von Bohrern unter den abgebildeten Werkzeugen deuten darauf hin, dass in diesem Falle mit „Drehen“ nicht die bisher besprochene Hohlbohrtechnik gemeint war, sondern eine Drechseltechnik, bei der Perlen mithilfe von Hohlmeißeln (Abb. 30, rechts unter Fig. 5 und 6) aus einem eckigen Rohstück (unter Fig. 7) zu runden oder ovalen Perlen gedrechselt wurden (Abb. 30 links unter Fig. 17–25).<sup>141</sup>

Ein solcher Vorgang wurde etwa 1990 im Basar von Kairo in der Praxis vom dänischen Perlenspezialisten T. SODE aus Kopenhagen aufgezeichnet (Abb. 31). In der Werkstatt des Herstellers von Knochenperlen, Mohammad Eid, wurden die Perlen nicht aus einer Leiste herausgebohrt, sondern aus einem zuvor angefertigten, durchbohrten Knochenzylinder herausgedrechselt (Abb. 32). Die dabei eingesetzte Technik war die folgende: Den Knochenzylinder (Abb. 32F) spießte man auf eine dünne Metallspitze (Abb. 32, Nr. 1) auf, die aus einer Holzführung (E) herausragte. Knochenzylinder und Metallspitze ließen sich zusammen horizontal zwischen zwei festen Werkbankspitzen aus Eisen (D) einklemmen. Während sich die Führung mit dem Knochenzylinder über den Fiedelbogen (2) in alternierenden Drehbewegungen bewegte, wurde mit der anderen Hand eine Perle aus dem Zylinder gefräst. Dabei wurde ein Drechselwerkzeug oder ein Meißel (3) in einem bestimmten Winkel gegen den sich drehenden Knochenzylinder gepresst. Um die Treffsicherheit und Festigkeit zu erhöhen, stützte man das Werkzeug auf einen losen und damit verschiebbaren Eisenriegel oder Support (G), der über die Seitenstützen (B) nahe an der Aufspannung für die Perlen parallel angelegt war.

Das Prinzip dieser Aufstellung sowie die einzelnen Teile sind in Planche II der erwähnten Abbildung DIDEROTS (Abb. 30 rechts) zu erkennen, allerdings mit der Ausnahme, dass der Antriebsmechanismus von dem von Mohammad Eid verwendeten abweicht. Die Aufstellung als Ganzes ist mit Fig. 11 der Planche II vergleichbar. Die einzelnen Teile sind in Abb. 32 mit den Buchstaben der korres-



Abb. 31: Der Knochenperlendreher Mohammad Eid in Kairo beim Drechseln einer Perle. Mit der rechten Hand wird die Drehung über einen Fiedelbogen erzeugt, während die linke Hand einen Meißel gegen einen horizontal eingeklemmten Knochenzylinder hält.

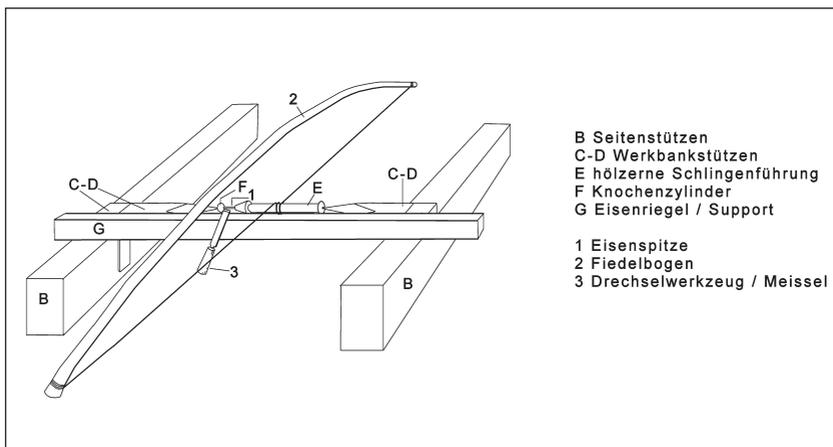


Abb. 32: Schematische Zeichnung der Perlendrehelbank des Knochenperlendrehers in Kairo, Ansicht von oben nach Skizzen von T. SOËE. Die Buchstaben B–G stimmen mit den Buchstaben der korrespondierenden Teile in der Abbildung DIDEROTS und D’ALEMBERTS überein (s. Abb. 30).

pondierenden Teile aus DIDEROTS Abbildung ausgewiesen. Die höhere, schmalere Form der Rolle oder Führung von Fig. 7 bei DIDEROT könnte mit der anderen Antriebsweise zusammenhängen. Nach dem Photo von Abbildung 31 zu urteilen, dürfte der Fiedelbogen ungefähr einen Meter lang gewesen sein. Dabei wurde das Seil zweimal um die hölzerne Führung geschlungen.

THEOPHILUS PRESBYTER scheint im ersten Viertel des 12. Jahrhunderts bereits auf eine ähnliche Technik bei der Anfertigung von Elfenbeinperlen hinzuweisen, die in ähnlicher Weise durch „Drechseln mit einem scharfen Eisen“ entstanden sind.<sup>142</sup>

<sup>142</sup> Theophilus Liber 3, Kap. XCIII in: BREPOHL 1999, Bd. 2, 275.

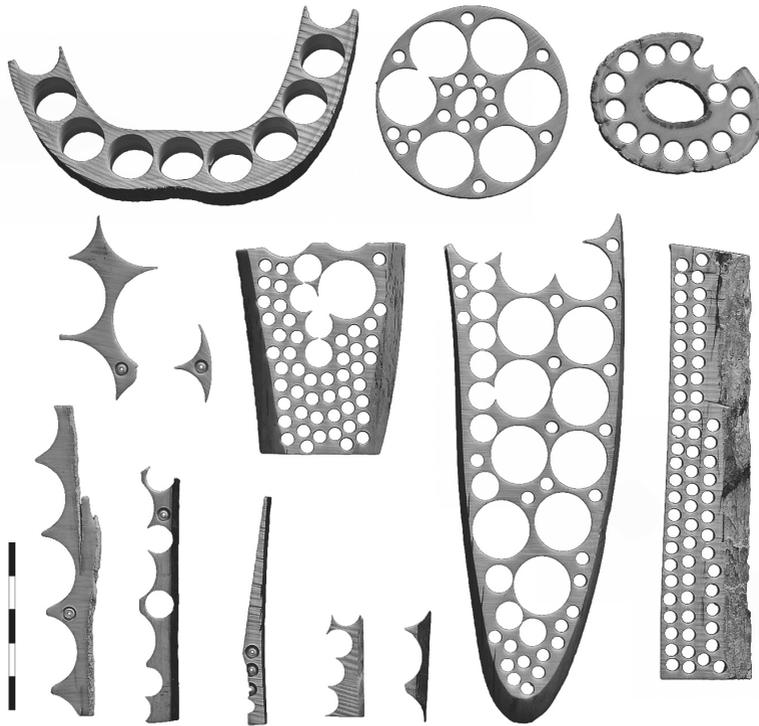


Abb. 33: Gesägte Reststücke der Elfenbeinverarbeitung mit Durchbohrungen für Perlen und Knöpfe aus Bad König/Odenwald, 1992.

### 3.1.2.5 Die Antriebsart

Das gleichzeitige Antreiben des Fiedelbogens mit der einen Hand und das gezielte Drechseln mit der anderen Hand wird wohl, ähnlich wie bei der Rekonstruktion des Nürnberger Bohrers, allherhand Anstrengungen erfordert haben. Der Antrieb mit dem Fiedelbogen scheint jedoch bei der Drechseltechnik ohne Probleme durch ein Drehrad ersetzt werden zu können, das durch eine ununterbrochene Bewegung wie in der bei DIDEROT abgebildeten Paternosterwerkstatt oder von einem Motor mit durchgehender Bewegung angetrieben wird wie in einer Werkstatt im Kairoer Basar.<sup>143</sup> Umso auffälliger ist, dass die Technik, mit der Objekte aus den Leisten gebohrt wurden, in den Darstellungen konsequent mit einem Fiedelbogen als Antrieb kombiniert wird: sowohl beim Nürnberger Paternosterer wie bei WEIGEL und LUYKEN als auch beim Knopfkernbohrer bei DIDEROT. Eine speziell entworfene maschinelle Bohrvorrichtung mit durchgehender Drehung zum Ausbohren von Perlen aus Elfenbein wurde von der Firma Kaiser in Bad König im Odenwald um die Wende vom 19. zum 20. Jahrhundert eingeführt.<sup>144</sup> Bohrexperimente für die Herstellung von Knochenperlen mit einer maschinellen Bohrvorrichtung und gleichfalls mit der zuvor beschriebenen Rekonstruktion des Nürnberger Bohrers zeigten, dass bei hohen Bohrgeschwindigkeiten Verbrennungsflecken auf der Knochenoberfläche auftreten können.<sup>145</sup>

143 Besonders der Motorantrieb muss eine erhebliche Erleichterung der Arbeit bedeutet haben. Der Fiedelbogen kam in erster Linie aus finanziellen Gründen zum Einsatz (Mitteilung T. SODE).

144 Mitteilung des ältesten Mitarbeiters der Firma Kaiser zu Bad König/Odenwald.

145 Dies ergaben Experimente, die 1995 vom Verfasser in der Berufsschule für das Holz- und Elfenbein verarbeitende Handwerk in Michelstadt im Odenwald mit einer von H. JÄGER aufgestellten Perlenbohrmaschine ausgeführt wurden; Übereinstimmungen zeigten sich in Verbindung mit der niederländischen Rekonstruktion des Nürnberger Bohrgeräts. Auch T. SODE hat im Zusammenhang mit der Kairoer Herstellung von Perlen durch Drechseln auf eine Verbrennungsgefahr bei hohen Drehgeschwindigkeiten hingewiesen.

Vielleicht erfordert das Ausbohren von Knochenperlen verglichen mit dem Drechseln eine präzisere Kontrolle der Drehgeschwindigkeit. Wenn der Bohrer mit einem von Hand bedienten Fiedelbogen angetrieben wird, ist die passende Drehgeschwindigkeit am besten gewährleistet. So fällt auf, dass eine Wippdrehbank, die auf den Abbildungen gerade in Drechslerwerkstätten steht, nie mit dem Bohren von Perlen oder Knöpfen in Verbindung gebracht wird (z. B. Hausbuch der Nürnberger Zwölfbrüderstiftung fol. 18v; LUIKEN 1694).<sup>146</sup> Die Wippdrehbank erzeugt ebenso wie der Fiedelbogen eine alternierende Drehrichtung. Die Kontrolle über die Geschwindigkeit ist bei der Wippdrehbank allerdings bedeutend schwieriger als beim handbetriebenen Fiedelbogen. Wäre die alternierende Drehrichtung der einzige Grund für die beharrliche Nutzung des Fiedelbogens gewesen, so hätte der Nutzung einer Wippdrehbank der Vorzug gegeben werden müssen, da diese weniger Anstrengung erfordert.

### 3.1.2.6 Moderne Parallelen und benutzte Materialien

Zusammengefasst sind bei der Produktion gedrehter Perlen zwei Techniken zu unterscheiden: das Drechseln eines vorher durchbohrten Rohstückes und das Ausbohren. Durchbohrte Leisten oder Bretter entstehen nur bei der letzten Technik. Sie wird in Europa, soweit bekannt, nur noch gelegentlich im Knochenverarbeitungszentrum des deutschen Odenwalds für die maschinell angetriebene Produktion von Perlen aus Reststücken der Elfenbeinverarbeitung benutzt (Abb. 33).<sup>147</sup> Spuren von modernen Knochenperlen aus Indien deuten auf eine Nutzung der Bohrtechnik bis in die Gegenwart.<sup>148</sup> Da die Produktionsstätten von den Perlengroßhändlern geheim gehalten wurden,<sup>149</sup> lässt sich über die benutzten Bohrgeräte nicht mehr sagen, als dass sie die alternierende Drehung benutzten. Dies lässt sich durch die Spuren an den Bohrkanten feststellen wie in Kap. 3.1.1.2 beschrieben. Außer Knochen werden in Indien Horn und Holz zum Anfertigen von Perlen unterschiedlicher Formen verwendet. Für Perlen aus Holz und Horn wird jedoch auch die in Kairo eingesetzte Drechseltechnik benutzt. Beim Drehen oder Bohren von Gegenständen aus Holz muss eine schneidende Wirkung erzeugt werden. Das Drehen oder Bohren von Knochensubstanz dagegen erfordert eine schabende Wirkung. Dabei muss der Bohrer oder Meißel rechtwinklig zur auszubohrenden Oberfläche stehen.<sup>150</sup>

Bernsteinobjekte scheinen nicht gebohrt, sondern gedrechselt worden zu sein. In Anbetracht der Tatsache, dass meist kleinere Klumpen als Ausgangsprodukt gefunden werden, ist das Herausbohren aus Brettern, Leisten oder Scheiben bei Bernstein äußerst unwahrscheinlich. Durchbohrte Bretter, Leisten oder Scheiben sind nicht bekannt, und Abfälle aus der Anfertigung von Bernsteinperlen weisen in allen Fällen darauf hin, dass die Produkte gedrechselt wurden.<sup>151</sup> Ähnliches gilt auch für Jet.<sup>152</sup> Perlen oder flache Ringe aus Holz sowie Fragmente durchbohrter Leisten mit Objektresten wurden in Konstanz in denselben Abfallschichten gefunden wie die Knochenleisten, wenn auch in bedeutend geringeren Mengen.<sup>153</sup> Für die Holzarbeiten wurde fast ausschließlich Kirschbaumholz

146 MAIRE (1986) vermutet aufgrund einer Reihe von Spuren, die auch in Kap. 3.1.2 anhand des Konstanzer Abfalls beschrieben wurden, dass in Straßburg eine mit einem Fußpedal in alternierender Richtung angetriebene Wippdrehbank benutzt wurde. Die beschriebenen Spuren schließen einen Fiedelbohrer jedoch nicht aus.

147 Beobachtung des Verfassers in der Firma Kaiser in Bad König/Odenwald, 1995.

148 Sammlung des Verfassers; vgl. PICOD 1994.

149 Mitteilung T. SODE.

150 Mitteilung M. TIELENS (Geldermalsen).

151 u. a. MÜHRENBURG 2001; s. weiter Kap. 4. Auch À SANTA CLARA (1717–1719, 79 f.) beschreibt, dass Gegenstände aus v. a. gelbem Bernstein auf der Drehbank in Form „geschliffen“ wurden. Es darf angenommen werden, dass die selteneren größeren Stücke des Bernsteins für die Anfertigung größerer Schnitzereien benutzt wurden.

152 EGAN/Pritchard 1991; Mitteilung D. H. EVANS (Hull).

153 MÜLLER 1996, ergänzt durch einige dort nicht aufgenommene Beispiele (s. auch Kap. 2.3.2).

154 Von 119 Objekten aus der Grabung Münzgasse 4/Fischmarkt waren 114 aus Kirschbaumholz (*Prunus avium*), zwei aus Fichte (*Picea*), zwei aus Ahorn (*Acer*) und eines aus Eiche (*Quercus*) (unveröffentlichte Liste „Holzartenbestimmungen/Konstanz-Münzgasse 4/Fischmarkt“; s. auch MÜLLER 1996).

benutzt.<sup>154</sup> Für Bohrarbeiten muss das Holz eine besondere Struktur aufweisen, die in diesem Falle gegeben ist. Daraus erklärt sich die Bevorzugung dieser Holzart. Bohrexperimente mit Eichenholz führten zu schlechten Ergebnissen.<sup>155</sup> Der Umfang des Abfalls von Holzperlen ist relativ gering im Vergleich mit dem von Knochenperlen. Die große Zahl erhalten gebliebener und geborgener Holzgegenstände (mehr als 10 000) kann wohl kaum daraus erklärt werden, dass der Erhaltungszustand der Holzgegenstände besonders gut ist. Deshalb stellt sich auch die Frage, wie repräsentativ diese Zahl ist. Auch unter den aus Indien stammenden modernen Perlen wurde die große Masse aus Knochen hergestellt. Da Kirschholz weiterreichende Möglichkeiten bei der Verarbeitung bietet als Knochen, dürfte das Holz vorzugsweise für die Anfertigung viel kostbarer, zum Teil größerer Gegenstände wie Plastiken eingesetzt worden sein. Ähnlich wie bei den modernen Elfenbeinperlen des Odenwalds könnten die spätmittelalterlichen Holzperlen der Konstanzer Münzgasse aus Reststücken angefertigt worden sein.

Das Fehlen jeglicher Hornreste in den Abfallschichten der Münzgasse, bei gleichzeitig umfangreichen Hinweisen auf die Verarbeitung von Horn, deutet darauf hin, dass eventuelle Hornreste vermutlich völlig zerfallen sind. Ähnlich wie beim Holz wird die Benutzung von Hornplättchen z. B. für die Kammproduktion gegenüber anderen Produkten vorgezogen worden sein, so dass Perlen höchstens in beschränktem Umfang aus den Reststücken (z. B. den Spitzen) angefertigt wurden.

### 3.1.2.7 Aussagen des Fundmaterials zum Bohrerantrieb

Anhand von Spuren auf Gegenständen aus der Konstanzer Münzgasse, die teilweise oder ganz herausgebohrt wurden, ist festzustellen, dass sie mit einem Bohrggerät mit alternierender Drehung hergestellt wurden.

Auf manchen Gegenständen sind auf der Oberseite zwei radiale Bohrkanten zu sehen, die vom Mittelloch aus in der entgegengesetzten Richtung verlaufen – und zwar etwas verschoben, ungefähr parallel zueinander (vgl. Abb. 68, Nr. 19–21 und 24). Der Höhengsprung auf der Oberfläche des Gegenstandes ist in solchen Fällen gespiegelt und zwar so, dass die Kanten sich einander zuwenden und scheinbar eine ‚Rinne‘ zwischen beiden Kanten quer über dem Mittelloch des Gegenstandes bilden (Abb. 34). Anfangs wurde in dieser Rinne der ‚Abdruck‘ des Bohrers im Moment des Lösens des Gegenstandes von der Bohrlochwand gesehen. Es wurde vermutet, dass der Bohrer zwei spiegelbildliche Schnittflächen hinterlassen hatte, je eine an jedem der beiden Seitenarme (Abb. 35). Ein solcher Bohrer funktioniert am besten bei einer durchgehenden Drehung. Bei einer alternierenden Drehung jedoch ist ein Bohrer vorzuziehen, bei dem beide Seitenarme an derselben Bohrerseite geschliffen wurden oder ein Bohrer, der an beiden Seitenarmen von zwei Seiten geschliffen wurde. Letzterer könnte allerdings den Nachteil haben, eher stumpf zu werden.

Einiges spricht jedoch dagegen, dass es sich bei der ‚Rinne‘ um einen Bohrerabdruck handelt und dass ein Bohrer mit spiegelbildlichen Schneideflächen benutzt wurde. Als die Breite der Rinne gemessen wurde, die von 0,8 bis 3,5 mm variierte, zeigte sich, dass die beiden Bohrkanten nicht parallel, sondern etwas schräg zueinander verliefen (Abb. 68, Nr. 21 und 24). Außerdem ist eine der Kanten immer deutlich stärker und höher. Wenn man sich ein 1,5 bis 2,5 mm starkes Bohrerblatt quer über dem Mittelloch denkt, dessen eine Seite an der stärkeren Kante angelegt ist, dann verläuft die schwächere Kante immer ein wenig entfernt von der anderen Seite des Bohrerblatts (Abb. 34). Bei einem Bohrer, der gleichzeitig spiegelbildlich in einer ununterbrochenen Richtung schneidet (Abb. 35), ist dies nicht zu erwarten. Es wäre allerdings durchaus möglich mit einem einseitig oder doppelseitig schneidenden Bohrer, der – von einem Fiedelbogen angetrieben – nach etlichen Umdrehungen zunächst angehalten wird, nach einem kurzen oder längeren Zurückdrehen nochmals in gleicher Richtung weiterzuschleifen, bis sich der Gegenstand ganz von der Leiste löst.

Ähnliches gilt für die Spuren von einem oder mehreren kurzen Schnitten auf der Oberseite einiger Perlen und Ringe, die in unterschiedlichem Abstand zu einer oder mehreren Bohrkanten verlaufen

155 Mitteilung M. TIELENS.

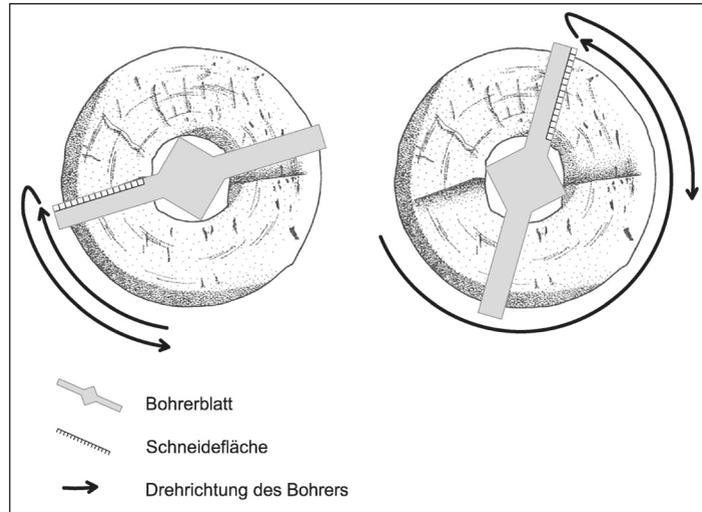


Abb. 34: Schematische Darstellung der letzten Abschabungsspuren auf einem Ring oder einer Perle mit zwei gespiegelten Bohrkanten.



Abb. 35: Spitze eines Perlenbohrers, der an einer Seite schneidet. Es handelt sich um keine historische Rekonstruktion, sondern um einen Entwurf (von H. JÄGER, Michelstadt/Odenwald) nach modernem technischen Wissen zur praktischen Nutzung in der Rekonstruktion des Nürnberger Bohrers.

und mit der Schatten- oder Schnittseite zur entgegengesetzten Drehrichtung zeigen. Auch diese Spuren können unmöglich bei einer Drehung entstehen, die ununterbrochen in einer Richtung verläuft, auch nicht bei einem Bohrer mit spiegelbildlichen Schnittflächen. Außerdem zeigen sie, dass der benutzte Bohrer an einem oder beiden Seitenarmen von einer Seite geschliffen wurde.

All diese Spuren konnten dadurch entstehen, dass in der Praxis v. a. bei den letzten Bohrzügen vor dem Lösen des Gegenstandes oft nur bei einer Drehrichtung Druck ausgeübt wurde, so dass der Bohrer beim Rückzug des Fiedelbogens kaum schabte oder fräste. Dadurch konnte die vorletzte Bohrkante erhalten bleiben. In Ausnahmefällen ist sogar eine dritte oder vierte Bohrkante schwach auf der Oberfläche eines Gegenstandes zu erkennen.

### 3.1.2.8 Blockierung des Bohrers

An vielen durchbohrten Leisten ist zu beobachten, dass sich die Stoßgrate oder Bruchränder in mehreren aufeinander folgenden Bohrlöchern auf genau der gleichen Höhe befinden und zwar unabhängig von Variationen in der Stärke der Leiste (Abb. 21 und 36). Wenn eine Leiste z. B. in der

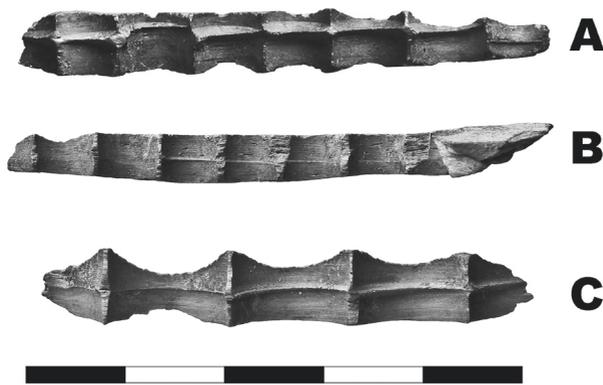


Abb. 36: Leisten, bei denen sich die Stoßgrate oder Bruchränder in mehreren aufeinander folgenden Bohrlöchern auf der gleichen Höhe befinden (A–C) und sich allmählich von der Wandmitte zur Seite verschoben haben (A und B). Im oberen Beispiel (A) ist im äußersten rechten Loch zu sehen, wie der Stoßgrat anschließend zur Leistenmitte zurückgerückt ist.

Längsrichtung gebogen ist, so kann der Stoßgrat in einer Reihe aufeinander folgender Löcher allmählich von der Mitte der Knochenwand in der Richtung der einen oder anderen Leistenoberfläche verlaufen, um dann in einem folgenden Loch auf einmal zur Wandmitte zurückzurücken (Abb. 36A und B). Das hat zur Hypothese geführt, dass das benutzte Bohrgerät eine Blockierungsmöglichkeit hatte, um den Bohrer daran zu hindern, über eine bestimmte Höhe hinaus zu bohren. Das sprungartige Weiterrücken des Bohrers ließe den Schluss zu, dass eine solche Blockierung verstellbar war. Die in Kap. 3.1.1.2 beschriebenen Abbruchspuren, die von der zuletzt ausgebohrten Lochhälfte in die jeweils andere Hälfte hineinreichten, könnten ein Indiz dafür sein, dass die Blockierung beim Ausbohren der zweiten Lochhälfte ausgeschaltet werden konnte. Eine solche Blockierung wäre bei der Rekonstruktion des Nürnberger Bohrgeräts zu realisieren, indem man oberhalb des Eisenstifts, der am unteren Ende des Hebelbalkens durch den Balken angebracht ist, einen zweiten Eisenstift anbrächte, der abnehmbar und verstellbar ist. In der Abbildung WEIGELS (Abb. 28) ist eine solche Blockierung nicht denkbar. In der Abbildung DIDEROTS vom Knopfmacher (Abb. 29, Handwerkergruppe in der Bildmitte) löste die feste, aufrechte Stütze an der Bohrseite in dem Moment eine Blockierung aus, in welchem das Brett oder die Leiste so weit herausgebohrt war, dass sie durch den Druck der linken Hand des Handwerkers die Rückseite der Stütze berührte. Ein Verstellen oder Ausschalten der Blockierung wäre durch das Verstellen der anderen, aufrechten Stütze möglich. In der Abbildung wird eine solche Möglichkeit allerdings nicht angedeutet.

In manchen Fällen ändert sich die Bohrrichtung mit der Krümmung einer Leiste. Das ließe sich sowohl bei dem Nürnberger Gerät wie bei dem des Knopfmachers durch ein leichtes Drehen der Leiste mit der Hand, die sie festhielt, realisieren.<sup>156</sup> Es bleibt jedoch zu prüfen, ob all diese Spuren nicht auch ohne Blockierung entstehen konnten.

Kleine Löcher an beiden Enden von Leisten aus Colmar deuten auf das Festnageln der Leisten auf einem Brett hin, das entweder lose in der Hand gehalten wurde (wie im Nürnberger Hausbuch abgebildet) oder am Bohrgerät (wie in der Rekonstruktion des Nürnberger Geräts) befestigt war.<sup>157</sup> Solche Löcher fehlen in Konstanz und ebenso in Straßburg. Bei einer Massenproduktion wäre ein solcher Vorgang wohl etwas zu umständlich.

<sup>156</sup> Ähnliche Spuren auf Abfällen aus Straßburg haben MAIRE (1986, 7584) zu ähnlichen Hypothesen bezüglich der Blockierung und der Handsteuerung der Leiste veranlasst.

<sup>157</sup> MAIRE 1986, 7584.

### 3.1.3 Die Form der Bohrspitze

Die Form der Bohrspitze bestimmt die Form des erzielten Gegenstandes. Sie lässt sich am besten anhand der unvollendeten Durchbohrungen rekonstruieren, bei denen Halbprodukte in den Bohrlöchern zurückgeblieben sind. Dafür sei auf Kap. 3.3 verwiesen. An dieser Stelle sollen einige technische Aspekte dargestellt werden, die mit der Bohrspitzenform zusammenhängen.

#### 3.1.3.1 Das Schärfen des Bohrers

Der praktische Einsatz der Rekonstruktion des Nürnberger Bohrgeräts zeigt, dass es für die Produktion wichtig war, den Bohrer geschärft zu halten. Ferner wurde festgestellt, dass die Schärfe nach einer gewissen Bohrtätigkeit (etwa zwei Stunden) nachlässt, so dass die Bohrspitze nachgeschliffen werden muss. Auch bei der Firma Kaiser in Bad König/Odenwald wurden die Bohrspitzen häufig vom Handwerker selbst nachgeschliffen.<sup>158</sup> Dadurch konnte sich unter Umständen die Form der Bohrspitze verändern. Beispielsweise gibt es kleine Perlen, bei denen ein spitzer Winkel zum Mittelloch gebildet wurde und dadurch ein scharfer Rand entstand.

Während andere Perlen mit ähnlichem Durchmesser eine bis zur Ecke regelmäßig konvex gebildete Wand zeigten, war es bei den genannten spitzeckigen Perlen möglich, dass der obere Teil in Abweichung vom restlichen Profil gerade oder sogar konkav war. Gerade bei kleinen Perlen ist es leicht vorstellbar, dass bei der scharfen Ecke auf dem Übergang von der geraden Wand des Mittel Lochs zum gerundeten Seitenarmprofil – nur wenige Millimeter voneinander entfernt – durch das Nachfeilen Veränderungen auftraten. Das kam v. a. bei Schneideflächen vor, die von zwei Seiten aus geschliffen wurden, wobei sie in zwei Richtungen eine schabende Wirkung hatten. Allerdings konnten Schneideflächen, die von einer Seite aus geschliffen wurden, geschärft werden, ohne dass sich die alte Schleifforn wesentlich veränderte, z. B. durch ein ganzflächiges Nachschleifen an der anderen Bohrblatfläche wie etwa bei dem in Abb. 35 gezeigten Modell.

#### 3.1.3.2 Die Form der Lochwand: Die Außenseite der Seitenarme

Die Wände der Bohrlöcher und die Stoßgrate können unterschiedlich geformt sein (s. Abb. 37). Ihr Erscheinungsbild hängt von der Form der Seitenarme des Bohrers ab, genauer, der Außenseite von deren Spitzen.

Folgende Formen der Lochwand werden unterschieden:

1. konisch, mit Winkeln bis zu 45°;
2. leicht konisch;
3. gebogen: an der Leistenoberfläche vertikal, rechtwinklig zu dieser beginnend und am Stoßgrat horizontal endend;
4. gerade und vertikal (oder sehr leicht konisch) mit gerundeter Ecke zum Stoßgrat;
5. gerade und vertikal (oder sehr leicht konisch) mit scharfer Ecke zu einem konisch zugespitzten Stoßgrat.

Die Formen haben unterschiedliche Vor- und Nachteile im Vergleich zueinander.

Bei konischer oder leicht konischer Außenseite des Bohrers (1 und 2) zentrierte der Bohrer sich selbst im Bohrloch. Die Mittelspitze hatte dadurch weniger seitlichen Spielraum und musste weniger seitlichen Druck auffangen. Dadurch war die Gefahr gemindert, dass die Spitze abbrach. Außerdem entstand seitlich weniger schabende Wirkung an der Wand des Mittel Loches, so dass dieses sich vielleicht weniger weitete. Die geringere Reibung der Mittelspitze wird jedoch kaum dazu geführt haben, dass weniger Kraft erforderlich war. Dagegen hatte die Außenseite des Bohrers

---

<sup>158</sup> Mitteilung M. TIELENS und durch einen älteren Mitarbeiter der Firma Kaiser.

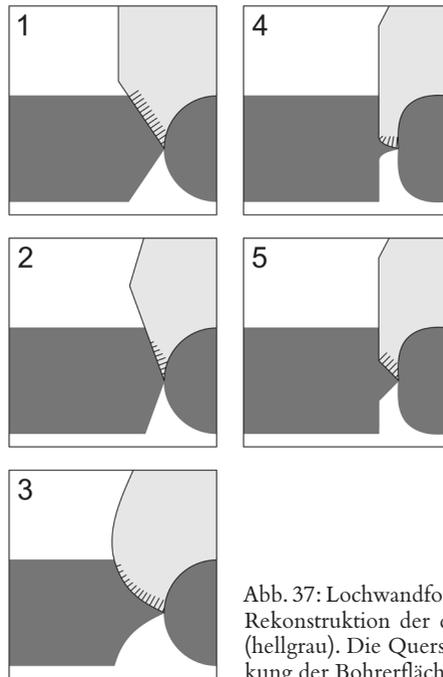


Abb. 37: Lochwandformen im Schnitt (dunkelgrau) mit Rekonstruktion der dazugehörigen Bohrerarmspitzen (hellgrau). Die Querstriche deuten die schabende Wirkung der Bohrerfläche an der Lochwand an.

eine schabende Wirkung über die ganze Höhe der Lochwand hinweg zu leisten, so dass der Widerstand beim Bohren und die benötigte Energie sich bei einer konischen Außenseite des Bohrers vergrößert haben werden. Letzteres gilt bei einer stärker konischen Außenseite (1) mehr als bei einer leicht konischen (2), weil die Schnittfläche bzw. die Lochwand deutlicher quer zur Druckrichtung stehen.

Bei gebogener Außenseite des Bohrers (3) wird die zentrierende Wirkung geringer gewesen sein als bei konischer und leicht konischer Außenseite (1 und 2) und der Widerstand am unteren Teil ähnlich stark wie bei einer konischen Außenseite (1), am oberen Teil aber sehr gering. Bei vertikaler oder nahezu vertikaler Außenseite (4 und 5) war die zentrierende Wirkung noch geringer, so dass der Bohrer nur auf eine minimale Fläche, die am Ende den Stoßgrat formte, eine schabende Wirkung mit stärkerem Widerstand ausgeübt haben wird. Das wird ohne Weiteres Kraft erspart haben. Damit der Bohrer sich nicht im Bohrloch verkeilte, war die Außenseite der Bohrer Spitze meistens doch ein wenig konisch und schabte leicht mit einer Scharfkante oder Schneidefläche (vgl. Kap. 3.1.1.2). Das bewirkte ein wenig seitlichen Spielraum des Bohrers innerhalb des Loches.

Ein solcher Spielraum konnte dazu führen, dass die ausgebohrten Löcher in den Leisten nur in seltenen Fällen genau rund waren. Der Durchmesser kann eine Differenz von bis zu 0,5 mm innerhalb ein- und desselben Lochs aufweisen. Außerdem kann durch einen solchen Spielraum die Abschabung an der einen Seite des Gegenstandes stärker gewesen sein als an der anderen Seite, was sich in einer unterschiedlichen Stärke der Bohrkanten auf der Oberfläche des Gegenstandes zeigt. Aus dem Spielraum am Außenrand des Bohrers ergibt sich zwangsläufig, dass auch die Mittelspitze im Mittelloch Bewegungsfreiheit hatte. Durch einen solchen Spielraum konnte sich die Richtung der Mittelspitze, d. h. der Bohrachse, während der Bohrung ändern. Die beiden herausgebohrten Hälften des Gegenstandes konnten dadurch schräg zueinander stehen. Demzufolge konnte der Gegenstand sich an einer Seite bereits vom Loch gelöst haben, während er an der anderen Seite noch nicht ganz herausgebohrt war. Der auf den Bohrer ausgeübte Druck konnte in solchen Fällen einen frühzeitigen Abbruch des Gegenstandes von der Lochwand bewirken. Dieser zeigte in solchen Fällen an einer Seite einen dicken Bruchrand. Es ist gut möglich, dass aus diesem Grund viele der lose

aufgefundenen Perlen, insbesondere die kleineren, als Ausschuss betrachtet und weggeworfen wurden. In einigen Fällen hat die Spannung, unter der die Zentralspitze stand, offenbar zum Abbrechen dieser Spitze geführt (Kap. 3.1.1.2).<sup>159</sup>

### 3.1.3.3 Die Form der Zentralspitze

Die Form der Zentralspitze kann zum einen anhand der abgebrochenen Spitzen rekonstruiert werden, zum anderen aus unvollständig herausgebohrten Gegenständen, v. a. jenen, bei denen die Mittelspitze die Knochenwand nicht vollständig bis zur anderen Seite durchbohrt hat.

Die unvollständig ausgebohrten Mittellöcher zeigen, dass dieser Mittelstift des Bohrers sich in Richtung Spitze leicht verjüngte und anschließend in einem relativ stumpfen Winkel von etwa 100° (90 bis 110°) endete. Der Übergang vom Stift zu dieser stumpferen Spitze war eckig.

Auf Röntgenaufnahmen der abgebrochenen Spitzen wirkt das Ende der Spitzen bei einem Winkel kleiner als 90° (etwa 60 bis 75°) spitzer. Der Knick und die leichte Verjüngung oberhalb davon stimmen mit den Abdrücken in den Bohrlöchern überein.

Die aus den Leisten herausragenden, sichtbaren Teile der abgebrochenen Zentralspitzen vermitteln weitere Informationen. Sie zeigen alle einen vier- oder rechteckigen Schnitt mit Seiten, deren Breite zwischen 1,1 und 1,9 mm liegt. Die Zentralstifte der Bohrer, mit denen kleine runde Perlen herausgebohrt wurden, sind fast viereckig mit Seiten von etwa 1,1 bis 1,5 mm Breite (Abb. 39) und in einem Fall viereckig mit Seiten von 1,3 mm. Auch der Stift eines Bohrers für große runde Perlen ist viereckig (1,9 x 1,9 mm). Dagegen ist der Stift, mit dem längliche oder tonnenförmige Perlen herausgebohrt wurden, ausgeprägter rechteckig und hat Seitenlängen von 1,1 und 1,9 mm. Die Spitze eines Stiftes, mit dem kleine runde Perlen herausgebohrt wurden, ist ebenfalls rechteckig und außerdem asymmetrisch. Die eine schmale Seite verläuft bis zum Ende gerade, während die andere Seite an zwei Stellen einen Knick zeigt und mit einem Winkel von 8° zur anderen Seite endet.

Es ist durch die Struktur und die Eigenschaften der Knochensubstanz bedingt, dass ein eckiger Bohrerstift mit einer stumpfen Spitze anstelle von einem runden Stift mit einer scharfen Spitze benutzt wurde. Ein runder Bohrerstift mit spitzem Ende drückt die angebohrte Substanz zur Seite, während ein eckiger, stumpfer Stift mit den Ecken ein Loch ausfräst. Außerdem fräsen die eckigen Seiten des Stiftes das Loch anschließend durch die Verbreiterung des Stiftes nach oben hin allmählich weiter aus. Während z. B. Holz mit mehr oder weniger flexiblen Fasern in einer Richtung durchaus auseinander gedrückt werden kann, lässt sich Knochen auf diese Weise nur schwer oder gar nicht durchbohren und würde sich eher spalten. Knochensubstanz ist vielmehr aus gewobenen und Lamellenstrukturen mit mehreren Faserrichtungen aufgebaut.<sup>160</sup> Es stellt sich beim Verarbeiten bedeutend härter und weniger flexibel dar als die meisten einheimischen Holzarten.

Die Knochengegenstände werden also nicht in striktem Sinne herausgebohrt, sondern durch die schabende Wirkung von den eckigen und scharfen Kanten des Bohrers ausgefräst. Eine solche Wirkung wurde bereits hinsichtlich der Außenseite der Seitenarme des Bohrers beschrieben (Kap. 3.1.1.2). Die eckigen Kanten der Zentralspitze des Bohrers waren einem Verschleiß unterworfen und mussten, ebenso wie die Innen- und Außenseiten der Seitenarme, regelmäßig vom Handwerker geschärft werden.<sup>161</sup> Dadurch können die Zentralspitze und damit das Mittelloch des Produktes, ebenso wie die Seitenarme und damit die Außenform des Produktes, nicht ganz formfest gewesen sein. Das bedeutet, dass die Objekte, die mit demselben Bohrer herausgebohrt wurden, kleine Unterschiede in der Form und in den Maßen aufwiesen.

159 s. Kap. 3.1.1.2 und Anm. 127. Alle fünf Beispiele abgebrochener Mittelspitzen steckten in Perlen, von denen nur eine größer ist.

160 MACGREGOR 1985, 2–9.

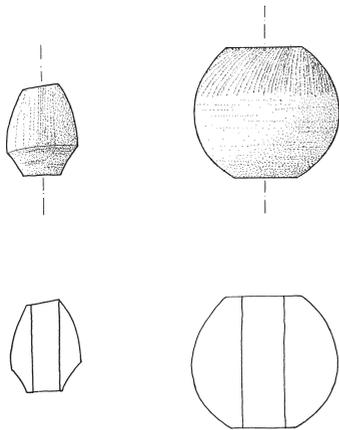
161 Eine Zentralspitze mit konkaven Seiten, wie sie der Bohrer in Abb. 35 zeigt, ist zwar anfangs äußerst effektiv, würde aber diesen Vorteil durch ein wiederholtes Nachschleifen durch den Handwerker schnell verlieren.



Abb. 38 (oben): Zwei schwarz gefärbte Ringe, links ein flacher Ring mit Drehrillen und einer Bohrkante auf der Oberfläche, rechts ein runder Ring mit polierter Oberfläche.

Abb. 39 (unten links): Längliche Perle, deren Rand um das Mittelloch an einer Seite konkav geformt ist (Phase 2A, Bef. 86), M 2 : 1.

Abb. 40 (unten rechts): Große Perle mit quer zur Drehrichtung stehenden feinen Rillen (Phase 3 umgelagert, Bef. 750), M 2 : 1.



### 3.1.4 Die Oberflächenbearbeitung

#### 3.1.4.1 Nacharbeiten und Polieren

Im Normal- oder Idealfall war die Form des herausgebohrten Gegenstandes fertig und gebrauchsbereit und bedurfte keiner weiteren Bearbeitung.<sup>162</sup> Spuren auf einigen Gegenständen lassen vermuten, dass vorhandene Bohrspuren wie Bruchgrat oder Drehrillen vereinzelt beseitigt wurden. Ein beschränkter, aber nicht zu vernachlässigender Teil der in der Konstanzer Münzgasse vorgefundenen Gegenstände wurde jedoch zweifellos poliert (Abb. 38).

Verschiedene französische Quellen beschreiben zwei Methoden des Polierens gedrechselter Perlen: „im

Sack“ und „auf der Drehbank“.<sup>163</sup> „Im Sack“ wurden Perlen poliert, indem man einen mit tausenden von Perlen gefüllten, zugebundenen Sack hin und her schüttelte. Möglicherweise wurde dabei noch ein Glanz verstärkendes Mittel hinzugefügt wie z. B. Seife oder Bimsmehl<sup>164</sup> oder ein andersartig wirkendes Mittel wie Sand, durch den eine matte Oberfläche erzeugt wurde.<sup>165</sup> Auf der Drehbank konnten aufgespießte Perlen poliert werden, indem man während des Drehens ein Scheuermittel gegen die Perlen hielt. DIDEROT zeigt in einer Abbildung eine Drehbankaufstellung (s. Abb. 30, rechts unter Fig. 9), die laut Angabe „zum Polieren von Perlen“ vorgesehen ist. MAIRE erwähnt, dass in solch einer Anordnung auch ein noch vorhandener Bruchrand einer herausgebohrten Perle mit einem Meißel entfernt werden konnte.<sup>166</sup> THEOPHILUS PRESBYTER empfiehlt, Elfenbeinperlen nach dem Drechseln „mit Schachtelhalm zu glätten und zusätzlich die Verarbeitungsabfälle in einem Leinentuch zu sammeln und durch Schütteln kräftig zu reiben“.<sup>167</sup> Darin lässt sich sowohl die Sack- als auch die Drehbankmethode wiederfinden.

162 PICOD 1994 zitiert einen pensionierten Handwerker aus dem französischen Jura, der Perlen aus Knochen drechselte. Dieses trifft auch auf herausgebohrte Perlen wie diejenigen aus Konstanz zu. Das wird durch Beobachtungen an modernen Knochenperlen aus Indien sowie durch heutige Rosenkränze bestätigt; auch an Knochenperlen aus archäologischen Funden, von denen sichergestellt ist, dass sie gebraucht sind, sowie an Perlenabfällen aus der Konstanzer Münzgasse. So sind von dort nicht nachgearbeitete Gegenstände mit Drehrillen auf der Oberfläche geborgen worden, die gefärbt wurden.

163 PICOD 1994 zitiert zwei verschiedene, pensionierte Perlendreher aus dem französischen Jura. MAIRE 1986 zitiert ältere französische Literatur, darunter DIDEROT/D'ALEMBERT 1768/71.

164 PICOD 1994. Bimsmehl wird bei MAIRE genannt (1986), der hier PLUMIER 1701 („L'Art de Tourner ...“) zitiert. Im Odenwald wird noch heutzutage in Poliertrommeln Bimsmehl benutzt (Mitteilung H. JÄGER, Berufsschule für das Holz und Elfenbein verarbeitende Handwerk). Im „Mittelalterlichen Hausbuch“ (Bl. 30<sup>b</sup>) wird empfohlen „glesen perlin ... der da dint zum pater noster ...“ zu „... rede(n) ...“ (rädeln?) mit „bimßpulver ... in einem Sack“.

165 Das „Mittelalterliche Hausbuch“ (Bl. 30<sup>b</sup>) beschreibt, dass gläserne Paternosterperlen den Glanz verlieren, wenn sie in einem Sack mit Sand als Poliermittel gerädelt werden.

166 MAIRE 1986, 7586.

167 „Quos cum acutis ferris tornaveris, cum asperella aequabis et colligens rasusas in panno lineo desuper tornando fortiter fricabis, et omnino lucidi fient.“ Theophilus Liber 3, Kap. XCIII in: BREPOHL 1999, Bd. 2, 275.

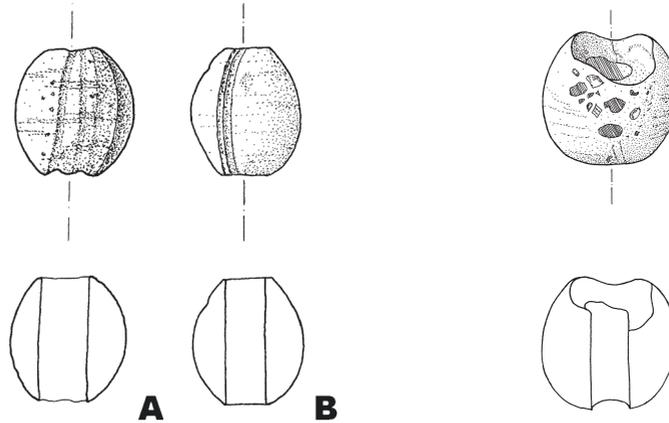


Abb. 41 (links): Zwei polierte Perlen mit einigen parallelen Rinnen, die vom Rand des Mittelochs zum Teil in der Form eines schwachen S verlaufen (A Ablagerung Phase 1, Bef. 619; B Phase 2A, Bef. 175), M 3 : 1. – Abb. 42 (rechts): Erkennbar misslungene Perle, die trotzdem poliert ist (Phase 3.IV, Bef. 473), M 2 : 1.

Unterschiedliche Spuren auf den Konstanzer Funden scheinen anzudeuten, dass verschiedene der oben beschriebenen Methoden auch dort benutzt wurden, obwohl doch hauptsächlich mit der Bohrmethode gearbeitet wurde. So gibt es Spuren, die darauf deuten, dass gebohrte Objekte auf einer Drehbank bearbeitet, wenn nicht sogar angefertigt wurden. Vereinzelt aufgefundene Perlen mit kragenähnlich erhöhtem oder konkavem Rand um das Mitteloch herum (Abb. 39) oder mit einer betonten Rille auf halbem Weg zwischen der Stoßgratstelle und dem Rand des Mittelochs können auf einer Drehbank nachgeformt worden sein.

Weiterhin zeigen einige der Konstanzer Perlen anstelle eines Bruchrandes einen abgeflachten Streifen, der eine Reihe paralleler, vertikal, d. h. quer zur Drehrichtung stehender, kurzer, kleiner Rillen aufweist. Sie erinnern an die Rillen, die auf der Oberfläche von Perlen entstehen, wenn beim Drehen von Perlen bei einer durchgehenden Drehung der Meißel auf der Oberfläche vibriert.<sup>168</sup> Letztere allerdings entstehen v. a. an den stärker konvexen oder konkaven Teilen der Objekte und sind bei Perlen v. a. in der Nähe des Mittelochs zu erwarten. Auf der Oberfläche verschiedener anderer Perlen und zylindrischer Objekte aus der Münzgasse sind gerade dort feine Rillen in engem Abstand zueinander zu sehen (Abb. 40). Diese sind vollkommen identisch mit den von PICOD beschriebenen Vibrierrillen auf mit hoher Geschwindigkeit und in einer durchgehenden Drehung gedrechselten Perlen.<sup>169</sup> Die genannten Objekte haben allerdings alle eine glatte Oberfläche. Auf einer großen Perle setzen sich die Rillen von der einen Bohrhälfte über die Stoßgratstelle hinweg auf die andere Bohrhälfte fort. Die vertikalen Rillen dürften in diesen Fällen durch das nachträgliche Glätten der Oberflächen mit einem Meißel auf einer Drehbank in einer durchgehenden Drehung entstanden sein, ähnlich wie es MAIRE beschreibt. Da diese Objekte keine horizontalen Drehrillen aufweisen, wäre es denkbar, dass sie sogar mit dem Meißel (nach-)geformt wurden.

An wieder anderen Gegenständen überlagern vertikale Riefen die Reste horizontaler Drehrillen. Auch diese setzen sich von der einen Bohrhälfte über die Stoßgratstelle hinweg auf die andere Bohrhälfte fort und lassen sich nur schwer als Spuren des Bohrens deuten. Sie sind jedoch viel größer als die vorhin besprochenen Rillen. Außerdem ist die Oberfläche dieser eindeutig ausgebohrten oder gedrechselten Gegenstände in den meisten Fällen zwar nicht ganz glatt aber durchaus glänzend. Deshalb wird vermutet, dass die vertikalen Riefen beim Polieren entstanden sind, indem man während einer drehenden Bewegung mit geringerer Geschwindigkeit einen stumpfen Gegenstand oder

168 PICOD 1994.

169 Ebd.

ein Scheuermittel, wie z. B. den erwähnten Schachtelhalm, gegen die Oberfläche des aufgespießten Gegenstandes hielt bzw. über die Oberfläche rieb. Bemerkenswert ist allerdings, dass das Profil der betreffenden Perlen zum Teil nicht vollständig ausgebohrt wurde.

Unklar ist die Entstehung von etwas andersartigen, vertikal, d. h. quer zu den Drehrillen verlaufenden Rinnen, die sich ebenfalls über die Stoßgratstelle hinweg immer in der zweiten Bohrhälfte fortsetzen. Sie sind auf einer Reihe von Perlen zu finden, deren Oberfläche glatt und eingehend poliert ist, so dass kaum Drehrillen des Bohrers sichtbar sind. Diese Rinnen sind zum Teil sehr vage. Sie bestehen aus einer stärkeren Rinne in Form eines schwachen S, das vom Rand des Mitteloches ausgeht und in manchen Fällen von einigen schwachen dünnen Rinnen begleitet wird (Abb. 41). Möglicherweise sind sie beim Polieren mit einer drehenden Bewegung entstanden, dort, wo die Oberfläche anders war, beispielsweise uneben oder rau. Raue Flächen finden sich nicht selten an unpolierten Perlen, und sie entstehen während des Bohrens.

Dagegen deuten mehrere Beispiele eindeutig misslungener Perlen, die trotzdem poliert worden sind, darauf hin, dass sie nicht einzeln, sondern in größeren Mengen poliert wurden, wie bei dem oben beschriebenen „Polieren im Sack“ (Abb. 42).<sup>170</sup>

#### 3.1.4.2 Färben

Man kann davon ausgehen, dass die herausgebohrten Gegenstände ohne weitere Färbung weiß waren. Eventuell wurden zum Ausbohren ausgewählte Knochen vor der Verarbeitung gebleicht (s. Kap. 3.1.6). Durch Bodeneinwirkung sind die untersuchten Knochenreste in den allermeisten Fällen bräunlich gefärbt, variierend von gelbbraun bis dunkelbraun.

Ein kleiner Teil der gefundenen Gegenstände zeigte eine schwarze Oberfläche (Abb. 38). Vermutlich wurden diese Gegenstände gefärbt. Die genauere Betrachtung unter einem Mikroskop förderte einen Unterschied zwischen Ringen und kleinen Perlen zutage. Die Ringe sind tief schwarz, nicht nur an der Oberfläche, sondern auch im Inneren. Die Perlen dagegen sind an der Oberfläche nicht völlig schwarz, sondern sehr dunkelbraun und diese dunkle Färbung ist nur oberflächlich.<sup>171</sup> Bei beiden Gruppen sind die Poren in der Knochensubstanz an der Oberfläche ausgefüllt: bei den Ringen sichtbar, bei den Perlen in den meisten Fällen kaum erkennbar.<sup>172</sup> Die Tatsache, dass eine solche Porenfüllung bei Perlen und Ringen fehlt, deren Oberfläche und Kern eine normale braune Farbe zeigen, bestätigt die Vermutung, dass die schwarzen Objekte gefärbt wurden.

Es ist anzunehmen, dass die ursprünglich erzielte Färbung – auch vor der Bodeneinwirkung – schwarz war. Diese Annahme beruht nicht nur auf der Zeichnung des Nürnberger Paternostermachers, auf der schwarze Perlenschnüre zu sehen sind. Unter den modernen indischen Knochenperlen sind ebenfalls Stücke mit schwarzer Färbung, die nur oberflächlich in den Knochen eingezogen ist.

Die schwarze Färbung, die in die Knochensubstanz eingezogen ist, scheint sowohl bei den Ringen als auch bei den Perlen resistent gegenüber Wasser- und Bodeneinflüssen gewesen zu sein. Eine Schwarzfärbung, der die Einflüsse des Wassers und des Bodens nichts anhaben können, kann durch ein chemisches Verfahren mit Eisenhydroxid oder ein Brennverfahren in heißem Sand bewirkt worden sein.<sup>173</sup> Die bei den Ringen verwendete tiefschwarze Färbung der ganzen Knochensubstanz könnte durch eine gleichmäßige Erhitzung des Objekts im Sand entstanden sein, so dass die Kno-

170 z. B. spongiöse große Perlen aus Fundnr. 01/470 (Bef. 473), 01/1091 (Bef. 750) aus dem umgelagerten Teil von Produktionsphase 3 und eine längliche Perle aus Fundnr. 01/84 (Bef. 118) aus Produktionsphase 2A.

171 Mikroskopische Untersuchung durch C. H. MALIEPAARD und C. TROOSTHEIDE der Universiteit van Amsterdam. Untersucht wurden zwei schwarze Ringe (Fundnr. 01/470 und 01/809) und zehn dunkle Perlen (Fundnr. 01/263, 01/318 und 01/780), im Vergleich mit fünf Perlen und einem Ring mit ‚normal‘ brauner Oberfläche. Alle Gegenstände waren poliert oder glatt geschliffen.

172 Bei den nicht schwarz gefärbten Vergleichsobjekten waren die Poren unter dem Mikroskop deutlich sichtbar und nicht gefüllt.

173 ERATH 1996 bzw. Mitteilung M. TIELENS. Beide Techniken sollten näher erforscht bzw. erprobt werden.

chensubstanz dabei verkohlte. Bei kleinen Perlen hat man sich anscheinend für eine andere Technik entschieden, vielleicht weil diese nur schwer im Sand wiederzufinden waren.<sup>174</sup>

Spuren von anderen Farben wurden nicht bei ausgebohrten Knochenobjekten oder Bohrabfällen beobachtet. Bei zwei Würfeln, an denen rote Farbreste gefunden wurden und an einem geschnitzten Marienfigürchen aus Konstanz war die Farbe nicht in den Knochen eingedrungen und wurde ausschließlich in Vertiefungen festgestellt.<sup>175</sup>

Das von THEOPHILUS PRESBYTER beschriebene, heutzutage benutzte Verfahren, bei dem Knochen zusammen mit einem Farbstoff und eventuell zusätzlich Aschelauge gekocht werden, bewirkte nur eine oberflächliche Färbung, die nur beschränkt resistent gegenüber Wasser und dem Einfluss des Bodens war.<sup>176</sup> Es ist möglich, dass aus diesem Grund keine anderen Farben wie z. B. Rot, Gelb oder Braun vorgefunden wurden: Entweder sind sie durch die Einwirkung des Bodens vollständig verblasst oder sie wurden durch die Bräunung unkenntlich oder man hat solche Farben wegen ihrer geringen Haltbarkeit gar nicht als umfassend deckende Behandlung für diese Art von Gegenständen benutzt. Solche Farben fehlen auch bei den modernen indischen Knochenperlen.

Schwarz gefärbte Beispiele aus der Konstanzer Münzgasse sind unter allen Typen von herausgebohrten Gegenständen sowohl in poliertem wie in nicht nachgearbeitetem Zustand zu finden (Abb. 38). Schwarz gefärbte Leistenfragmente wurden nicht gefunden, so dass die Färbung der Gegenstände eindeutig nach dem Ausbohren stattfand. Gleichermaßen auffallend unbrauchbare Objekte wie unter den polierten fehlen unter den gefärbten Gegenständen. Fehler der Art, wie sie an gefärbten Objekten zu sehen sind, können leicht übersehen werden, wenn nicht jedes einzelne Stück kontrolliert wird. Es handelt sich dabei z. B. um unauffällige, kleine, fehlende Ecken oder Beschädigungen, die nur an einer Seite zu sehen sind. Zwischen den Arbeitsgängen Polieren und Färben scheinen also nur die auffälligsten Fehlstücke entfernt worden zu sein, während eine stückweise Kontrolle erst nach dem Färben stattfand, z. B. in dem Moment, als die Objekte zur Weiterverwendung (etwa zum Aufreihen an einer Schnur) in die Hand genommen wurden.

### 3.1.5 Rohmaterialbeschaffung

#### 3.1.5.1 Benutzte Knochen

Als Rohmaterial für die Knochenverarbeitung unter Einsatz der Bohrtechnik wurden im Allgemeinen zwei Gruppen von Knochen – beide von Rindern – in größeren Mengen benutzt: Mittelhand- und Mittelfußknochen (Metapodien) und der Horizontalteil (*Ramus horizontalis*) des Unterkiefers (Abb. 43 unter 1). Im geborgenen Teil des Abfalls aus der Münzgasse ist die Verarbeitung von tausenden von Stücken von beiden Gruppen belegt: fast 5000 Unterkiefer und mehr als 25 000 Metapodien.<sup>177</sup> In deutlich beschränkter Zahl wurden auch andere Skelettelemente regelmäßig eingesetzt: – Speiche (Radius) und Schienbein (Tibia) vom Rind (Abb. 43 unter 2); – Metapodien, Speiche und Schienbein vom Pferd.<sup>178</sup>

174 Da die beiden gefärbten Ringe aus JUNKES' Periode 3 stammen und die ausgewählten Perlen alle aus Periode 2, ist eine chronologische Entwicklung nicht auszuschließen, wobei auch diese von den beschriebenen praktischen Überlegungen beeinflusst worden sein kann.

175 ERATH 1996, 67.

176 Mitteilung M. TIELENS (Geldermalsen). Die fehlende Wasser- und Bodenbeständigkeit wurde beim Kochen, ohne die von THEOPHILUS PRESBYTER empfohlene Aschelauge, festgestellt (Theophilus Liber 3, Kap. XCIII in: BREPOHL 1999, Bd. 2, 275). Die Behandlung mit einem solchen Laugenzusatz wäre noch zu prüfen. Zudem ist das Rezept wohl v. a. für Elfenbein und Walrosszähne gedacht (s. ebd. 272), wobei hier Farbstoffe ohnehin nicht leicht eindringen.

177 Dies basiert hauptsächlich auf abgeschlagenen Unterkieferspitzen bzw. abgeschlagenen Distalenden von Metapodien, ergänzt durch die Hälfte der abgesägten Distal- und Proximalenden von Metapodien (Tab. 1). Zu beiden Gruppen ist zusätzlich noch eine beschränkte Zahl von Knochen zu rechnen, die nachweislich ohne Entfernung der Spitze bzw. der Enden verarbeitet wurde.

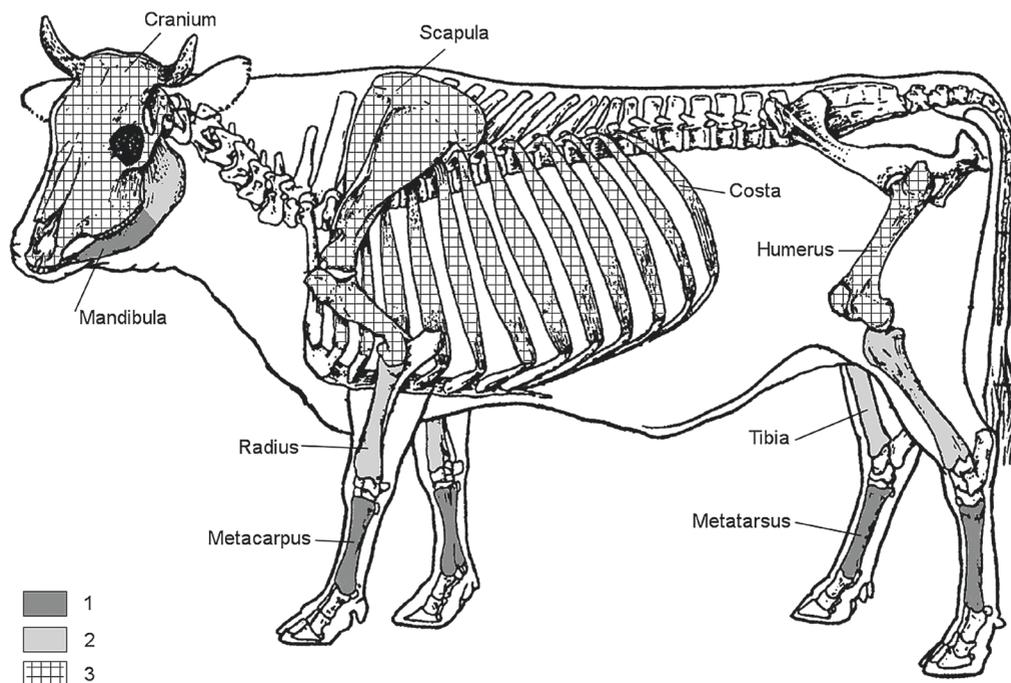


Abb. 43: Übersicht der zur Knochenbohrtechnik verwendeten Elemente im Rinderskelett. 1. massenhaft benutzte Teile: Metapodien und *Ramus horizontalis* des Unterkiefers; 2. in beschränkten Mengen benutzte Teile: Radius und Tibia; 3. vereinzelt benutzte Teile: Femur, Humerus, Rippe und Schädel.

Vereinzelt, meist eher ausnahmsweise, sind auch andere Rinderknochen benutzt worden wie Oberarmknochen (Humerus) und Oberschenkel (Femur) sowie verschiedene Plattknochen wie Rippen, Schulterblatt und Schädel (Abb. 43 unter 3). Außer den bereits erwähnten wurde nur ein einziger anderer Pferdeknöchel unter den Skelettelementen der untersuchten Leisten und Scheiben registriert: ein Unterkieferstück.<sup>179</sup> Neben der Nutzung von Rinder- und Pferdeknöcheln wurden auch drei Schweineknöchel als Rohmaterial für Bohrleisten eingesetzt: zwei Schenkelfragmente (Femur) und ein Schienbeinfragment (Tibia).<sup>180</sup>

Zur Würfelanfertigung wurden hauptsächlich Rindermetapodien benutzt, obwohl vereinzelt auch Rinderschienbeine zum Einsatz kamen und möglicherweise auch Pferdemetapodien.<sup>181</sup> Die gefundenen Abfälle der Würfelanfertigung aus der Münzgasse gestatten die Hochrechnung, dass etwa 150 Rindermetapodien benötigt wurden.<sup>182</sup>

178 Das Ergebnis aus der untersuchten Stichprobe durchbohrter Leisten und Scheiben wird durch Beobachtungen des Verfassers an den übrigen Abfällen wie auch von PRILLOFF 2000 vollkommen bestätigt.

179 Fundnr. 01/593-8 (Produktionsphase 2A).

180 Tab. 41a; Fundnr. 01/354-106 (Produktionsphase 1) und Fundnr. 01/474-35 (Produktionsphase 2A); PRILLOFF 2000, 106 (Bef. 195b; Produktionsphase 1/2A).

181 ERATH 1996, 50 und 69.

182 715 Würfelstäbe und Würfelstabenden, geteilt durch fünf (Stäbe durchschnittlich pro Metapodium), plus 676 Würfel und Würfelrohlinge, geteilt durch fünf mal zehn (Würfel pro Stab). Die Berechnung stützt sich auf Angaben von ERATH. Diese (1996, 30) rechnet mit sechs Stäben pro Metapodium und kommt dabei auf 132 Metapodien. Technisch gesehen ist es zwar möglich, sechs Stäbe aus einem Metapodium anzufertigen, und in den gegebenen Fällen lässt es sich auch nachweisen. Dennoch weisen Abfälle auf eine weniger effiziente Nutzung in anderen Fällen hin, u. a. durch ungünstige Spaltergebnisse.

Unter der relativ geringen Zahl der Abfälle vom Drechseln sind v. a. Fragmente von Metatarsen von Pferd sowie Rind zu verzeichnen, neben einem Radius und einem Femur vom Rind.<sup>183</sup> Zur Anfertigung von Beschlagplättchen wurden Schulterblätter und Rippen vom Rind benutzt.<sup>184</sup> Diese Produkte fließen nicht in diese Studie ein. Der Umfang des Abfalls und somit auch der Umfang des Rohmaterialbedarfs für die Anfertigung von Plättchen ist nicht genau bekannt, scheint jedoch beschränkt gewesen zu sein.<sup>185</sup>

### 3.1.5.2 Anforderungen

Die herausgebohrten Gegenstände wurden ausschließlich aus dem kompakten Teil der Knochenwand, genannt Kompakta, hergestellt. Da Öffnungen in der Knochenwand an der Oberfläche der Gegenstände zu sehen sind und störend wirken, sind Zahl und Größe derartiger Öffnungen ein wichtiger Faktor bei der Prüfung, ob sich ein Knochen für die Anfertigung eignet. Elastizität und Druckbeständigkeit der Knochenwand spielten bei der Mehrzahl der kleinen Gegenstände eine untergeordnete Rolle. Die Form und auch die Funktion von Gebetsschnurperlen und -ringen oder Spielsteinen stellen keine großen Anforderungen an die Druckfestigkeit. Bei Knöpfen ist jedoch eine größere Stabilität in der Vertikalrichtung erforderlich, d. h. quer zum Durchmesser, damit sie unter der Zugkraft einer zugeknöpften Öse nicht brechen. Höhe und Durchmesser der Gegenstände wurden direkt von der Stärke und Ebenheit der kompakten Knochenwand begrenzt. Während für Perlen eine bestimmte Stärke der Kompakta absolut erforderlich ist, ist für Ringe, Knöpfe und Spielsteine eine gewisse Ebenmäßigkeit notwendig. Außerdem muss das Rohmaterial für die zuletzt genannten Produkte auch eine gewisse, wenn auch beschränkte Wandstärke aufweisen. Für die Anfertigung von Produkten aus Leisten ist es vorzuziehen, dass die Kompakta zumindest in einer Richtung einigermaßen flach ist.

### 3.1.5.3 Eigenschaften der benutzten Knochen

Plattknochen wie Schulterblatt und Rippen haben eine dünne, aber flache Kompakta. Bei Röhrenknochen wie Metapodien, Tibien, Radien, Femora und Humeri hat der mittlere Teil (die Diaphyse) eine dicke, kompakte Knochenwand, die röhrenförmig und in einer Richtung gebogen ist. Bei Unterkiefern ist die Kompakta der flachen Teile nur wenig dicker als bei den Plattknochen, die Oberfläche ist aber leicht unregelmäßig, während die dickeren, röhrenförmigen Teile sehr stark gebogen sind.

Bei Röhrenknochen der mittelgroßen Säuger wie Schwein, Schaf und Ziege ist die Knochenwand bedeutend dünner und die Krümmung stärker im Vergleich zu den Röhrenknochen von Großsäugern wie Rind und Pferd. Aus diesen Gründen waren sie nur sehr beschränkt für die hier untersuchten, durchbohrten Gegenstände zu verwerten.<sup>186</sup> Die Kompakta der Plattknochen und der flachen Teile der Unterkiefer mittelgroßer Säuger war zu dünn zum Herstellen ausreichend starker Ringe oder Knöpfe. Aus diesen Gründen ist die nahezu ausschließliche Benutzung von Großsäugerknochen leicht zu erklären.

183 Metatarsus Rind: Fundnr. 29, 66 oder 67, 201, 247, 327, 492, 718, 866, 867, 608; Metapodium Rind: Fundnr. 608; Langknochen Rind, möglicherweise Metatarsus: Fundnr. 146; Radius Rind: Fundnr. 608; Femur Rind: Lesefund; Metatarsus Pferd: Fundnr. 125, 492, 608 (zehn Fragmente), Grabungsschnitt Fischmarkt Bef. 95. Ein einseitig abgeflachtes Metacarpusstück eines Rindes sowie ein ähnliches Stück aus einer Rindertibia sind nicht eindeutig als Drechselabfall einzuordnen.

184 ERATH 1996, 47.

185 ERATH 1996, 48 nennt 21 Fragmente bearbeiteter Rippen. Zusätzlich ist mit nicht identifizierten Stücken zu rechnen.

186 Nur die kleinsten Perlen, Ringe und Knöpfe ließen sich eventuell aus ausgesuchten Teilen der Knochen von Schweinen, Schafen und Ziegen herstellen.

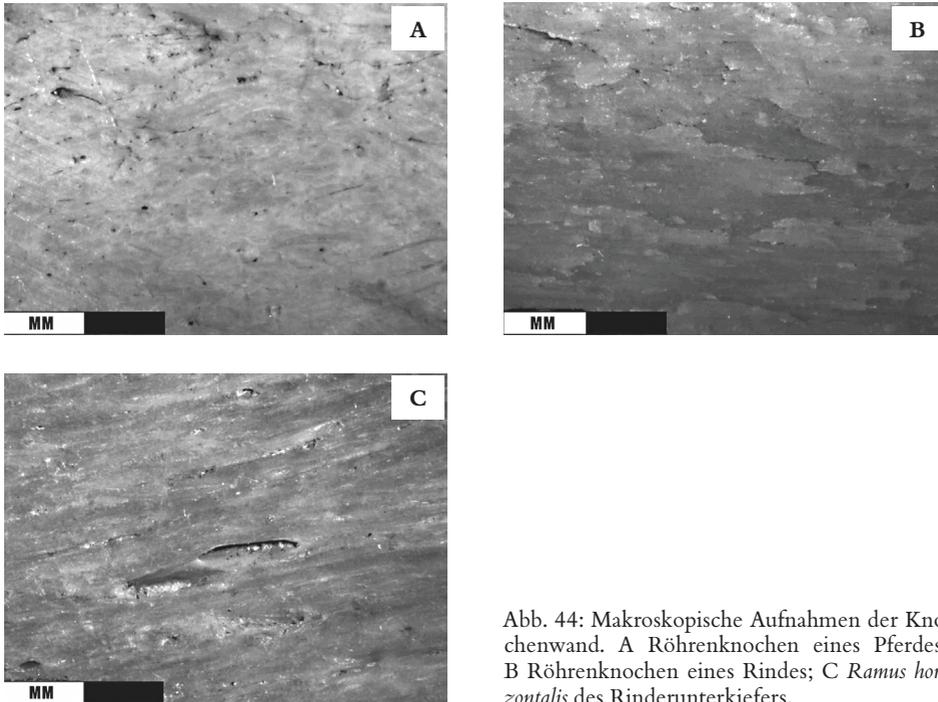


Abb. 44: Makroskopische Aufnahmen der Knochenwand. A Röhrenknochen eines Pferdes; B Röhrenknochen eines Rindes; C *Ramus horizontalis* des Rinderunterkiefers.

Im Vergleich zur Kompakta der Röhrenknochen vom Rind zeigt diejenige der Röhrenknochen vom Pferd bedeutend mehr Poren. Diese sind mit dem bloßen Auge gerade noch zu sehen und zeigen sich unter einem Mikroskop als durchgehende, offene Kanäle (Abb. 44A). Die Kompakta der Rinderknochen dagegen ist unter einem Mikroskop etwas transparenter und zeigt eine etwas schollenartige Struktur mit oberflächlichen, nicht durchgehenden Rissen an den Schnitt-, Bohr- und Bruchflächen (Abb. 44B).<sup>187</sup> An der Oberfläche herausgebohrter Gegenstände sind diese schollenartigen Risse stellenweise ebenfalls zu sehen, mit dem bloßen Auge sogar deutlich an den Zonen, die beim Bohren aufgeraut wurden. An polierten und an geschwärzten Oberflächen sind sie nicht zu sehen. Kanalöffnungen sind an solchen Oberflächen in bestimmten Fällen durchaus noch mit dem bloßen Auge wahrzunehmen. Diese Unterschiede lassen keinen deutlichen Vorteil für die Nutzung von entweder Rinder- oder Pferdeknochen zum Bohren erkennen. Anders verhält sich das bei den häufig benutzten Teilen des Rinderunterkiefers. Seine Kompakta zeigt neben schollenartigen Rissen auch größere und kleinere Poren, die teilweise von großer Dichte sind und bereits mit dem bloßen Auge auffallen. Sie sind stellenweise auch auf der Bohroberfläche der Gegenstände deutlich zu erkennen (Abb. 44C). Die Poren sind v. a. an der Innenseite der Knochenwand häufiger und größer, können aber über die gesamte Wandstärke hinweg vorkommen. Wenn auch nicht überall, wirkt die Struktur der kompakten Knochenwand bei den Leisten und Gegenständen aus Unterkieferrn mit dem bloßen Auge im Allgemeinen erheblich offener und gröber als bei den Stücken aus Röhrenknochen, so dass eine Bevorzugung der Röhrenknochen zu erwarten wäre. Der *Ramus horizontalis* des Pferdeunterkiefers ist durch eine noch größere Zahl von Poren gekennzeichnet und daher wohl nur ausnahmsweise benutzt worden.

Die Knochenwand der flachen Rippen und Schulterblatteile ist relativ kompakt, aber dünn. Unter den benutzten Röhrenknochen von Rind und Pferd wäre eine Bevorzugung von Metapodien, Tibien und Radien gegenüber Femora und Humeri denkbar. Bei den erstgenannten Skelettelemen-

<sup>187</sup> Beobachtungen an durchbohrten Leisten aus der Münzgasse unter einer 20-fachen Vergrößerung.

ten sind erhebliche Teile der Wand nahezu flach und gerade, während bei Femora und Humeri die Wand fast überall und stärker in verschiedene Richtungen gebogen ist. Am regelmäßigsten ist die Diaphyse der Metatarsen mit drei flachen und geraden Seiten über die ganze Länge, die rechteckig zueinander stehen und eine ziemlich gleichmäßige Wanddicke von etwa 7 bis 11 mm aufweisen.<sup>188</sup> Die Diaphyse der Metacarpen hat nur eine flache Seite, die dafür etwas breiter ist als die des Metatarsus. Außerdem kann die Wandstärke stellenweise dünner sein. Die Stärke schwankt zwischen 5 und 11 mm.

#### 3.1.5.4 Verfügbarkeit und Beschaffung

Die beiden Gruppen von Knochen, die das Knochen verarbeitende Handwerk in größeren Mengen benutzte – nämlich die Metapodien und die Horizontalteile des Unterkiefers vom Rind –, gehören beide zu den fleischlosen bzw. sehr fleischarmen Teilen des Körpers (Abb. 43 unter 1). Den übrigen verwendeten Skelettelementen haftete vor dem Schlachten Fleisch an (Abb. 43 unter 2). Im Folgenden werden die Mechanismen der Verteilung von Rohmaterialien vom geschlachteten Rind analysiert, soweit sie im Zusammenhang mit der Versorgung der Handwerker stehen, die im mittelalterlichen Konstanz Gegenstände aus Knochen bohrten. Dabei steht die Verfügbarkeit der fleischlosen Körperteile gegenüber den Teilen mit Fleisch im Zentrum. In spätmittelalterlichen Fundschichten in Städten werden vom Rind nur selten die größeren Knochen der Körperteile mit Fleisch unzerteilt gefunden. Rinderunterkiefer, oft ohne Vertikalteil (*Ramus verticalis*), und Metapodien wurden jedoch gelegentlich gehäuft und in unzerteiltem Zustand vorgefunden, in einigen Fällen sogar gleichzeitig.<sup>189</sup> Das Gleiche gilt für Hornzapfen, denen ebenfalls kein Fleisch anhaftete.<sup>190</sup> Die größeren Knochen mit Fleisch scheinen also nicht vollständig ausgebeint, sondern beim Portionieren des Fleisches zerhackt worden zu sein. Dieses hat wahrscheinlich normalerweise beim Metzger oder Knochenhauer stattgefunden.<sup>191</sup> Das Portionieren der Knochen macht nur Sinn, wenn eine Verteilung dieser Knochenstücke auf die Haushalte der Konsumenten beabsichtigt war. Dort dienten die Knochenstücke, in denen sich noch Mark befand, zum Suppenkochen. Die These, dass in den individuellen Haushalten Knochen verwertet und weggeworfen wurden, findet nicht nur Unterstützung in dem hohen Grad an Fragmentierung der Rinderknochen der Körperteile mit Fleisch gegenüber den Anhäufungen unzerteilter Knochen der fleischlosen Körperteile. Die zerbrochenen Rinderknochen der Körperteile mit Fleisch wurden überall zerstreut auf fast allen Privatparzellen mittelalterlicher Städte im Boden der Höfe und Gärten gefunden, höchst selten unzerteilt oder als Anhäufungen bestimmter Skelettelemente.

Vor dem Portionieren des Fleisches musste der Metzger erst die Haut entfernen, damit Gerber diese verwerten konnten. Quellen in Bild und Schrift sowie archäologische Funde belegen, dass die Hörner und ‚Füße‘ an der Haut blieben und mit dieser beim Gerber landeten.<sup>192</sup> An den Hörnern konnte der Gerber bestimmte Qualitäten der Haut erkennen (Tierart, Alter, Geschlecht, Gesundheit). Als Erklärung für das Mitliefern von Fußknochen an Gerbereien nennt SERJEANTSON (1989) die Gewinnung von Marköl für die Lederbehandlung. Es ist nicht zweifelsfrei geklärt, ob sich unter den anhaftenden Fußknochen auch Rindermetapodien befanden. Für das Anhaften von Klauen oder

188 Gemessen an zum Bohren benutzten Fragmenten aus der Münzgasse 4 in Konstanz.

189 MACGREGOR 1985, 30 f. (zitiert u. a. P. HOLDSWORTH für Southampton: Langknochen); GROOTHEDDE 1996 (Deventer: Kiefer und Metapodien); Beobachtung Verfasser (Deventer: Kiefer); Mitteilung R. van GENABEEK (Oldenzaal, Schoolstraat: Kiefer und Metapodien); Mitteilung J. SCHIBLER (Basel: Metapodien).

190 Kap. 1 (Konstanz, Fischmarkt); VAN WIJNGAARDEN-BAKKER/MALIEPAARD 1992 (Leiden, Marktenroute); PRUMMEL 1981; ARMITAGE 1990; MELZER 1999 (Soest, Markt); DUMITRACHE 1993, 291 (Konstanz, Rosgartenstraße 26).

191 Aus den Schriftquellen, beschrieben bei ERATH 1996, bekommt man ein Bild einer regulierten Fleischversorgung in spätmittelalterlichen Städten, das sich schwer mit einer Verwertung von ganzen Karkassen in größerem Umfang in den individuellen Haushalten in Einklang bringen lässt.

192 SCHMID 1969. Eine Übersicht der Quellen bei: SERJEANTSON 1989 und ERATH 1996; SCHMID (1969) gibt wichtige Daten aus der Schweiz; DUMITRACHE (1993) bzw. MARKERT (1990) geben Hinweise aus Konstanz (Rosgartenstraße 24) und Schaffhausen (Haus zum Bogen).



Abb. 45: Hälften von Rindermetapodien, die vermutlich zur Markentnahme in der Mitte quer durchgeschlagen wurden. Unten rechts zwei nicht weiter verarbeitete Stücke und diverse anschließend längs gespaltene Stücke.



Abb. 46: Rinderunterkiefer, an denen der Vertikalteil (*Ramus verticalis*) hinter dem letzten Backenzahn (M3) vom Horizontalteil (*Ramus horizontalis*) hinter dem letzten Backenzahn (M3) abgetrennt wurde.

Zehen (Phalangen) an Gerberhäuten gibt es dagegen Belege.<sup>193</sup> Aus England sowie aus der Schweiz ist belegt, dass an Ziegenhäuten auch Metapodien hingen und mitgeliefert wurden.<sup>194</sup> Für Rinder-

<sup>193</sup> s. vorhergehende Anm. (besonders ERATH 1996; SCHMID 1969; MARKERT 1990).

<sup>194</sup> SCHMID 1969 und SERJEANTSON 1989. Unter den Knochenfunden einer Gerberei des 13. Jahrhunderts in der Konstanzer Rosgartenstraße sind Fußknochen von Schafen oder Ziegen, Metapodien ebenso wie Zehenknochen übermäßig vertreten (Daten des Verfassers).

häute sind keine eindeutigen Zeugnisse zu finden.<sup>195</sup> Im Gegensatz zu Schafs- oder Ziegenfüßen sind die Füße des Rindes mit anhaftenden Metapodien so schwer, dass sie im Falle einer solchen Lieferung den Transport des Fells zum Gerber erheblich erschwert hätten.<sup>196</sup> Marköl wurde auch aus den Zehenknochen (Phalangen) des Rindes gewonnen.<sup>197</sup> Obwohl gelegentlich auch andere Fußknochen verwendet wurden, wie z. B. Rindermetapodien im Amerika des 19. Jahrhunderts,<sup>198</sup> ist anzunehmen, dass der Markölbedarf des spätmittelalterlichen Gerbers in den meisten Fällen durch die an der Haut hängenden, mitgelieferten Phalangen gedeckt wurde. Die Gerber kommen somit grundsätzlich kaum als Lieferant von Tierknochen zur Weiterverarbeitung infrage. Trotzdem zeigen Hackspuren an den Proximalenden (Oberenden) der Metapodien sowie an den daran anhaftenden Hand- und Fußwurzelknochen (Carpalia und Tarsalia) sowohl bei den Beispielen aus der Konstanzer Münzgasse als auch bei andernorts gefundenen Stücken, dass die Rinderfüße in den meisten Fällen oberhalb der Metapodien von den Skeletteilen mit Fleisch getrennt wurden. Anhand der Abfälle aus der Konstanzer Münzgasse kann festgestellt werden, dass nicht nur die Unterkiefer vom Schädel getrennt wurden, sondern vielfach auch der fleischlose *Ramus horizontalis* vom *Ramus verticalis* mit anhaftendem Fleisch. Obwohl der Unterkiefer sich bei heutigen Rindern meist vom Schädel durch ein Durchschneiden der Sehnen am Gelenkteil im weit aufgesperrten Maul entfernen lässt, kann es aus praktischen Gründen in manchen Fällen vorgezogen worden sein, die Enden des Gelenks (*Processus coronoidus* und/oder *Processus articularis*) abzuhacken. So gibt es vollständige Unterkieferhälften (Mandibulae), aber auch solche, an denen der Gelenkteil abgehackt wurde. Daneben gibt es vollständige *Rami horizontales* und *Rami verticales*, die voneinander durch einen Schlag hinter dem hintersten Backenzahn (M3) getrennt wurden (Abb. 103 links oben). Während die Mindest-Individuen-Zahl (MIZ) aller *Ramus-verticalis*-Fragmente in den Rahmen der Nahrungsabfälle passt, beträgt die MIZ aller *Ramus-horizontalis*-Fragmente ein Vielfaches davon.<sup>199</sup> Daraus ist zu schließen, dass nur der *Ramus horizontalis*, ähnlich wie die Metapodien, in größerer Zahl beim Knochenverarbeiter landete, während die Fragmente des *Ramus verticalis* wohl als normaler Konsumabfall zu werten sind.

So bleiben von den zerlegten Rindern nach Abzug der zum Konsum bestimmten Portionen und der für die Gerberei bestimmten Teile die fleischlosen Metapodien und *Rami horizontales* der Unterkiefer übrig. Außer zur Verarbeitung von Knochen waren diese zur Markgewinnung zu gebrauchen. Die Ausbeute an Mark in beiden Knochenarten ist im Vergleich zur Menge in den größeren Röhrenknochen wie Humerus, Tibia und Femur relativ gering. Zum Kochen von Suppen eignet sich das dicke Mark der Metapodien weniger, weil es als weniger schmackhaft empfunden wird.<sup>200</sup> Um das

195 SERJEANTSON (1989) nennt zwei Anhäufungen von Rindermetapodien aus Kingston-upon-Thames (England) auf Parzellen, auf denen in Schriftquellen die Siedlung von Gerbern belegt ist. Allerdings ist dieser Komplex aus dem 16. Jahrhundert durch eine Mindest-Individuen-Zahl von nur sieben Rindern begrenzt aussagefähig. Unter den Fußknochen von ungefähr 60 Kälbern aus dem 18. Jahrhundert mit einem Schlachalter von etwa vier Monaten befanden sich Metapodien. Füße solch junger Kälber dürften leichter und weniger behindernd gewesen sein und eine gute Ölquelle abgegeben haben. Knochen von so jungen Tieren waren als Rohmaterial für das Knochenbohren allerdings schlecht geeignet. Möglicherweise deuten diese beiden Funde aus Kingston auf eine örtliche Eigentümlichkeit hin. – Die 1382 genannte Tradition, dass die Konstanzer Metzger den Gerbern Felle mit Kopf und Füßen lieferten, bezieht sich auf kleinere Schlachttiere (ERATH 1996).

196 Vgl. MACGREGOR 1985.

197 ERATH (1996, Abb. 49c) zeigt ein Beispiel eines durch einen Hieb geöffneten Rinderzehenknochens aus der Münzgasse, der zur Markgewinnung gedient haben könnte.

198 SERJEANTSON 1989.

199 In einer Auswahl an Fundnummern, in denen 13 kg (370 Stück) Fragmente der unteren Hälfte des *Ramus verticalis* registriert wurden, wurden bereits 89,7 kg abgeschlagene Kieferspitzen gefunden, die auf 3250 *Rami horizontales* (geschätzte Stückzahl der Spitzen), nebst 29,5 kg (2000 Stück) Fragmente der Backenwand, 51,3 kg (5500 Stück) Fragmente vom Unterrand des *Ramus horizontalis* und 165 kg Backenzähnen hinweisen (14 000 Stück).

200 Mitteilung R. MALIEPAARD (Amsterdam). Im letzten Viertel des 20. Jahrhunderts wurden in einer Schwarzwälder Dorfmetzgerei nahe Rottweil Metapodienscheiben als billigste Kategorie von Suppenknochen verkauft (Mitteilung N. O. WOLF [Konstanz]). Das Geschmacksempfinden der mittelalterlichen Konsumenten kann allerdings anders gewesen sein als das heutige.

Mark entziehen zu können, muss die Diaphyse des Metapodiums geöffnet werden. Das kann durch ein Aufspalten der Länge nach geschehen oder durch eine Querteilung, am besten in der Mitte.<sup>201</sup> Bei den Knochenresten aus der Konstanzer Münzgasse kann eine solche Querteilung in der Mitte an einer erheblichen Zahl nicht weiterverarbeiteter Metapodien sowie an längs gespaltenen Metapodienhälften festgestellt werden (Abb. 45) und ebenfalls an durchbohrten und nicht durchbohrten Leisten. Daraus wird nicht nur deutlich, dass es sinnvoll war, die Markgewinnung aus Rindermetapodien unter Umständen mit manchen Zweigen der Verarbeitung von Knochen zu kombinieren, sondern dass dieses tatsächlich auch geschah, so z. B. mit dem Bohren von Perlen und Knöpfen. Ganze Metapodien wurden allerdings als Rohmaterial für die Knochenverarbeitung bevorzugt, was an der relativ großen Zahl nicht weiterverarbeiteter Hälften im Vergleich zu den verarbeiteten Hälften und zu unverarbeiteten, ganzen Metapodien zu sehen ist.<sup>202</sup>

Das Mark der Unterkiefer wird am besten durch das Aufschlagen des *Ramus horizontalis* an der Unterseite oder das Abschlagen der Kieferspitze vor dem ersten Backenzahn entzogen. Beides lässt sich mit einer Weiterverwendung als Bohrleiste kombinieren. Beide Vorgänge waren nämlich Teil der Leistenanfertigung (s. Kap. 3.1.7.1) und wurden, wenn überhaupt, von den Handwerkern vollzogen, die die Knochen weiterverarbeiteten. Das mag dazu beigetragen haben, dass ein positiver Hinweis auf Markgewinnung aus Rinderunterkiefern in den Knochenresten aus der Konstanzer Münzgasse fehlt.

Bei der zunehmenden Spezialisierung wurden in vielen nachmittelalterlichen Städten weniger geschätzte Schlachtteile wie Innereien, Füße und Kopf vom Kuttler verwertet und verkauft. Die Verwertung bestand v. a. im Kochen dieser Restteile in Kuttelkesseln. Aus geöffneten Knochen konnte dabei auch das Markfett freigesetzt werden. Zudem hat das Kochen von Knochen Vorteile für deren Verarbeitung (s. Kap. 3.1.6). Es ist deshalb nicht verwunderlich, dass Schriftquellen (etwa) seit dem Jahre 1500 Kuttler als Lieferanten von Knochen an die Handwerker nennen.<sup>203</sup> In Konstanz sind Kuttler für die Reformationszeit belegt. Doch wird beim Verkauf der Füße nicht zwischen Kuttlern und Metzgern unterschieden. Auch die Freiburger Metzger verkauften die Kutteln und Füße selbst.<sup>204</sup> Es ist fraglich, ob es im 14. und 15. Jahrhundert in Konstanz Kuttler gegeben hat, die als Knochenlieferanten fungierten.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die fleischlosen Metapodien und Unterkiefer vom Rind ohne viel Mühe in größeren Mengen in unzerschlagener Form zu einem relativ geringen Preis beim Metzger und möglicherweise auch beim Kuttler zu erhalten waren. Größere Anhäufungen dieser Knochen in Städten, in denen zur gleichen Zeit kein oder kein bedeutendes Knochen verarbeitendes Handwerk nachzuweisen ist, zeigen, dass diese Rindermetapodien und -unterkiefer verhältnismäßig überflüssig waren. Rinderknochen, an denen Fleisch anhaftete wie Tibien, Radien, Femora und Humeri, mussten, wenn sie in unzerschlagenem Zustand gewünscht wurden, speziell entbeint werden. Weil das Entbeinen als zusätzliche Arbeit speziell für das Knochen verarbeitende Handwerk gemacht wurde und die Qualität dieser Knochen zum Suppenkochen höherwertig war, werden die Kosten des Erwerbs für die Knochen verarbeitenden Handwerker höher gewesen sein als bei den Metapodien und Unterkiefern. Rippen dagegen sind sehr einfach zu entbeinen und hatten für den Metzger als Fleisch- oder Suppenknochen wahrscheinlich einen bedeutend geringeren Verkaufswert.

201 Hinweise dafür, dass Metapodien nur zur Markgewinnung der Länge nach gespalten wurden, fehlen (s. u. a. Kap. 2.2, zu 1.). Man vergleiche weiter das Vorkommen von quer zerteilten Metapodien, die nachträglich im Rahmen der Knochenverarbeitung in der Länge gespalten wurden und u. a. zu Leisten verarbeitet wurden.

202 Neben nahezu 90 vollständigen, nicht verarbeiteten Metapodien, wurden mit Sicherheit 75 nicht verarbeitete Hälften von quer halbierten Rindermetapodien unter den Knochenresten der Münzgasse beobachtet. Außerdem wurden noch 48 Scheite von quer halbierten und zusätzlich gespaltenen Metapodien registriert (Abb. 45). Wahrscheinlich ist eine begrenzte Zahl von Stücken all dieser Kategorien unregistriert geblieben.

203 Nach einem Züricher Rechtsspruch aus dem Jahre 1515/16 durften dortige Beinringler bis 300 oder 400 Knochen von einem Kuttler beziehen (SCHNYDER 1936, 176). ERATH (1996, 32) nennt noch eine Pariser Quelle von 1749.

204 ERATH 1996, 31.

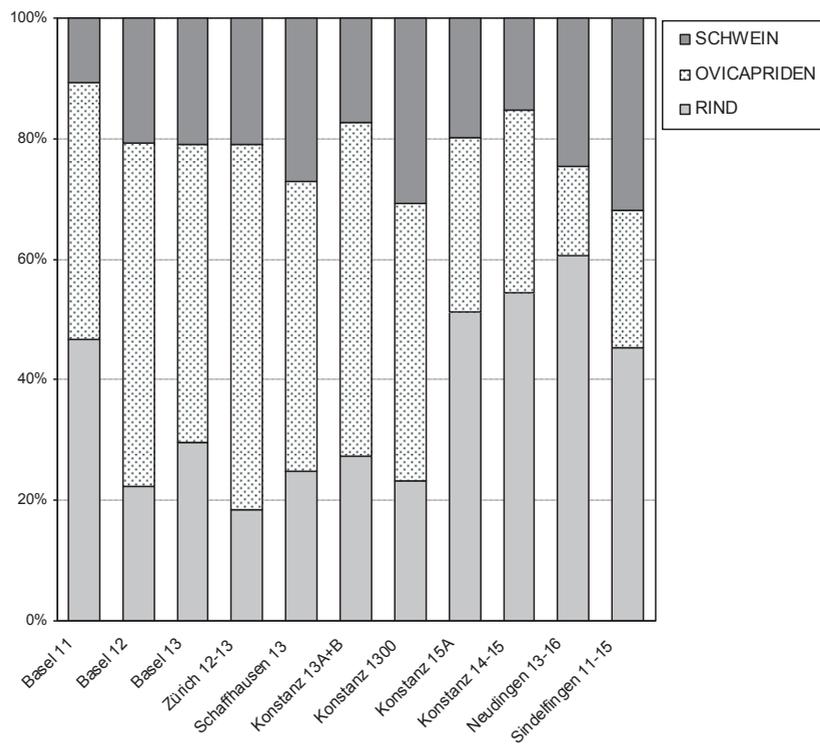


Abb. 47: Verhältnis zwischen den Fragmentzahlen der wichtigsten Haustierarten aus spätmittelalterlichen Tierknochenkomplexen aus Konstanz und Umgebung.

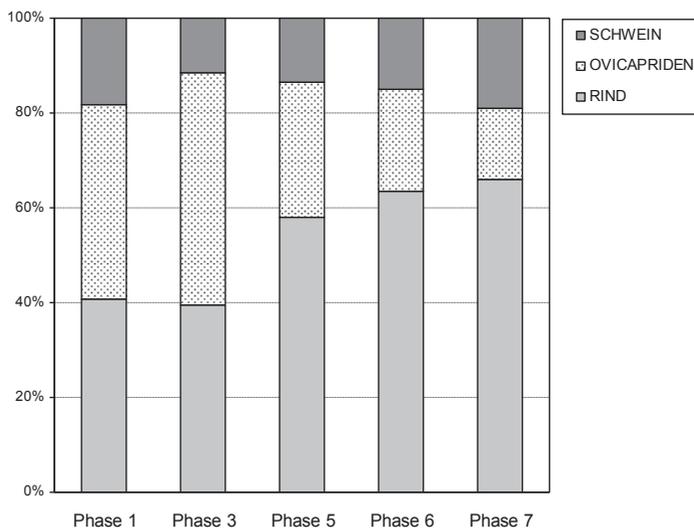


Abb. 48: Verhältnis zwischen den Fragmentzahlen der wichtigsten Haustierarten aus unterschiedlichen Ablagerungsphasen der Abfallschichten aus der Konstanzer Münzgasse.

Fundort	Siedlungsart	Datierung	Rind	Sch./Z.	Schwein	Zahl	Sch. : Z. <sup>1</sup>	Quellen und Bemerkungen
Basel Barfüsserkirche	Handwerk	11. Jh.	46,8	42,5	10,7	3762	1,1	SCHIBLER/STOPP 1987
Basel Barfüsserkirche	Handwerk	12. Jh.	22,4	56,9	20,7	781		ebd.
Basel Barfüsserkirche	Handwerk	13. Jh.	29,5	49,5	21,0	3592	2,0	ebd.
Zürich Münsterhof	Handwerk ?	12.-13. Jh.	18,4	60,6	21,0	2326	1,9	SCHNEIDER et al. 1982
Schaffhausen „Zum Bogen“	Gerberei	13. Jh	24,8	48,0	27,2	2121	2,4	MARKERT 1990
Konstanz Rosgartenstraße 26	Gerberei	13A+13B	27,4	55,4	17,3	168		ohne Hornzapfen, Occipitale, Unterkiefer u. Füße
Konstanz Katzgasse	Oberschicht	1300	20,8	47,1	32,1	471		Latrine WEKA S7 (unpubl. Daten M. КОКАВИ, Hemmenhofen)
Konstanz Katzgasse	Oberschicht	15A	50,8	29,2	19,9	4125		Latrine Patrizierzunft (WEKA S12) (КОКАВИ, unpubl.)
Konstanz Münzgasse	Handwerk	14.-15. Jh.	54,4	30,3	15,3	1442	7,9	PRILLOFF 2000: nur Humerus und Pelvis; Sch. : Z.1 nur Humerus
Konstanz Münzgasse Ph. 1	Handwerk	13d-14a	40,9	40,9	18,3	208		Ph. 1; ebd. Tab. 11; 31; 66: nur Humerus u. Pelvis
Konstanz Münzgasse Ph. 3	Handwerk	13d-15a	39,5	49,1	11,4	167		Bef. 195b; ebd., Tab. 11; 31; 66: nur Humerus u. Pelvis
Konstanz Münzgasse Ph. 5	Handwerk	14d-15a	57,9	28,7	13,4	677		Ph. 2A; ebd., Tab. 11; 31; 66: nur Humerus u. Pelvis
Konstanz Münzgasse Ph. 6	Handwerk	14d-15A	63,4	21,5	15,0	246		Ph. 2B-3; ebd. Tab. 11; 31; 66: nur Humerus u. Pelvis
Konstanz Münzgasse Ph. 7	Handwerk	14B-16a	65,9	15,1	19,0	126		Ph. 3 umgelagert; ebd. Tab. 11; 31; 66: nur Humerus u. Pelvis
Neudingen	Kloster	13.-16. Jh.	60,6	14,7	24,7	2326	1,9	UERPANN 1979
Sindelfingen	Agrars.+ Stadt	11B-15	42,6	21,4	30,0	1865	4,0	STORCK 1978
1 Fragment Schaf (Sch.), bezogen auf Fragmente Ziege (Z.), wenn Letzteres = 1								

Tab. 12: Verhältnis der wichtigsten Haustierarten in spätmittelalterlichen Fundkomplexen aus Konstanz und Umgebung in Prozent (Ph. = Produktionsphase; Agrars. = Agrarsiedlung; bei Datierung: A/B = 1./2. Hälfte; a-d = 1.-4. Viertel).

Wenn der Knochenbedarf des Knochen verarbeitenden Handwerks das aus der örtlichen Rinderschlachtung verfügbare Knochenangebot deutlich überstieg, konnten Knochen von außerhalb über Zwischenhändler erworben werden. Solche Knochenhändler werden für die Stadt Zürich für die Jahre 1515/16 erwähnt.<sup>205</sup> Erst für das 18. Jahrhundert gibt es viele Hinweise auf einen Handel mit Knochen in großen Mengen, die für die Verarbeitung bestimmt waren.<sup>206</sup> Es ist fraglich, ob es zulässig ist, Rückschlüsse aus dieser nachmittelalterlichen Entwicklung auf das Spätmittelalter zu ziehen.<sup>207</sup>

Wie sich das Verhältnis zwischen dem Angebot an Rinderknochen und der Nachfrage des Knochen verarbeitenden Handwerks entwickelte, hing nicht nur von der Entwicklung des Produktionsumfangs und der Organisation des Handwerks ab, sondern auch von der Entwicklung der Rinderzucht und dem Umfang der Rinderschlachtung. Mit der Bevölkerungsexpansion und dem Aufkommen der Städte im 11. bis 13. Jahrhundert, muss der Nahrungsbedarf explosiv angestiegen sein. Der erhöhte Nahrungsbedarf wurde wohl in erster Linie durch eine Steigerung der Ackerbauerzeugnisse aufgefangen. Dies wurde durch eine exzessive Ausbreitung der Ackerflächen und eine intensivere Nutzung erzielt. Gebiete, die sich dazu nicht eigneten wie Gebirgsregionen, spezialisierten sich auf die Viehhaltung, v. a. die Haltung von Rindvieh.<sup>208</sup>

Weil die Arbeitskraft im Laufe des 14. Jahrhunderts nach den großen Pestepidemien teurer wurde, nahm die Viehzucht, die weniger Arbeit machte, auf Kosten des arbeitsintensiven Ackerbaus zu. „Hof und Äcker verfielen und wurden zur Weide für das Vieh“, meldet ein Konstanzer Urbar aus dem Jahre 1383, ähnlich wie viele Schriftquellen aus ganz Deutschland.<sup>209</sup> Während einige Gebiete (z. B. England und Flandern) sich v. a. auf Schafzucht einstellten, war in Deutschland im Allgemeinen eine Zunahme der Rinderzucht zu verzeichnen. In derselben Zeit kam ein Rinderhandel auf, bei dem umfangreiche Rinderherden über lange Strecken von spezialisierten Zuchtgebieten zu städtischen Konsumzentren transportiert wurden.<sup>210</sup>

Im Spätmittelalter, seit der zweiten Hälfte des 14. Jahrhunderts, stieg der Pro-Kopf-Verbrauch beim Fleischkonsum in den Städten, der sich in erster Linie auf Rindfleisch bezog und infolgedessen zu einer vermehrten Rinderschlachtung führte. Obgleich die verfügbaren archäozoologischen Daten aus Konstanz und Umgebung nur beschränkt aussagekräftig sind, deuten sie an, dass diese allgemeine Tendenz zur ‚Verringerung‘ der deutschen Städte auch auf Konstanz und Umgebung zutraf (Tab. 12; Abb. 47).

Während v. a. im 12. und 13. Jahrhundert, in der Zeit der Expansion des Ackerbaus, Schafsknochen zahlenmäßig dominieren, stellen spätestens seit dem Anfang des 15. Jahrhunderts die Rinderknochen die größte Gruppe unter den Schlachtviehresten dar.<sup>211</sup> In Abb. 47 ist zu sehen, dass der Umschlag bei den Konsumabfällen aus der Konstanzer Münzgasse zwischen JUNKES' Periode 1 und 2B (Produktionsphasen 1 und 2A, zwischen dem frühen und dem späten 14. Jahrhundert) stattfand und

205 SCHNYDER 1936, 176.

206 ERATH 1996; PLOMP 1979; BURKHARDT 1931.

207 Anhäufungen von Unterkiefern, Metapodien und Hörnern im 13. und frühen 14. Jahrhundert in den Niederlanden zeigen, dass dort zumindest örtlich der Anfall von überflüssigen Knochen und Hörnern den Bedarf deutlich überstieg (GROOTHEDDE 1996; unpublizierte eigene Daten; SERJEANTSON 1989).

208 ABEL 1980, 539 f.

209 „*Curia et agri in toto vacabant et fuit pascua pecorum*“ (ABEL 1967, 121).

210 WESTERMANN 1979; GIJSBERS 1999.

211 Außer den in Tab. 12 wiedergegebenen Daten wurden Daten aus PRILLOFF 2000 und HÜSTER-PLOGMANN et al. 1999 mit einbezogen. Letztere weisen für die gesamte Schweiz ein Anwachsen des Anteils an Rinderknochen vom Frühmittelalter bis in die frühe Neuzeit aus. Die Dominanz der Schafs- und Ziegenknochen im 12. und 13. Jahrhundert in und rund um Konstanz wäre z. B. durch eine starke Konzentration der Agraranstrengungen auf den Ackerbau zu erklären. In Ackerbaugebieten, in denen Bauern nur begrenzt in Vieh ‚investierten‘, wurde mit der Haltung von mehreren kleineren Tieren eine bessere Risikoverteilung bewirkt als mit einigen Rindern, deren Wert pro Stück relativ hoch war (SPITZERS 1988, 33). Oft wird der auf Ackerbau ausgerichtete Landwirt nicht mehr als ein Rind und dies wegen seiner Zugkraft gehalten haben. Die Entscheidung für Schweine, wie in den slawischen Gebieten Nordostdeutschlands, mag in der Umgebung von Konstanz durch einen hohen Rodungsgrad und/oder Waldnutzungsrechte des Adels eingeschränkt gewesen sein (vgl. BECKER/OEXLE 1992 bzw. ERYNCK 1991, 179).

somit ungefähr mit der plötzlichen Steigerung der Mengen von Paternosterabfällen in den Abfallschichten zusammenfiel (s. Kap. 2.2.2).

Länderübergreifende Massenimporte von großwüchsigen Ochsen, z. B. aus Ungarn, scheinen in dieser Gegend keine bedeutende Rolle gespielt zu haben. Fehlende Rinder wurden v. a. aus den Schweizer „Oberen Landen“ eingeführt.<sup>212</sup> Dort dominierten kleinwüchsige Rinderrassen.<sup>213</sup>

Der Fleischverbrauch pro Kopf war im Spätmittelalter und in der frühen Neuzeit höher als heute und wird auf durchschnittlich etwa 50 kg jährlich geschätzt.<sup>214</sup> Für eine Stadt mit etwa 5000 Einwohnern wie sie für Konstanz um 1445 geschätzt werden, würde auf der Basis dieser Rechnung ein jährlicher Fleischverbrauch von 250 000 kg anfallen. Ausgehend von den Gewichtsverhältnissen der Knochenfunde aus der Münzgasse hätten über 70% davon aus Rindfleisch bestanden, das bedeutet etwa 175 000 bis 200 000 kg.<sup>215</sup> Wenn man davon ausgeht, dass ein kleinwüchsiges Rind etwa 100 kg Fleisch erbrachte,<sup>216</sup> wären jährlich etwa 1750 bis 2000 Rinder im Konstanz des 15. Jahrhunderts geschlachtet worden.

Diese Schätzung liegt nur geringfügig unter derjenigen, die ERATH aufgrund von Daten aus schriftlichen Quellen annimmt.<sup>217</sup> Auf dieser Basis ist zu vermuten, dass im 15. Jahrhundert aus der örtlichen Rinderschlachtung jährlich durchschnittlich Knochenmengen in einer Größenordnung von etwa 7000 bis 8000 Metapodien und etwa 4000 Unterkieferhälften anfielen. Eine hohe Zahl von Besuchern wie zur Zeit des Konzils (1414–1418) wird diese Knochenmenge dementsprechend erhöht haben.

Der hohe Fleischverbrauch des Spätmittelalters spiegelt sich in der großen Zahl der Metzger oder Fleischbänke in den Städten wider. So verfügte Konstanz im Jahre 1428 noch über 48 Metzger, gut zehn Jahre nach dem Ende des Konzils.<sup>218</sup>

Im Gegensatz zu Rindern wurden Pferde im spätmittelalterlichen Westeuropa im Allgemeinen nur in sehr geringem Umfang geschlachtet und gegessen, teilweise aufgrund eines Verbotes durch die Kirche. Viele Quellen in Form von Bildern belegen, dass man Pferdekadaver außerhalb der Städte am Wegesrand liegen ließ, damit sie von wilden Tieren gefressen wurden.<sup>219</sup> Pferdehaut wurde jedoch zur Anfertigung unterschiedlicher Gegenstände benutzt und Metapodien und Radien gelegentlich für Schlittschuhe. Keines von beiden konnte beim Fundmaterial aus der Konstanzer Münzgasse nachgewiesen werden.<sup>220</sup>

Es ist nicht anzunehmen, dass von den Pferdekadavern außerhalb der Stadt Knochen für Handwerker, die Knochen verarbeiteten, als regelmäßige Bezugsquelle gesammelt wurden, obwohl vereinzelt solche Knochen in den entsprechenden Werkstätten gelandet sein können. Hieb- und Schnittmarken an Pferdeknochen aus den spätmittelalterlichen Müllschichten der Konstanzer Münzgasse zeigen jedoch, dass Pferde durchaus geschlachtet und die Teile mit Fleisch portioniert wurden. Es ist möglich, dass diese Pferde für Mitglieder der jüdischen Gemeinde geschlachtet wurden, denen das

212 ERATH 1996, 24 f.

213 Mitteilung J. SCHIBLER; vgl. HÜSTER-PLOGMANN et al. 1999.

214 ERATH 1996, 26.

215 Der Gewichtsanteil der Rinderknochen an der von PRILLOFF (2000, 15 Tab. 2) untersuchten Stichprobe beträgt 78,7%. Unter Zugrundelegung eines Anteils an Werkstattabfällen käme der Rinderanteil auf geschätzte 71% des Gewichts der Konsumreste.

216 KOKABI (1992, 414) schätzt das Durchschnittsgewicht des kleineren mittelalterlichen Rindes auf 200 bis 250 kg. ERATH (1996) nimmt aufgrund der Daten von KOKABI und LENZ ein Gewicht von 250 kg an, wovon die Hälfte essbar war. SLICHER VAN BATH (1960, 366) gibt für das 17. Jahrhundert ein Gewicht von 100 bis 175 kg an, während CHAPLIN (1971, 134) 134 kg nennt.

217 ERATH (1996, 33) errechnet 2200 Rinderschlachtungen jährlich durch 48 Metzger, die je ein Rind pro Woche schlachteten.

218 ERATH 1996, 31.

219 DE JONG 2001. Weitere Literatur bei ERATH 1996.

220 SCHNACK 1994; ERATH 1996. Ein Pferderadius der als ‚Knochenschlicker‘ bei der Gerberei dazu diente, das Wasser aus den eingeweichten Häuten zu entfernen (ERATH 1996, 195), gibt keine Hinweise auf die Verwertung von Pferdekadavern oder -leder.

Essen von Pferden nicht verboten war. In der ersten Hälfte des 15. Jahrhunderts, dem Ablagerungszeitraum der Fundschichten, ist eine starke jüdische Anwesenheit in der Münzgasse bezeugt.<sup>221</sup> Bei dem archäozoologisch untersuchten Teil der Knochenreste fand PRILLOFF Nahrungsreste von mindestens neun Pferden. Dagegen wurden aber von mindestens 30 Pferden Knochen zur Verarbeitung verwendet.<sup>222</sup> Die Nahrungsreste von Pferden umfassen 0,8% des Knochengewichts der Tiere, die Fleisch lieferten. Auf Grundlage der gleichen Hochrechnung wie oben für Rinder, würde das bedeuten, dass jährlich in Konstanz etwa 20 Pferde geschlachtet wurden. Angenommen, dass die Pferdeschlachtung von einem Metzger vorgenommen wurde (z. B. für die Juden), könnten die Verarbeiter von Knochen von ihm ganze Pferdeknochen erhalten haben, wenn auch längst nicht in so großen Mengen wie Rinderknochen. Verarbeitungsspuren an Carpal- und Tarsalknochen von Pferden zeigen, dass die Metapodien von den Radial- und Tibialknochen getrennt wurden. Dabei waren diese Knochen im Gegensatz zum Rind beim Pferd nur teilweise mit Fleisch behaftet, so dass auch diese möglicherweise ohne deutliche Mehrkosten in vollständigem Zustand beschafft werden konnten. Es kann, von Sondersituationen abgesehen, wohl kaum die Rede davon sein, dass größere Mengen von der gleichen Sorte Pferdeknochen auf einmal beschafft wurden, wie das bei manchen Rinderknochen der Fall war.

Die Nutzung von Altknochen zur Knochenverarbeitung aus Kulturschichten im Boden ist im Mittelalter relativ unwahrscheinlich und sicherlich nicht üblich gewesen.<sup>223</sup> Dagegen zeigt sich die Wiederverwendung von bereits bearbeiteten Knochenstücken zum einen in dem Fragment eines geschnitzten und polierten Knochenlöffels, das nachträglich zur Anfertigung von kleinen runden Perlen durchbohrt wurde (Abb. 49), zum anderen in einer Bohrleiste, die nachträglich zu einem Würfelstab umgewandelt wurde (Abb. 19).

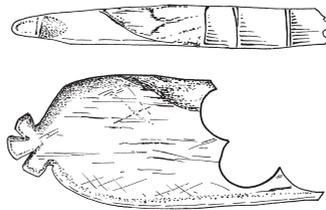


Abb. 49: Konstanz, Münzgasse 4. Fragment eines geschnitzten und polierten Knochenlöffels, das nachträglich zur Anfertigung von kleinen runden Perlen durchbohrt wurde. M 1 : 1.

221 PFROMMER 2004; MEIER 1990.

222 PRILLOFF 2000, 120–124.

223 Das Vorkommen von Knochen auffallend großer Rinder sowie von Werkstatabfällen, bei denen die ursprüngliche Knochenoberfläche vor der Verarbeitung verwittert war, worauf auch PRILLOFF (2000, 53 f.) hinweist, hat M. KORABI Anlass zu der Hypothese gegeben, dass Altknochen aus beispielsweise römischen Schichten zur Knochenverarbeitung genutzt wurden. Die experimentelle Verarbeitung eines Metapodiums aus einer archäologischen Fundsituation hat ergeben, dass solche Knochen sich nur bei extrem gutem Erhaltungszustand zur Anfertigung von Perlen eignen. Wenn damals keine zufällig freigelegte, antike Anhäufung von Rindermetapodien in sehr gutem Erhaltungszustand zur Verfügung stand, dürfte es zu umständlich gewesen sein, vereinzelte Altknochen aus dem Boden zu sammeln, um einen Mangel an Knochen zu beheben. Ein Import von frischen Knochen aus anderen Städten wäre in diesem Falle sinnvoller gewesen, weil so die erforderlichen Knochenmengen und die Qualität der Knochen einfacher zu sichern waren. Aus den Werkstatabfällen lässt sich keine Unterstützung für KORABIS These ableiten. Es konnte keine Beziehung zwischen Knochen großer Rinder und der Oberflächenverwitterung festgestellt werden. Eher scheint es wahrscheinlich, dass es eine Beziehung zwischen Knochen großer Rinder (sowohl unter unverarbeiteten Metapodien wie unter Werkstatabfällen) und den stratigraphisch jüngsten Schichten der Abfalldeponie in der Münzgasse (JUNKES' Periode 3B) gab (s. weiter Kap. 3.2.3). Das Vorkommen großer Rinderassen im 16. Jahrhundert wurde an mehreren Orten, auch in der Nordschweiz, nachgewiesen (HÜSTER-PLOGMANN et al. 1999). Wichtig wäre zu wissen, ob die von PRILLOFF (2000, 53 f.) erwähnten Knochen außerordentlich großer Rinder ebenfalls ausschließlich den jüngeren Schichten entstammen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die geschilderten sozial-wirtschaftshistorischen Hintergründe Anlass für die Annahme geben, dass im Allgemeinen in den Städten seit dem 13. Jahrhundert problemlos ganze Rindermetapodien und Rinderunterkiefer in größerer Zahl vom Metzger bezogen werden konnten. Es ist zu vermuten, dass im späten 14. und im 15. Jahrhundert die verfügbaren Mengen allgemein noch angestiegen sind. Wenn das Angebot in Konstanz anfangs möglicherweise nicht ganz so reichlich war wie in manchen anderen Städten, so war die verfügbare Menge im späten 14. und 15. Jahrhundert auch in Konstanz sicher beachtlich. Andere Rinderknochen waren normalerweise wohl nur auf Spezialwunsch in unzerteilter Form zu erhalten und Pferdeknochen nur in kleineren Mengen.

### 3.1.6 Vorbehandlung des Rohmaterials

Beim Schlachten wurden bis Ende des 18. Jahrhunderts keine Sägen, sondern Hack- und Schnittwerkzeuge benutzt.<sup>224</sup> Bis zu dieser Zeit weisen Sägespuren auf die Verarbeitung von Knochen hin. Beim Schlachten des Rindes wurden für gewöhnlich als erstes Kopf und Füße vom restlichen Körper abgetrennt.<sup>225</sup> Der Unterkiefer wurde aus dem Kopf gelöst und die beiden Kieferhälften voneinander getrennt.<sup>226</sup> Das anhaftende Fleisch konnte vom *Ramus verticalis* abgeschnitten oder der Vertikalteil mit Fleisch vom Horizontalteil ohne Fleisch getrennt werden (Abb. 46). Dass sowohl ganze Kieferhälften wie getrennte *Rami verticales* und *horizontales* unter den Knochenfunden aus der Münzgasse auftauchten, deutet darauf hin, dass beides in der Zeit vorkam, in der die Knochenbohrer arbeiteten. Dem ungleichen Verhältnis zwischen Fragmenten des *Ramus verticalis* und *Ramus horizontalis* (Tab. 10) ist zu entnehmen, dass das Abtrennen der Teile ohne Fleisch von denen mit Fleisch beim Metzger und nicht beim Knochen verarbeitenden Handwerker stattfand. Die Zahl der Fragmente des *Ramus verticalis* überstieg den Rahmen des normalen Konsumabfalls nur wenig. Dagegen betrug die Mindestzahl der benutzten *Rami horizontales* aufgrund von vielen tausenden Fragmenten, von denen die allermeisten als Werkstattabfall gedeutet werden können, ein Vielfaches davon (Kap. 1; Tab. 1).<sup>227</sup> In Kap. 3.1.5 wurde bereits erörtert, dass die Zehenknochen (Phalangen) wahrscheinlich an der Haut blieben und beim Gerber landeten. Diese These findet zum Teil Unterstützung durch die Tatsache, dass Phalangen im Vergleich zu den Knochen, denen Fleisch anhaftete, seltener vertreten sind. Weiterhin deuten Schnitt- oder Hackspuren auf den proximalen (oberen) Gelenkflächen der ersten Phalangen und den angrenzenden distalen (unteren) Gelenkrollen der Metapodien auf die Trennung der Zehenknochen von den Metapodien hin.<sup>228</sup> Diese Abtrennung der Phalangen ist – bedingt durch die Rollenform des Gelenks – mit überlegten und sorgfältig gezielten Schnitten oder kleinen Hieben vorzunehmen. Demgegenüber konnte zur Abtrennung der Metapodien von den Körperregionen mit Fleisch das relativ flache Proximalgelenk mit kräftigen, durchgehenden Hieben durchgeschlagen werden. Von Letzterem zeugen kräftige Hackspuren an den Proximalenden der Metapodien und den damit verbundenen, anschließenden Hand- und Fußwurzelknochen (*Carpalia* und *Tarsalia*).<sup>229</sup>

224 MACGREGOR 1983, 55.

225 ERATH (1996, 44) hat dafür sowohl archäologische Belege sowie solche in Form von Bildern aus dem Mittelalter.

226 Beides wird durch Hackspuren auf den Kiefern aus der Münzgasse belegt (PRILLOFF 2000, 34–36).

227 Die etwa 4800 abgehackten Kieferspitzen aus der Münzgasse deuten darauf hin, dass mindestens ebenso viele *Rames horizontales* für die Bearbeitung von Knochen verwendet wurden. Um die Zahl der *Rames horizontales*, die insgesamt im Fundmaterial vertreten sind, zu erhalten, muss die genannte Zahl noch um die Zahl der nicht abgehackten Kieferspitzen vergrößert werden. In den Fundkomplexen, für die die Fragmentzahl oder die Mindestzahl der vorhandenen *Rames verticales* festgelegt ist, beträgt diese in vielen Fällen nur einen Bruchteil der vorhandenen *Rames horizontales*.

228 PRILLOFF 2000, 37 sowie eigene Beobachtungen.

229 Das Enthäuten und distale Abtrennen von proximal vom Tierkörper abgesägten Rinderfüßen von gut einem Dutzend Metapodien wurde im Frühling des Jahres 1993 experimentell nachvollzogen. Dem Schlachthof der Stadt Konstanz sei für seine Mitwirkung gedankt sowie Metzgermeister M. MÜLLER aus Stockach-Zizenhausen für das Ausleihen von Metzgermessern.

Da das Enthäuten mit einem Messer und nicht mit einem Hackmesser stattfand, war es möglich, die Abtrennung der Zehenknochen in einem Arbeitsgang mit dem Enthäuten vorzunehmen, und so war das Enthäuten der Zehenknochen entbehrlich. Die Abtrennung der Metapodien konnte danach am Proximalgelenk mit einem Hackwerkzeug erfolgen. Es wäre allerdings zu umständlich gewesen, das Proximalgelenk mit einem Messer zu durchtrennen. Nach dem Enthäuten und Ausbeinen ist die Oberfläche der Metapodien mit einer dünnen Schicht von Fett und Sehnen bedeckt. Diese Schicht macht eine Weiterverarbeitung der Knochenwand ohne Vorbehandlung nahezu unmöglich.<sup>230</sup>

Wenn allerdings die Knochen mehrere Wochen unter trockenen Umständen gelagert werden, trocknet die Fett- und Sehnen-schicht zu einer harten, gelblichen Kruste aus, ohne dass dabei ein störender Geruch entsteht.<sup>231</sup> Auf diese Weise konnten Metapodien ohne weitere Vorbehandlung gelagert oder exportiert werden. Von einer solchen Praxis zeugt möglicherweise ein Bericht über eine Lieferung von 30 000 Rindermetapodien nach Geißlingen im Jahre 1780, die „ungesäubert“ von Straßburg aus versandt wurden.<sup>232</sup> Der Nachteil bei der Lagerung ungereinigter Knochen ist, dass stellenweise gelbe bis braune und graue Flecken entstehen können, die bis zu einigen Millimetern Tiefe in das Knochengewebe eindringen können.<sup>233</sup> Die Weiterverarbeitung in ungereinigtem, trockenem Zustand ist jedoch durchaus möglich und nur etwas ungünstiger als in gereinigtem Zustand.<sup>234</sup> Der Trockenzustand ist – wie Experimente zeigten – durch Wässern des Knochens während einiger Tage bis einiger Wochen rückgängig zu machen, abhängig davon, wie lange und wie intensiv die Knochen getrocknet wurden. Das Wässern des Knochens während mindestens einer Nacht vor der Verarbeitung ist allgemein üblich sowohl bei den Drehern von Perlen in Kairo als auch bei heutigen Verarbeitern von Knochen.<sup>235</sup> Dieses Wässern erleichtert jegliche Art der Verarbeitung der Knochenwand spürbar.<sup>236</sup>

Um die Fett- und Sehnen-schicht zu entfernen, müssen die Knochen mehrere Stunden gekocht werden.<sup>237</sup> Ein Zusatz von Pottasche verringert die benötigte Kochzeit um die Hälfte.<sup>238</sup> Danach verbleiben v. a. an den Enden noch Fett- und Sehnenreste; an der Diaphyse allerdings nur in geringem Ausmaß. Die Fett- und Sehnenreste lassen sich direkt nach dem Kochen leicht mit einem Messer entfernen: an der Diaphyse durch Schaben, an den Enden auch durch Schneiden. ULBRICHT interpretiert Reihen von kurzen dünnen Querkerben auf den Diaphysen einiger spätmittelalterlicher Metapodien aus Schleswig als Spuren dieses Schabens.<sup>239</sup> Ähnliche Spuren wurden auch auf der Oberfläche eines erheblichen Teils der vollständigen Metapodien aus der Konstanzer Münzgasse

230 Die Resultate einer vom Verfasser geplanten und ausgeführten, experimentellen Verarbeitung eines ausgebeinten Metapodiums ohne vorherige Weiterbehandlung wurden im Detail bei ERATH (1996, 45) beschrieben. Sowohl das Abschlagen des Distalendes und Spalten auf der Koaleszenznahse als auch das Abschaben der Fett- und Sehnenreste haben sich als äußerst mühsam erwiesen.

231 Ein Dutzend der experimentell ausgebeinten Metapodien wurde so gestapelt, dass so viel Luft wie möglich an sie herankam. Ab März 1993 wurden sie zwei bis fünf Monate in einem trockenen, modernen Arbeitsraum gelagert, in dem während dieser Zeit die Zentralheizung abgeschaltet war. Nach vier bis sechs Wochen war die der Luft ausgesetzte Oberfläche ausreichend zu einer harten Schicht eingetrocknet, so dass man sich beim Anfassen nicht mehr die Finger verschmierte und ein Verwesens der Fett- und Sehnen-schicht unwahrscheinlich erschien.

232 F. NICOLAI, Unter Bayern und Schwaben. Meine Reise in den deutschen Süden, zitiert von ERATH 1996, 41. Mit „ungesäubert“ könnte auch gemeint sein, dass die Knochen abgekocht, aber nicht abgeschabt oder nicht gebleicht und entfettet wurden (s. weiter unten).

233 Diese Flecken verschwinden nicht bei nachträglichem Wässern oder Kochen, weder mit noch ohne Pottasche.

234 Die trockene Fett- und Sehnen-schicht erforderte beim Abhacken des distalen Endes lediglich einen zusätzlichen Hieb. Es ist anzunehmen, dass die Schicht sich beim Spalten der Metapodien ebenfalls relativ leicht aufreißen lässt. Dazu gibt es jedoch keine klaren Aussagen durch die Versuche, dies nachzuvollziehen.

235 Mitteilung T. SODE (Kopenhagen) bzw. M. TIELENS (Geldermalsen).

236 In trockenem Zustand ist die Knochenwand zäher und erfordert bei jeglicher Verarbeitung mehr Kraft und Mühe. In gewässertem Zustand lässt sich die Knochenwand besser und deutlicher entlang der gewünschten Achse spalten.

237 Die Diaphysen von Metapodien heutiger, meist ein bis zwei Jahre alter Rinder waren nach ein bis zwei Stunden Kochen nahezu fett- und sehnenfrei. Für die Knochen mittelalterlicher Rinder mit überwiegend höherem Schlachtagter mag eine längere Kochzeit erforderlich gewesen sein. Vgl. ULBRICHT 1984, 18, die ANDÉS 1925 zitiert.

238 Ein Zusatz von 3 g Pottasche auf 1 l Wasser hat sich bei Experimenten als ausreichend erwiesen.

239 ULBRICHT 1984, 18.

angetroffen.<sup>240</sup> An einem geviertelten Metatarsus ist zu sehen, dass derartige Spuren vor dem Spalten der Diaphyse entstanden sind.

Nach dieser Behandlung können die Knochen gut weiterverarbeitet oder gelagert werden. Die Knochenwand ist keineswegs vollkommen fettfrei und hat eine weiße bis beige Farbe.

Beim Bohren mit einem Fiedelbohrer, der nicht allzu hohe Geschwindigkeiten erreicht, ist eine bestimmte Menge an Fett von Vorteil.<sup>241</sup> Es ist deshalb unwahrscheinlich, dass die Knochen vollständig entfettet wurden, indem man sie mit erheblichem Aufwand bedeutend länger als bei dem oben erwähnten Vorgehen mit Pottasche kochte. Bei Bedarf konnten die Knochen eventuell zwei Monate lang in der prallen Sonne und im Regen weiter entfettet und gebleicht werden. Durch die Verdunstung des Regenwassers werden die Knochen entfettet und die ultraviolette Strahlung sorgt für das Bleichen.<sup>242</sup>

Bei der Vorbehandlung waren v. a. das Kochen und – soweit erforderlich – Abschaben der Knochen arbeitsaufwendig. Das Kochen könnte sehr wohl beim Metzger oder Kuttler stattgefunden haben. Dieser brauchte für das Kutteln ohnehin große Kessel mit kochendem Wasser und konnte die anfallenden Fett- und Sehnenreste sowie die freigesetzte Fettbrühe mit verwerten.<sup>243</sup> Direkt nach dem Kochen ließen sich die Knochen am leichtesten abschaben und die dabei anfallenden Sehnenreste konnten dem Kuttler ebenfalls von Nutzen sein. Es ist sogar denkbar, dass das Abschaben in erster Linie geschah, um Sehnenreste zu gewinnen. Für die Weiterverarbeitung der Knochen war das Abschaben zwar förderlich, aber nicht unbedingt notwendig. Möglicherweise wurde auch nur ein Teil der Knochen abgeschabt. Auch danach werden noch geringe Spuren von Sehnenresten am Knochen zurückgeblieben sein. Deshalb ist es möglich, dass Nagespuren von Tieren wie Ratten oder Mäusen, welche nachweislich zeitlich vor den ersten Schritten der eigentlichen Verarbeitung entstanden sind, sowohl auf abgekochten sowie auf nicht gereinigten Knochen sichtbar sein können. Solche Nagespuren konnten an einigen Werkstattabfällen festgestellt werden.<sup>244</sup>

Im Zusammenhang mit den geschilderten Vorgängen der Vorbehandlung des Knochenmaterials ist es bemerkenswert, dass manche Bohrleisten auf der naturbelassenen Knochenoberfläche eine Verwitterung aufweisen, die auf den Schnitt-, Hack- und Bruchflächen fehlt. Es ist fraglich, ob diese Verwitterung die Folge von natürlichen Eigenschaften des an der Oberfläche gelegenen Teils der Knochensubstanz ist. Es ist sehr wohl denkbar, dass sie die Folge von einem Entfetten des Knochenmaterials durch eine oder mehrere der vorhin beschriebenen Methoden ist.

Die Hinweise zur Vorbehandlung der Metapodien treffen im Allgemeinen auch auf Unterkieferhälften zu (Mandibulae). Von den vier Kieferhälften, die zur experimentellen Verarbeitung zur Verfügung standen, gaben allerdings zwei eine Woche nach dem Schlachten einen starken Verwesungsgeruch ab. Außerdem kann der *Ramus verticalis* auch im ausgebeinten, aber frischen, ungereinigten Zustand abgeschlagen werden.<sup>245</sup> Es gibt jedoch Hinweise darauf, dass die Weiterverarbeitung

240 Metatarsus: Fundnr. 01/109, 01/177, 01/181, 01/294, 01/780, 01/836, 01/1026, 01/1359; Metacarpus: Fundnr. 01/327, 01/330, 01/332, 01/403, 01/412, 01/590 (2x), 01/657, 01/1059, 01/1339, 01/1380 und R170. Spuren an einem Metatarsus aus Fundnr. 01/837 und Metacarpus aus Fundnr. 01/84, 01/786, 01/986 könnten auch Schnittspuren sein.

241 Mitteilung M. TIELENS (Geldermalsen) sowie eigene Erfahrung. Beim Bohren mit dem rekonstruierten Nürnberger Paternosterbohrer wird ein Bohrer, der zu viel Widerstand beim Bohren hat, mit Butter eingefettet, um leichter über die Knochenoberfläche zu gleiten.

242 Mitteilung M. TIELENS und W. SCHNITTGER (Niederlande).

243 Vgl. ERATH 1996. Die Kairoer Drechsler von Perlen des späten 20. Jahrhunderts kauften das Knochenmaterial vom Metzger. Bei der Festlegung des Preises wurden die Knochen in gekochtem Zustand ohne Enden gewogen (Mitteilung T. SODE).

244 u. a. aus Fundnr. 01/293 ein quer halbiertes, einmal gespaltener Metatarsus, dessen distales Ende nicht abgehackt war. An einigen Bohrleisten ist Ratten- bzw. Hundefraß sichtbar (Fundnr. 01/586-457 bzw. 01/1438-480), der vor dem Abhacken des Knochenendes entstanden ist. Das Abhacken war der erste Arbeitsschritt, der nachweislich in der Knochenwerkstatt stattfand (s. Kap. 3.1.7.1).

245 Die Zahl der benötigten Hiebe war in gekochtem und ungekochtem Zustand gleich. Die Bruchrichtung stimmte in gekochtem Zustand mit der Bruchrichtung überein, die an Abfällen aus den Werkstätten festgestellt werden konnte. Sie lag bei beiden ungekochten Kiefern aber deutlich weiter hinten.



Abb. 50: Die beiden Techniken der Vorarbeiten, dargestellt an Abfallstücken. A Stadien der Leistenanfertigung der Produktionsphase 2; B Anfertigung von quer aus dem Knochenschafte gesägten Scheiben.

in gereinigtem Zustand stattfand.<sup>246</sup> Es ist deshalb wohl anzunehmen, dass die Kieferhälften beim Zulieferer (Metzger/Kuttler) ausgekocht wurden und in gekochtem Zustand bei den Knochen verarbeitenden Handwerkern landeten. Dass der *Ramus verticalis* unter den Knochenfunden der Konstanzer Münzgasse nicht gehäuft aufgefunden wurde, deutet darauf hin, dass auch das Abschlagen dieses Teils in der Regel bereits beim Zulieferer erfolgte, entweder vor oder nach dem Kochen (vgl. Kap. 3.1.5.4 und 3.4.6.3).

### 3.1.7 Leistenanfertigung

Bei den Verarbeitungsschritten, die dem eigentlichen Ausbohren der Gegenstände vorangingen, gab es Unterschiede in den benutzten Techniken und in den Einzelheiten der Ausführung. Nachfolgend werden die Arbeitsschritte der verschiedenen Techniken im Überblick dargestellt. Sie werden in Abbildung 50, 94 und 103 schematisch wiedergegeben.

Bei den Vorarbeiten zum Ausbohren sind zwei sehr unterschiedliche Techniken zu verzeichnen: die Anfertigung von flachen Leisten oder Plaketten und die Anfertigung von quer zur Knochenachse gesägten Scheiben. Bei der Anfertigung von Leisten gibt es deutliche Unterschiede, u. a. bei den unterschiedlichen Skelettelementen, obwohl es einige Punkte bei der Anfertigung gibt, die gleich sind. In den Werkstätten der Kairoer Drechsler von Perlen wurden vergleichbare Vorarbeiten vor dem eigentlichen Drechseln der Perlen von Lehrlingen ausgeführt und das Drechseln vom Meister selber.<sup>247</sup>

#### 3.1.7.1 Das Entfernen der Enden

Der erste Verarbeitungsschritt bestand im Allgemeinen aus dem Entfernen von nicht nutzbaren und bei der Verarbeitung störenden Endstücken der Knochen.

<sup>246</sup> Es war beim experimentellen Nachvollziehen deutlich mühsamer, die Spitzen im ungekochten Zustand abzuschlagen als im gekochten. Im ungekochten Zustand hinterlässt das Abschlagen Spuren, die im Gegensatz zu denen im gekochten Zustand nicht mit den Spuren auf den archäologischen Werkstattabfällen übereinstimmen. Die weiteren Verarbeitungsschritte wurden durch eine dünne Fett- und Sehenschicht behindert.

<sup>247</sup> Mitteilung T. SODE (Kopenhagen).

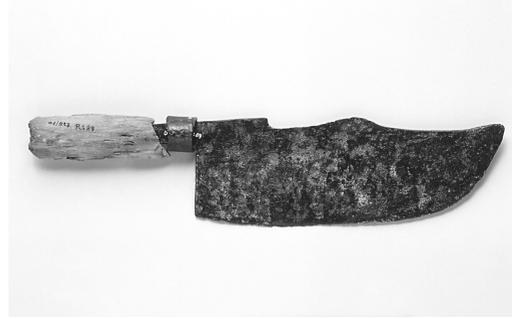


Abb. 51a (links): Das Abhacken des Endes eines Röhrenknochens mit einem Hackmesser (links) und das Spalten mit einem Meißel (rechts), Detail der Abbildung einer Paternosterwerkstatt aus DIDEROT und D'ALEMBERT (Tome XXV, 1771). – Abb. 51b (oben): Hackmesser, das zusammen mit den Abfällen der Knochenbearbeitung in den Fundschichten unter Münzgasse 2–4 gefunden wurde.

Die Werkstattabfälle aus der Konstanzer Münzgasse belegen eindeutig, dass dieser Arbeitsschritt in den Knochen verarbeitenden Werkstätten geschah wie es auch bei DIDEROT und D'ALEMBERT abgebildet ist (Abb. 51a).

Bei den Rinder- und Pferdemetapodien betraf es v. a. die Distalenden mit ihren Gelenkrollen. Die kompakte Knochenwand dieser Metapodien wird zum Ende hin zunehmend dünner und geht an der Innenseite in spongiöses Knochengewebe über. Die Gelenkrollen, die zusammen eine so genannte Epiphyse bilden, verwachsen bei Rindern erst im dritten Lebensjahr (bei Pferden im zweiten Lebensjahr) mit dem Rest des Knochens, der „Diaphyse“. Auch in unverwachsenem Zustand ist die Epiphyse jedoch kräftig mit Sehnen an der Diaphyse befestigt sowohl bei frischen oder getrockneten als auch bei abgekochten Knochen. Das Distalende mit seiner zu dünnen, unebenen Knochenwand wurde deshalb sowohl in verwachsenem wie in unverwachsenem Zustand entfernt. Als Vorbereitung auf die Leistenanfertigung geschah dies durch Abhacken, wobei wohl eher ein Hackmesser als ein Beil benutzt wurde (Abb. 51a u. b).<sup>248</sup> Vom Abhacken zeugen zahlreiche entfernte Distalenden (Abb. 13 u. 61) – sowohl verwachsene als auch unverwachsene – und einige Metapodien, deren Distalende abgehackt wurde sowie längs gespaltene Metapodienhälften (Abb. 56) und Leisten, an deren Distalseite Hackspuren zu sehen sind, die vom Entfernen des Endstücks des Knochens herrühren (Abb. 92 und 95E; s. auch Kap. 3.4). Auch für die Anfertigung von Würfelstäben wurden Distalenden von Rindermetapodien abgehackt.<sup>249</sup>

Das Abhacken fand von unterschiedlichen Seiten des Knochens aus etwa auf Höhe des *Foramen nutricium* statt, das sowohl an der Vorderseite (anterior) wie an der Hinterseite (posterior) des Knochens deutlich sichtbar war. Die Schlagrichtung variierte dabei innerhalb einer Linie, die rechteckig zur

248 Beim experimentellen Nachvollziehen wurde ein schweres, altes Metzgerhackmesser mit 2 kg Gewicht – zur Verfügung gestellt von Metzgermeister M. MÜLLER (Stockach-Zizenhausen) – als das Wirksamste empfunden. Außerdem stimmten die Hackspuren des Hackmessers am besten mit denen an den archäologischen Funden überein. Auch auf der Abbildung in der Enzyklopädie von DIDEROT/D'ALEMBERT 1771 (Abb. 51A) wird das Ende eines Röhrenknochens mit einem Hackmesser abgeschlagen. Ein Hackmesser ähnlicher Form wurde in den Abfallschichten der Konstanzer Münzgasse geborgen (Abb. 51B; Fundnr. R84, 01/850a, Phase 3.III).

249 ERATH 1996 und 1999.

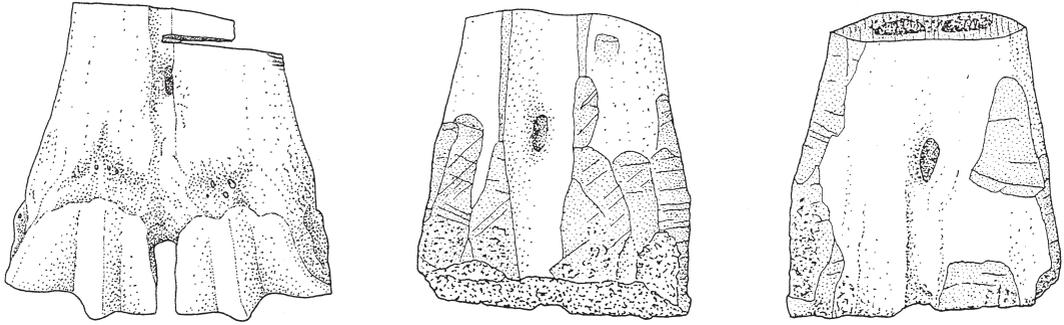


Abb. 52 (links): Produktionsphase 2B. Abgesägtes Metapodienende mit dem Rest einer halb abgesägten, teils abgebrochenen Scheibe (Bef. 609, Fundnr. 01/572). – Abb. 53 (2 Objekte rechts): Ablagerungsphase 3.IV. Distale Metapodienenden, an der Außenseite grob abgeflacht und danach abgesägt, Abfälle des Knochendrechsels (Bef. 785, Fundnr. 01/780).

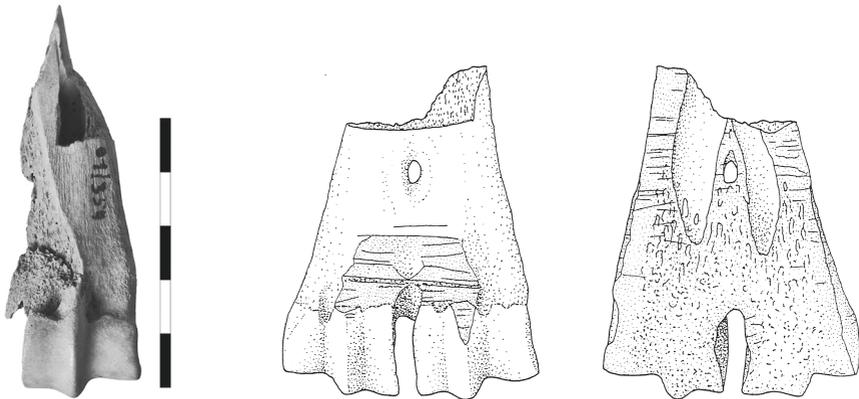


Abb. 54: Produktionsphase 1. Distale Metapodienfragmente, die von der Proximalseite her entlang unterschiedlicher Längsachsen zerteilt wurden (Bef. 262, Fundnr. 01/290).

Knochenachse bis sehr schräg zum Distalende hin verlief.<sup>250</sup> Allerdings wurde nicht in allen Fällen bei einem zur Leistenanfertigung benutzten Metapodium das Distalende entfernt.

Bei Tibien und Radien von Rind und Pferd wurden an beiden Enden die vorspringenden Teile durch schräg zum Ende hin gerichtete Hiebe an mehreren Ecken abgehackt (Abb. 52). So wurde vielfach das entsprechende Ende des Knochens nahezu ganz entfernt. Einige Knochenstücke mit abgeschlagenem Ende sowie Spuren an durchbohrten Leisten zeugen von dieser Praxis.<sup>251</sup> Sie scheint auch als Vorbereitung zum Drehseln von Knochen stattgefunden zu haben.

Bei der Anfertigung von Scheiben wurde das Ende meistens nicht abgehackt oder anderweitig im Voraus entfernt. Die nicht brauchbaren Teile am distalen sowie am proximalen Ende blieben als Abfall übrig, nachdem alle brauchbaren Teile Scheibe für Scheibe abgesägt worden waren. Der Anteil der distalen und der proximalen abgesägten Enden ist etwa gleich hoch. An einigen sind noch halb abgesägte Reste von quer gesägten Scheiben zu sehen (Abb. 52). Gelegentlich scheint jedoch zur Scheibenanfertigung ein Metapodium benutzt worden zu sein, dessen Distalende bereits abgeschla-

<sup>250</sup> In Kap. 3.2 wird die Technik des Abschlagens der Metapodienenden im Detail beschrieben.

<sup>251</sup> Für Radien vom Pferd fehlen konkrete positive Hinweise auf das Abschlagen des Proximalendes. Da allerdings solche Hinweise für das ähnlich geformte Proximalende vom Rinderradius vorhanden sind und andere Endstücke von Rinder- und Pferdeknochen stets ähnlich behandelt wurden, ist anzunehmen, dass auch das Proximalende von Pferderadien gegebenenfalls auf die beschriebene Weise behandelt wurde.

Abb. 55: Produktionsphase 2A, rechteckiges Loch vom Meißeleinstich (Bef. 79, R1567).

gen war. Darauf weisen über 150 distale Metapodienfragmente hin, die von der Diaphyse abgesägt wurden und deren Distalende abgeschlagen worden war (Tab. 1).

Ähnliche Endstücke von Radien und Tibien vom Rind sind vermutlich als Abfälle vom Drechseln oder anderer Herstellung anzusehen, da Hinweise auf die Nutzung dieser Knochen zur Scheibenanfertigung fehlen. Dabei wurden die Enden abgeschlagen, so wie oben für Radien und Tibien beschrieben (Abb. 52).

Um vollständige Knochen drechseln zu können, war es erforderlich, dass diese an der Außenseite ungefähr röhrenförmig waren. Dazu mussten herausragende Teile entfernt werden. Dabei wurde die Außenseite oft mit einem Hack- oder Ziehmesser grob geglättet. Die nutzlosen Enden wurden zumindest bei einem Teil der vorkommenden Fälle erst unmittelbar danach oder später abgesägt. Davon zeugen abgesägte Metapodienenden, die bereits vorher auf die oben beschriebene Weise von außen geglättet wurden (Abb. 53). An durchbohrten Scheiben, die an der Außenseite der Knochen ähnliche Spuren vom Glätten aufweisen, ist zu sehen, dass diese Reststücke vom Drechseln oder zum Drechseln vorbereitete Knochen hinterher zum Anfertigen von Scheiben für die Technik des Bohrens dienten. Tausende von abgeschlagenen Spitzen von Rinderunterkiefern zeugen davon, dass das Vorderteil der Kieferhälften mit einem Hackmesser oder Beil auf der zahnlosen, stangenförmigen Strecke zwischen Eckzahn (Canine) und Backenzähnen (Premolare) abgeschlagen wurde (Abb. 17A).



### 3.1.7.2 Spalten

Zur Anfertigung von Bohrleisten und Würfelstäben wurde der Knochen der Länge nach gespalten.<sup>252</sup> Bei Langknochen wurden dazu zwei unterschiedliche Techniken benutzt.

Einige Rindermetapodien wurden vom Proximalende aus aufgeschnitten oder mit einem Hackmesser oder Beil aufgeschlagen. Halbierete und geviertelte Distalenden deuten darauf hin, dass das Distalende überwiegend nicht vorher abgeschlagen wurde. Ähnlich wie beim Spalten von Holzblöcken zur Anfertigung von Bohrleisten wie bei DIDEROT und D'ALEMBERT abgebildet, konnte bei dieser Spaltungsart der Knochen vertikal auf einen flachen Untergrund gestellt und das Hackmesser oder Beil an der Oberseite des Knochens auf der proximalen Gelenkfläche angesetzt werden. Das Werkzeug konnte in den Knochen getrieben werden, indem man den Knochen mit dem anderen, distalen Ende auf den Untergrund schlug (Abb. 87). Ein intaktes, nicht abgeschlagenes Distalende verringert dabei die Gefahr des Zersplittersns des Knochens an der Aufschlagseite.

Spuren vom Aufspalten vom Proximalende her wurden an unterschiedlichen Metapodienfragmenten auf verschiedenartigen Spaltachsen festgestellt. So gibt es Proximalteile mit einer entsprechenden Hackspur auf der proximalen Gelenkfläche und Fragmente von distalen Metapodienenden, die von der Proximalseite her entlang unterschiedlicher Längsachsen zerteilt wurden (Abb. 54). Ein solches Aufschneiden kann auch an Metapodien festgestellt werden, die zur Markgewinnung in einer früheren Verarbeitungsphase in der Diaphysenmitte quer in zwei Hälften zerteilt wurden.<sup>253</sup> Sie sind auch an einem Metatarsus zu sehen, dessen Distalende bereits abgehackt war.<sup>254</sup>

<sup>252</sup> Bei der Kairoer Drechseltechnik bei Perlen wurden die Knochendiaphysen zu viereckigen Stäben gesägt, ähnlich wie auf der Abbildung der Werkstatt des „Patenötrier“ bei DIDEROT und D'ALEMBERT. Sie wurden anschließend mit der Hand in eine runde Form geschliffen (Mitteilung T. SOBE).

<sup>253</sup> Halbierete und gespaltene Metapodien mit einer Schnittfläche an der Spaltfläche: z. B. Fundnr. 01/817 und 01/820 (beide Phase 3.IV).

<sup>254</sup> Fundnr. 01/266.



Abb. 56 (oben links): Produktionsphase 2A. Hälften von Rindermetapodien, die nach dem Abhacken des Distalendes auf der Koaleszenznaht längs gespalten wurden (Metacarpus, Ansicht der Knochenrückseite [links] und der Spaltfläche mit Innenansicht [rechts], Bef. 218, R2668).



Abb. 57 (oben rechts): Zu Viertelscheiten längs gespaltene Rindermetapodien (Metatarsen).

Abb. 58 (links): Fragmente vom Unterend des Horizontalteils des Rinderunterkiefers mit Schnittflächen mit Ziehmesserspuren.

Auf vielen durchbohrten Leisten, längs gespaltenen Metapodien und anderen Abfällen der Knochenverarbeitung gibt es Meißelspuren, die darauf hinweisen, dass in vielen Fällen Meißel für das Spalten eingesetzt wurden, ähnlich wie es in der Werkstatt des Paternosterers bei DIDEROT und D'ALEMBERT gezeigt wird (Abb. 51 und 55). Soweit sich das feststellen lässt, hatten die Meißel eine Breite von 8 bis 12,5 mm.<sup>255</sup> Im Experiment wurden mehrere Metapodien mit Stechbeiteln mit einer Breite von 10 bzw. 22 mm gespalten. Dabei zeigte sich, dass sich das Spalten mit einem schmalen Beitel besser durchführen lässt.<sup>256</sup> Die Meißelspuren weisen darauf hin, dass der Knochen zuerst entlang der Koaleszenznaht gespalten wurde (Abb. 57). Dabei wurde der Meißel fast immer von außen auf

255 In den insgesamt acht Fällen (von etwa 200), die größere Breiten bis 14 mm aufwiesen, kann eine Einschlagrichtung schräg zur Knochenachse eine scheinbar größere Breite bewirkt haben.

256 Ein schmaler Stechbeitel dringt schneller in die Knochenwand ein und wird dabei weniger stark festgeklummt, so dass der Knochen in kürzerer Zeit und mit größerer Genauigkeit entlang der gewünschten Linie gespalten wird.

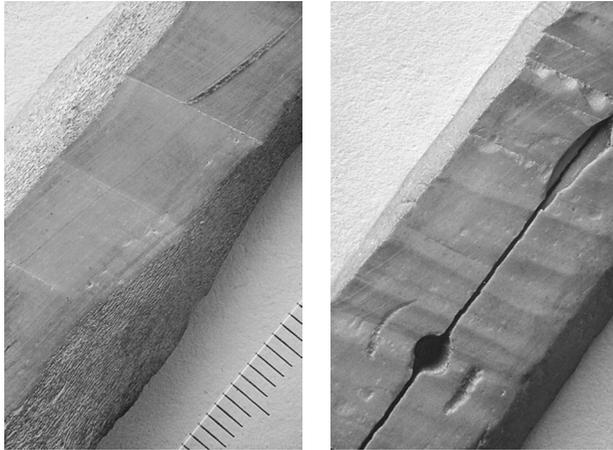


Abb. 59: Nicht durchbohrte Knochenleisten mit typischen Ziehmesserspuren vom Glätten auf der konvexen Knochenaußenseite. Links grobe Spuren vom anfänglich groben Abflachen (Phase 3 umgelagert, R2658, Fundnr. 01/711, S4 bzw. R638, Bef. 830); rechts feinere Spuren vom anschließenden feineren Glätten (Phase 2A, R2666, Bef. 477).

der Rückseite (posterior) entlang der Naht in den Knochen geschlagen.<sup>257</sup> Der Meißel wurde an unterschiedlichen Stellen entlang der Naht eingeschlagen: in der Mitte der Diaphyse oder näher an einem der beiden Enden und in einigen Fällen auch an zwei Stellen.

Ein Teil der so erzeugten halbierten Metapodien diente anschließend zur Weiterverarbeitung zu flachen Leisten. Einen anderen Teil viertelte man (Abb. 57). Dabei wurde der Meißel an der lateralen oder medialen Knochenseite immer von innen eingeschlagen (Abb. 57).

Dafür gibt es technische Gründe.<sup>258</sup> Außerdem wird dadurch deutlich, dass das Spalten entlang der lateralen oder medialen Seite erst nach dem ersten Spaltschritt vollzogen wurde, vermutlich gerade wegen dieser technischen Vorteile. An gespaltenen, nicht weiterverarbeiteten Metapodien sind mediale oder laterale Meißelspuren fast ebenso häufig wie Meißelspuren auf der Koaleszenznaht. An Leisten sind sie wohl durch die Weiterverarbeitung vielfach nicht mehr zu sehen.<sup>259</sup>

Meißelspuren von ähnlicher Breite wie an Metapodien, wurden auch auf Leisten aus Radien oder Tibien festgestellt.

An Unterkieferfragmenten zeigten sich keine Meißelspuren. An Abfällen von der Verarbeitung ist zu sehen, dass in vielen Fällen Backenteile am Unterrand aufgeschnitten wurden.<sup>260</sup> Dabei wurde der Unterrand mit einem Ziehmesser abgeschnitten, das an der Vorderseite oft kräftig ansetzte und von vorne nach hinten gezogen wurde (Abb. 58).<sup>261</sup> Meistens zerbrach der Unterrand beim Ziehen nach und nach in mehrere Teile. Oft wurde er auch mehrere Male an verschiedenen Stellen angeschnitten.

257 Bei 140 posterior auf der Koaleszenznaht festgestellten Meißelspuren wurde in nur vier Fällen der Meißel von innen eingeschlagen. In solchen Fällen kann es sein, dass ein von der Vorderseite des Knochens (anterior) eingeschlagener Meißel bis zur gegenüberliegenden Knochenwand vorgedrungen ist. Im Experiment zeigte sich, dass dies gelegentlich notwendig ist, wenn der Knochen gespalten werden soll. In neun Fällen wurde der Meißel von der Vorderseite des Knochens (anterior) eingeschlagen, davon in einem Fall von innen.

258 Bei Experimenten zeigte sich, dass das Einschlagen eines mit der konvexen Seite nach oben gehaltenen Beitelns von außen in eine Knochenhälfte dadurch erschwert wird, dass der Knochen federt. Außerdem besteht die Gefahr, dass der Knochen zerbricht, anstatt gespalten zu werden.

259 Nur an sieben durchbohrten Leisten wurden laterale oder mediale Beitelns Spuren festgestellt, davon wurden fünf von innen eingeschlagen und keine von außen.

260 In den meisten Fällen lässt sich nicht feststellen, ob dies vor oder nach dem Abschlagen der Spitzen geschah. Obwohl Letzteres logischer erscheint, gibt es für beide Vorgehensweisen an vereinzelt klaren Belege.

261 Durch Experimente sollte nachvollzogen werden, inwieweit die vorgefundenen Spuren von einer Bearbeitung mit einem Ziehmesser stammen können.



Abb. 60: A Leiste, deren Ende von der Knocheninnen- und Außenseite spitz zulaufend abgeflacht wurde (Phase 1); B Leiste, deren Ende rechteckig zugeschnitten und geglättet ist (Phase 2A, Bef. 475).

Nach dem Entfernen von Unterrand und Spitze blieben Backenzähne übrig, die zwischen den beiden relativ flachen Knochenwandteilen an der Innen- und Außenseite des Kiefers neben den Backenzahnwurzeln eingeklemmt und nur noch durch dünne spongiöse Wände um die Zahnwurzeln miteinander verbunden waren. Mit Schlägen zwischen die Knochenwand neben den Backenzahnwurzeln und die Zahnreihe konnten die Backenwände leicht von den Zähnen und damit voneinander getrennt werden. Dabei blieben relativ wenige erkennbare Schnittflächen an den Abfallstücken zurück. Anhand dieser ließ sich nicht feststellen, welches Werkzeug zur Trennung benutzt wurde. Ein Hackmesser erscheint wohl am praktischsten.

### 3.1.7.3 Abflachen und Bearbeitung mit dem Ziehmesser

Nach dem Spalten wurden die Knochenscheite mit einem Ziehmesser zu flachen Leisten weiterverarbeitet. Fast alle Leisten wurden an der meist mehr oder weniger konkaven Knocheninnenseite in eine flache Form gebracht, v. a., um überstehende Ränder zu entfernen. Oft war es auch notwendig, die mehr oder weniger konvexe Außenseite der Knochen teilweise in eine flache Form zu bringen (Abb. 59) und die Bruchränder der Spaltflächen ebenfalls teilweise oder vollständig zu glätten.

Da die Leisten als Arbeitsstücke dienten und nicht als Endprodukte, wurden sie stets nur grob geglättet, wodurch keine vollkommen ebenen Seiten erzielt wurden.

An den Enden der Metapodienleisten wurde unterschiedlich vorgegangen. Als Folge der Technik und der Krümmung der Knochenscheite wurden diese oft von der Innen- und/oder Außenseite der Knochen spitz zulaufend geebnet (Abb. 60 A). In vielen Fällen wurden die Enden der Leisten rechteckig zugeschnitten – v. a., indem das Ziehmesser nochmals an der Seite angesetzt und zum Ende hin durchgezogen wurde. Dadurch wurden eine oder beide Bruchseiten begradigt (Abb. 60 B). Bei einem Teil der Leisten wurde das Ziehmesser kurz vor dem Ende der Innen- oder Außenfläche um neunzig Grad gedreht, wodurch nach unten hin die Endfläche gerade abgeschnitten wurde. An vielen Leisten ist jedoch am Ende noch eine proximale Gelenkfläche oder eine Schlag- und Bruchfläche vom Entfernen des Distalendes erhalten geblieben. Eine viel kleinere Zahl weist noch Reste von distalen Gelenkrollen auf.

Nach der Bearbeitung mit dem Ziehmesser konnten die Leisten ausgebohrt werden. Die vielen durchbohrten Leisten, die nicht nur in Konstanz im Boden gefunden wurden, wurden nach dem Ausbohren als Abfall weggeworfen.

## 3.2 Die Daten der Metapodienenden

### 3.2.1 Materialauswahl

Von den insgesamt etwa 24 000 abgeschlagenen oder abgesägten Enden der Rindermetapodien wurden von 1304 Exemplaren Daten aufgenommen (Tab. 13). Die Auswahl erfolgte aus allen drei

Produktionsphasen entsprechend der Fundmatrix von JUNKES vor dem Bekanntwerden der neuen stratigraphischen Daten, welche jedoch keine Änderung der Phasenzuteilung der untersuchten Komplexe zur Folge haben. Es betrifft:

1. alle Fragmente, die aus Phase 1 zur Verfügung standen (Ablagerungen der Produktionsphase 1: 188 Fragmente);<sup>262</sup>
2. Bef. 195b<sup>263</sup> als stratigraphisch ältesten Befund, dessen Material unter Einschluss vereinzelter Fragmente aus der ersten Phase hauptsächlich in die zweite Phase einzuordnen ist (PFROMMERS Schwemmschicht Q3 mit Fundmaterial aus Produktionsphase 2A:<sup>264</sup> 146 Fragmente);
3. Bef. 219<sup>265</sup> aus der Mitte der zweiten Phase, aus dem die Hälfte aller stratifiziert geborgenen Paternosterabfälle stammt (PFROMMERS Planierschicht Q13, Produktionsphase 2A: 715 Fragmente);
4. Bef. 472<sup>266</sup> als jüngsten Befund der dritten Phase, dessen Inhalt aufgrund der Grabungszeichnungen und der Fragmentierung sowie Zusammenstellung der Paternosterabfälle als primär deponiert und ungestört betrachtet wird (Produktionsphase 3, Ablagerungsphase 31: 255 Fragmente).

Zusätzlich wurden auf die gleiche Weise Daten von 70 abgeschlagenen Enden von Rindermetapodien aus zwei Grabungen in 's-Hertogenbosch (Niederlande) aufgenommen.<sup>267</sup> Soweit sie zutreffen, sind sie in den Tabellen wiedergegeben. Sie werden nur dort kurz angesprochen, wo sie für die Entwicklungen im Konstanzer Material Aussagekraft haben könnten.

Die Daten der Konstanzer Metapodienenden werden im Folgenden als vier separate Komplexe ausgewertet und miteinander verglichen. Nur solche Enden kamen in die Auswertung, von denen gesichert war, dass sie von Menschenhand entweder abgesägt oder abgeschlagen wurden und zwar auf die Weise, dass die Diaphyse in möglichst unzerteilter Form und in voller Länge erhalten blieb. Beim Material der ersten Phase und von Bef. 195b kamen teilweise Fragmente von distalen Metapodienenden in die Auswertung, die nicht oder erst nach anderen Verarbeitungsschritten entfernt worden waren.

### 3.2.2 Fragestellungen

Zur Prüfung der in Kap. 2 als Hypothese formulierten sozialwirtschaftlichen Entwicklungen konzentriert sich die Analyse der Daten der Metapodienenden hauptsächlich auf Aussagen zu folgenden drei Elementen:

1. Verfügbarkeit an Rohmaterial;
2. Fachkundigkeit bei der Bearbeitung;
3. Standardisierung des Arbeitsvorgangs.

262 In der Fundmatrix von JUNKES aufeinander folgende Horizonte der Periode 1 (PFROMMERS Schichten Q3–Q8), die folgende Fundnummern umfassen: a) 412 (Bef. 424); b) 387, 389, 391, 392 und 1437 (Bef. 401/404); c) 353 (Bef. 346), 581 (Bef. 625) und 586 (Bef. 634); d) 351 (Bef. 345), 369 (Bef. 365) und 579 (Bef. 620/626); e) 914 (Bef. 620); f) 361 (Bef. 353); g) 354 (Bef. 347).

263 Fundnr. 01/195.

264 Der Bef. 195b wurde zum Teil von Bef. 262 (PFROMMERS Ablagerungsphase Q11), zum Teil von Bef. 217 (Ablagerungsphase Q12) und zum Teil von Bef. 229 (Ablagerungsphase Q14) abgedeckt. Die Werkstatabfälle, die der Produktionsphase 2A zugeordnet werden, können aus all diesen unterschiedlichen Befunden und damit aus unterschiedlichen Ablagerungsphasen stammen. Sie können zum Teil älter und zum Teil jünger als die Abfälle aus Bef. 219 sein; vermutlich sind sie aber mehrheitlich älter.

265 Fundnr. 01/238.

266 Fundnr. 01/467.

267 53 Fragmente, die aus der Grabung „Crossland Fittings“ stammen, zusammen mit einer großen Menge durchbohrter Knochenleisten aus der Füllung eines Stadtwalls, der um 1533 aufgeworfen wurde (Fundnr. DBCF 137). 17 Fragmente aus der Grabung „Loeffplein“ stammen aus einer primären Ablagerung von Werkstatabfall, der in das späte 15. bis frühe 16. Jahrhundert zu datieren ist (Fundnr. DBLO 2552, 2608, 2610, 2612, 2613, 2615, 2634, 2699). Es wird angenommen, dass beide Abfallkomplexe von derselben Werkstatt herrühren.



<b>D. Jungtieranteil</b>												
<b>entfernte distale Enden Rind</b>	<b>186</b>	<b>100,0</b>	<b>141</b>	<b>100,0</b>	<b>711</b>	<b>100,0</b>	<b>255</b>	<b>100,0</b>	<b>1293</b>	<b>100,0</b>	<b>70</b>	<b>100,0</b>
davon juvenil	1	0,5	0	0,0	13	1,8	8	3,1	22	1,7	2	2,9
davon unverwachsen	6	3,2	9	6,4	149	21,0	65	25,5	229	17,7	4	5,7
davon verwachsend	4	2,2	5	3,5	34	4,8	11	4,3	53	4,1	3	4,3
<b>total jung</b>	<b>11</b>	<b>5,9</b>	<b>14</b>	<b>9,9</b>	<b>196</b>	<b>27,6</b>	<b>110</b>	<b>43,1</b>	<b>304</b>	<b>23,5</b>	<b>9</b>	<b>12,9</b>
Anteil jung an ganzen Enden	7	7,0	12	5,9	192	27,5	84	26,8	295	25,8	keine Daten	
Anteil jung an fragmentierten Enden	4	4,7	2	8,7	4	33,3	26	96,3	36	24,3	keine Daten	
Anteil jung an Metacarpen	4	14,8	4	6,2	116	31,2	53	44,9	177	10,9	7	19,4
Anteil jung an Metatarsen	4	4,9	8	12,7	74	27,4	42	33,9	128	5,8	2	7,4

Tab. 13: Übersicht verschiedener Daten von Metapodienenden (aufgen. = aufgenommene).

	<b>Metacarpus (MC)</b>				<b>Metatarsus (MT)</b>				<b>MC minus MT</b>			
	<b>entfernte Enden</b>		<b>PrILLOFF Tab. 30</b>		<b>entfernte Enden</b>		<b>PrILLOFF Tab. 30</b>		<b>entfernte Enden</b>	<b>PrILLOFF</b>		
	<b>Zahl</b>	<b>Dsn.</b>	<b>Min.-Max.</b>	<b>Zahl</b>	<b>Dsn.</b>	<b>Zahl</b>	<b>Dsn.</b>	<b>Min.-Max.</b>	<b>Zahl</b>	<b>Dsn.</b>		
Phase 1 <sup>1</sup>	23	53,0	46,2–63,1	26	51,6	60	50,1	40,7–57,9	33	51,0	2,2	0,6
Bef. 195b	53	51,9	42,3–64,6	62	51,8	54	48,4	42,5–61,4	59	48,3	2,6	3,5
Bef. 219	166	51,2	42,7–65,4			193	47,7	41,0–59,4			3,5	
Bef. 472	74	52,6	44,4–71,8			58	49,5	42,3–61,7			3,3	

1 ein pathologisch entstelltes Metarsenende (Distalbreite 64 mm) nicht mitgerechnet

Tab. 14: Größte Breite distal vollständig verwachsener (fugenlos synostierter) Metacarpen und Metatarsen (Durchschnittswerte in mm = Dsn.; PrILLOFF = PrILLOFF 2000).

### 3.2.3 Eigenschaften und Verfügbarkeit des Rohmaterials: die Metapodiengröße und das Verhältnis Metacarpus zu Metatarsus

Während der Materialdurchsicht entstand der Eindruck, dass in der dritten Phase häufiger relativ größere Rindermetapodien benutzt worden sind als in den anderen Phasen. Nähere Daten zu einer solchen These können über die Quantität und Qualität sowie die Herkunft des vorhandenen Rohmaterials Auskunft geben. An größeren Metapodien sind eine größere nutzbare Fläche und eine stärkere Knochenwand zu erwarten. Dies kann Einfluss auf die Art und Zahl der Gegenstände haben, die aus einem Metapodium angefertigt werden konnten. Für das 15. und 16. Jahrhundert ist generell festzustellen, dass die durchschnittliche Widerristhöhe bei Rindern zunahm. Das wird allgemein mit dem Einführen neuer Rassen und/oder dem Aufkommen von interregionalem Ochsenhandel in Verbindung gebracht.<sup>268</sup>

Zur Bestimmung der Größe der genutzten Metapodien wurden die größte Breite und Tiefe der distalen Enden vermessen, soweit diese vollständig vorhanden waren (Abb. 61; Tab. 14 und 15).<sup>269</sup> Zum Vergleich sind in Tab. 14 Daten der Distalbreiten der von PRILLOFF untersuchten Metapodi- enfragmente wiedergegeben.<sup>270</sup> Es ist zu vermuten, dass diese Metapodienfragmente größtenteils wie die entfernten Metapodienenden als Abfälle des Knochen verarbeitenden Handwerks zu betrachten sind. Die Entwicklungen in der Breite und Tiefe der Metapodien korrespondieren nicht zwangsläufig mit Entwicklungen in der Länge. Starke Belastung wie z. B. als Zugkraft kann zu einer Verbreiterung des distalen Metapodienendes, v. a. der Kondylen (Gelenkrollen), geführt haben.<sup>271</sup> Deshalb wurden zusätzlich die Längenmaße der vollständigen Metapodien analysiert, die in den gleichen Fundzusammenhängen wie die Verarbeitungsabfälle gefunden wurden (Tab. 16). Diese sind als Schlachtabfälle oder als Rohmaterial anzusehen, das im Gegensatz zu den entfernten Enden nicht genutzt wurde. Der Durchschnittswert der größten Breite der abgeschlagenen und abgesägten Metapodienenden zeigt keine klar steigende Tendenz von Phase 1 zu Phase 3. Er ist für die Phasen 1 und 3 sowohl bei den Metacarpen als auch bei den Metatarsen größer als für die beiden Komplexe der Phase 2, wobei der Durchschnittswert der Phase 1 noch etwas über demjenigen der Phase 3 liegt (Tab. 14). Die Zusammenlegung mit den Distalbreiten von PRILLOFF ändert daran nichts Wesentliches. Auch die Daten der Minimal- und Maximalwerte der Distalbreiten sowie -tiefen zeigen überwiegend eine Verringerung der Maße in Phase 2.<sup>272</sup>

Die Entwicklung der Durchschnitts-, Minimal- und Maximalwerte im Verlaufe der Untersuchung ist das Resultat der Entwicklungen in der Auswahl des Rohmaterials durch die Knochen verarbeitenden Handwerker sowie der Entwicklungen in den Eigenschaften der vorhandenen Metapodien wie

268 Seit dem 15. und bis zum 16. Jahrhundert wurden bekanntlich große Mengen an Ochsen aus Weidegebieten, u. a. aus Ungarn und dem dänischen und friesischen Küstengebiet, in die Konsumzentren anderer Regionen eingeführt (GIJSBERS 1999; WESTERMANN 1979).

269 Breitenmaße nach VON DEN DRIESCH 1976, 84. Beim Vermessen der größten Tiefe des distalen Metapodienendes wurden die Kondylen (Gelenkrollen) außer Acht gelassen. Der maximale Abstand von der Vorder- bis zur Rückseite (posterior zu anterior) des Knochens wurde an der Diaphyse bzw. an der Verwachsungsstelle von Diaphyse und Epiphyse oberhalb des Gelenkknochens gemessen. In den Tab. 14 und 15 sind die Daten der Breiten der Metacarpen und Metatarsen dargestellt. Tabellen mit Daten der gemessenen Tiefen und der Frequenzverteilung der Breiten der Metatarsen stehen zur Verfügung.

270 PRILLOFF 2000, Tab. 30.

271 Die Verbreiterung von Metapodienkondylen durch eine starke Belastung tritt v. a. bei sehr alten Ochsen auf (Mitteilung L. H. VAN WIJNGAARDEN-BAKKER; vgl. BARTOSIEWISZ et al. 1997). Während des Vermessens der Metapodienenden wurden nur wenige Fälle von Kondylenverbreiterung beobachtet und es entstand der Eindruck, dass dieses Phänomen, wenn überhaupt, dann nur geringen Einfluss auf das Gesamtbild der Messdaten hat. In den Fällen, in denen eine Verbreiterung der Kondylen wahrgenommen wurde, die bedeutend über die maximale Breite vom Rest des Knochenendes hinausging, wurde das Breitenmaß nicht an den Kondylen oder Gelenkflächen gemessen, sondern an der breitesten Stelle des übrigen Knochens.

272 Diese Beobachtung basiert nicht nur auf den in Tab. 14 angegebenen äußersten Werten, sondern auch auf den Anteilen der oberen und unteren Werte im gesamten Datenbestand, die von Frequenzverteilungen der betreffenden Daten abgeleitet wurden. Dort, wo die Werte eine von Phase 1 zu Phase 3 ansteigende Linie zeigen, ist diese v. a. Folge einzelner Extremwerte, die wohl als Ausnahmen zu betrachten sind.

mm	Phase 1		Bef. 195b		Bef. 219		Bef. 472	
	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%
<45,0	0	0,0	1	2	3	1,8	1	1,4
<49,0	7	28,0	19	37,3	78	46,4	20	29,0
<52,0	11	44,0	32	62,7	115	68,5	42	60,9
<53,0	13	52,0	34	66,7	116	69,0	45	65,2
<55,0	18	72,0	36	70,6	124	73,8	51	73,9
<57,0	21	84,0	38	74,5	139	82,7	56	81,2
>62,99	1	4,0	2	3,9	2	1,2	5	7,2
>64,99	0	0,0	0	0,0	1	0,6	4	5,8
>66,99	0	0,0	0	0,0	0	0,0	4	5,8
<b>total</b>	<b>25</b>	<b>100,0</b>	<b>51</b>	<b>100,0</b>	<b>168</b>	<b>100,0</b>	<b>69</b>	<b>100,0</b>

Tab. 15: Frequenzverteilung der Distalbreite vollständig verwachsener Metacarpen.

Produktionsphase	Metacarpus		Metatarsus	
	Zahl	Dsn.	Zahl	Dsn.
<b>total</b>	<b>47</b>	<b>17,8</b>	<b>50</b>	<b>20,8</b>
Phase 0 (vor 1272)	2	15,9	0	
Phase 1	11	17,0	2	20,0
Phase 2A/1 <sup>1</sup>	3	16,2	6	19,8
Phase 2A	11	18,6	5	20,8
Phase 2B	2	18,4	5	21,2
<b>Phase 2 total</b>	<b>13</b>	<b>18,5</b>	<b>10</b>	<b>21,0</b>
Phase 3.I	0		2	21,0
Phase 3.III (2B/3)	3	17,3	4	21,0
Phase 3.IV	3	18,3	7	21,3
<b>Phase 3 total</b>	<b>6</b>	<b>17,8</b>	<b>13</b>	<b>21,2</b>

1 Bef. 195a (Ablagerungsphase) und Fundamentgruben Mikwe (Ablagerungsphase A)

Tab. 16: Durchschnittslänge ganzer Metapodien in cm (= Dsn.).

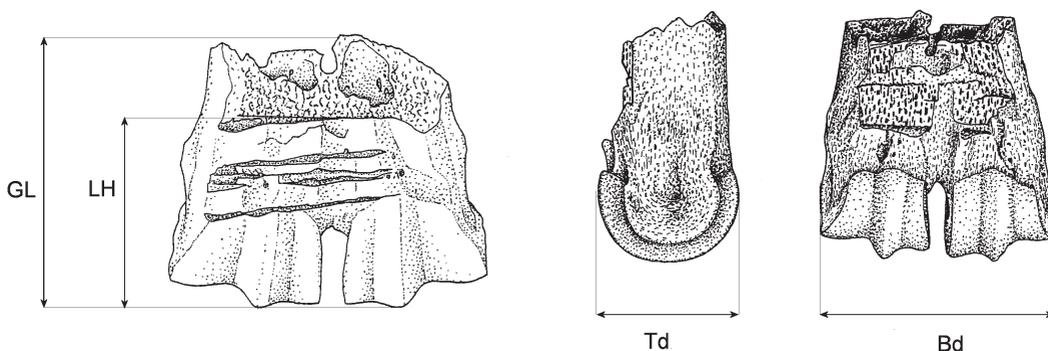


Abb. 61: Produktionsphase 1. Abgeschlagene Distalenden von Rindermetatarsen mit Hackspuren auf der Knochenvorderseite (anterior) (Bef. 453, Fundnr. 01/451; Bef. 698, Fundnr. 01/620) mit benutzten Messstrecken an Rindermetapodien. GL = größte Länge; LH = Länge bis zur Schlagstelle; Bd = größte Breite distal (nach VON DEN DRIESCH 1976); Td = größte Tiefe distal, M 1 : 1.

Zahl und Größe. Zur Erforschung der Entwicklung der Größen der Metapodien, die überhaupt in den betreffenden Zeitabschnitten vor Ort vorhanden waren, wurden die Frequenzverteilungen der Distalbreiten der entfernten Enden analysiert und für die Metacarpen in Abb. 62a und b dargestellt. Das Bild der Breiten der Metacarpen zeigt dieselben Tendenzen wie das der Metatarsen.

Das Diagramm zeigt für alle Phasen zwei bis drei Spitzen: eine deutlich höhere Spitze für die kleineren Werte links im Diagramm (bis etwa 53 mm) und rechts davon unter den höheren Werten ein oder zwei niedrigere Spitzen (s. Abb. 62a). Eine solche Verteilung ist typisch für die Knochenmaße einer mehr oder weniger einheitlichen Rinderpopulation, wobei die rechte Spitze (der kleineren Werte) die weiblichen Tiere darstellt und die beiden linken Spitzen die männlichen Tiere. Die beiden Spitzen der größeren Werte werden durch den Größenunterschied zwischen Stieren und Ochsen verursacht, wobei die linke der beiden Spitzen die Ochsen darstellt und die rechte die Stiere.<sup>273</sup>

In allen drei Phasen fällt mehr als die Hälfte der gemessenen Metacarpenbreiten unter die erste Spitze links (Tab. 15), wovon sich ableiten ließe, dass mehr als die Hälfte der gemessenen Metacarpenbreiten von weiblichen Tieren stammt. Auch in dem von PRILLOFF untersuchten Knochenmaterial wurde festgestellt, dass die Knochen von weiblichen Tieren gegenüber den männlichen überwogen wie in vielen anderen, hoch- bis spätmittelalterlichen Tierknochenkomplexen aus ländlichen sowie (früh-)städtischen Siedlungen.<sup>274</sup> Bemerkenswert ist, dass der Anteil der Werte, die unter die erste Spitze fallen, von Phase 1 bis Phase 3 ansteigt.<sup>275</sup>

Bei einem Vergleich der Frequenzverteilungen der unterschiedlichen Phasen fällt weiterhin auf, dass sich alle drei Spitzen von Phase 1 nach Phase 3 nach rechts auf höhere Breitenwerte verschieben. Dies deutet auf ein Anwachsen der Metacarpenbreite von Rindern aller Geschlechtsgruppen von Phase 1 bis Phase 3 hin. Die Verschiebung ist am deutlichsten von Phase 2 zu Phase 3.<sup>276</sup> Genauer betrachtet verbreitert sich die Basis der ersten Spitze (der Kühe) in Phase 3 nach rechts, und es gliedert sich die zweite Spitze in Phase 2 in zwei Teilspitzen auf (Abb. 62b). Die rechte Teilspitze liegt beim gleichen Breitenwert wie die zweite Spitze der Phase 1, die linke Teilspitze beim gleichen Wert wie die zweite Spitze der Phase 3. Das kann darauf hindeuten, dass die benutzten Metacarpen in den Produktionsphasen 2 und 3 von zwei Gruppen oder Rassen von Rindern mit unterschiedlich kräftigen Füßen stammen. Ähnliche Beobachtungen lassen sich beim Vergleich der Frequenzverteilungen der Metatarsenbreiten der Phasen 2 und 3 machen. Obwohl sie von der Zahl her unzureichend für eine aussagekräftige Analyse sind, ließe sich auch aus dem Vergleich der Frequenzverteilungen der Längen der vollständigen Metapodien ein ähnliches Bild ableiten. Somit scheinen die Frequenzverteilungen der Metapodienmaße anzudeuten, dass die Metapodien sowohl von weiblichen Tieren als auch von Ochsen und Stieren in Phase 3 größer waren als in den vorhergehenden Phasen.

Am Frequenzverteilungsdiagramm der Metacarpenbreiten ist darüber hinaus zu sehen, dass die dritte Spitze der Phase 3 vollständig außerhalb des Bereichs der Breitenverteilungen der beiden anderen Phasen liegt. Sie bildet eine Gruppe von 5% der Metacarpen der Phase 3 mit auffallend großen Breitenmaßen von über 67 mm, welche in den beiden anderen Phasen nicht vorkommen. Auch PRILLOFF erwähnt

273 BERGSTRÖM/VAN WIJNGAARDEN-BAKKER 1983.

274 PRILLOFF 2000, Tab. 14; SCHIBLER/STOPP 1987, 328 Tab. 9 (zu Basel); SCHÜLKE 1965, 195 (zu Neu-Schellenberg); ANSCHÜTZ 1966 (zu Ulm); SCHATZ 1963, 14 sowie KÜHNOLD 1971, 63 (zu Unterregenbach); HANSCHKE 1970, 27 (zu Wülfigen). Das von PRILLOFF untersuchte Knochenmaterial aus der Konstanzer Grabung Münzgasse 4 umfasst sowohl Abfälle des Knochen verarbeitenden Handwerks als auch Schlacht- und Nahrungsabfälle. Leider wurden die Abfälle des Handwerks bei der Analyse nicht von den Konsumabfällen getrennt. Die zur Geschlechtsanalyse benutzten Hornzapfen (PRILLOFF 2000, Tab. 13) werden hauptsächlich als Abfälle von Gerbereien und der Hornverarbeitung von den Auswahlstrategien dieser Handwerkszweige beeinflusst worden sein. Bei der Präsentation der Ergebnisse der Geschlechtsanalyse an postkranialen Skelettelementen (ebd. Tab. 14) wurde nicht angegeben, welche Skelettelemente benutzt wurden. Dadurch lässt sich der Anteil der Handwerksabfälle im Vergleich zu den Konsumabfällen nicht im Geringsten einschätzen.

275 56% der gemessenen Breiten der Phase 1 und 68 bzw. 70% der Breiten der Phase 2 (Bef. 195b bzw. 219) sind kleiner als 53 mm. Von den Breiten der Phase 3 sind 72% kleiner als 53 mm und 88% unter 56,1 mm (s. auch Tab. 15).

276 Die geringe Stückzahl der Phase 1 kann, muss aber nicht unbedingt dafür verantwortlich sein.

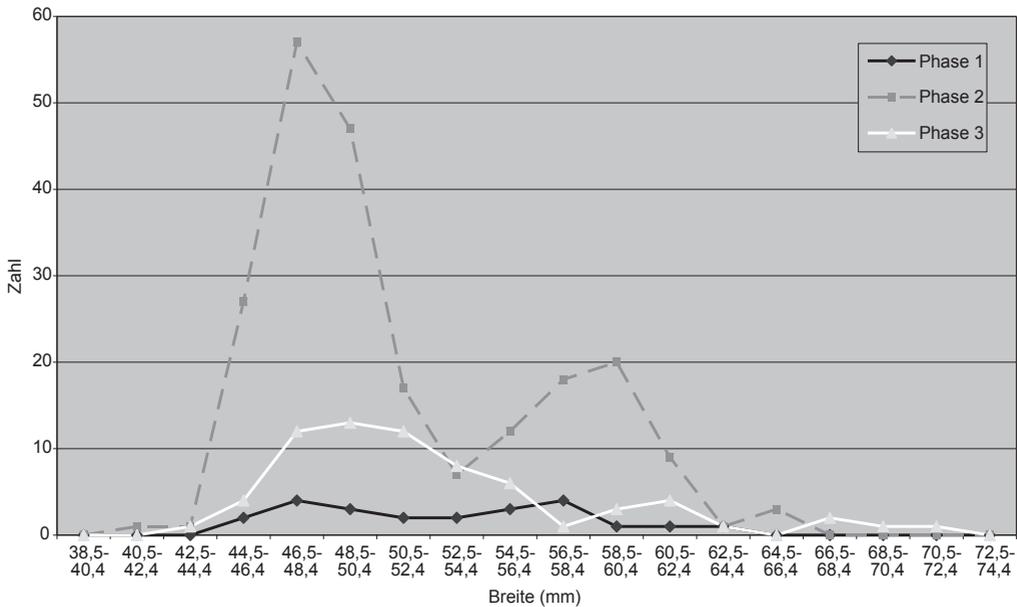


Abb. 62a: Frequenzverteilung der größten Breite an abgeschlagenen Distalenden von Rindermetacarpen.

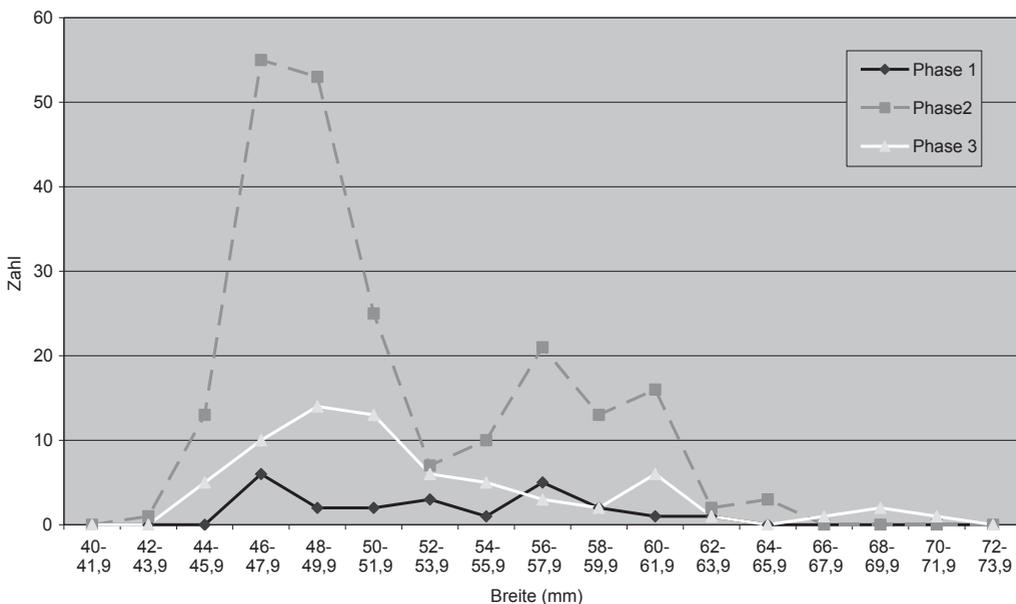


Abb. 62b: Wie oben. Die Gruppen der Breitenwerte sind hier im Verhältnis zu oben um 0,5 mm verschoben.

zum einen Widerristhöhen kleinwüchsiger Kühe aus den Phasen 1 und 2A und eines kleinwüchsigen Ochsen aus Phase 2B oder 3, zum anderen Fundstücke ohne Phasenzuteilung großer bis sehr großer Rinder, deren Maße sich denen der Urkuh annähern.<sup>277</sup> Unter Letzteren befinden sich auch Skelettelemente, die nicht systematisch vom Knochen verarbeitenden Handwerk genutzt wurden. Nach den

<sup>277</sup> PRILLOFF 2000, Tab. 29 bzw. S. 53 f.

von PRILLOFF publizierten Messdaten zu urteilen, stammen Knochen größerer Tiere v. a. aus Phase 3 (primär gelagert und umgelagert).<sup>278</sup>

Die obigen Beobachtungen deuten auf eine Änderung des Wuchses der Rinder hin, deren Metapodien zur Knochenverarbeitung verwendet wurden. Während die Handwerker der Phase 1 nur oder hauptsächlich Knochen kleinwüchsiger Rinder einsetzen konnten, standen in Phase 3 Knochen großwüchsiger Rinder zur Verfügung. Diese Entwicklung hat anscheinend während Produktionsphase 2 begonnen. Dass von großen Rindern Skelettelemente gefunden wurden, die sich nicht für das Knochen verarbeitende Handwerk eigneten oder in diesem Zusammenhang nachgewiesen wurden, lässt den Schluss zu, dass sie von ganzen Rindern stammen und dass es sich nicht nur um speziell importierte Knochen handelte, die für die Verarbeitung vorgesehen waren.

Da diese Entwicklung vermutlich bereits während der Produktionsphase 2 begann und während der Produktionsphase 3 offensichtlich wurde und außerdem – wie in Kap. 2.3.2.4 angedeutet – eine Werkstattkontinuität zwischen diesen beiden Produktionsphasen vermutet wird, lässt sich diese zeitlich in die erste Hälfte des 15. Jahrhunderts einordnen. Es ist gut möglich, dass diese Entwicklung mit dem am Anfang dieses Abschnitts erörterten Aufkommen größerer Rinderrassen zusammenhängt. Sie könnte auch mit der Einfuhr von Rindern mit größerer Wuchsform aus anderen Weidegebieten zusammenhängen.<sup>279</sup> Die Daten der Metapodien, die von den Knochen verarbeitenden Handwerkern verwendet wurden, geben jedoch keinen Hinweis darauf, dass große Mengen an Ochsen importiert wurden. Dagegen spricht nämlich, dass die Metapodien sowohl von weiblichen Tieren als auch von Ochsen und Stieren größer wurden, während gleichzeitig der Anteil der männlichen Tiere abnahm. Allerdings muss die Zusammensetzung der Metapodien, die von den Knochen verarbeitenden Handwerkern ausgewählt wurden, nicht derjenigen der in der Stadt geschlachteten Rinder entsprechen. Sie kann durch die Auswahlstrategien der Handwerker und Veränderungen der Strategien beeinflusst worden sein.

In den bestehenden und sich verändernden Auswahlstrategien der Knochen verarbeitenden Handwerker ist auch die Ursache für die Diskrepanz zu suchen, die einerseits zwischen den Entwicklungen besteht, die aus den Frequenzverteilungen abgeleitet werden und andererseits den Entwicklungen in den Minimal-, Maximal- und v. a. den Durchschnittswerten. Während die Frequenzverteilungen auf ein Anwachsen der Rindergröße von Phase 1 zu Phase 3 hinweisen, zeigen die Durchschnittswerte eine Abnahme der Größe der verwendeten Metapodien in Phase 2.

Bei den Entwicklungen in den Auswahlstrategien werden u. a. zwei Faktoren von Bedeutung gewesen sein: Änderungen in den quantitativen und qualitativen Anforderungen der Knochen verarbeitenden Handwerker und Änderungen in der Quantität und Qualität des verfügbaren Rohmaterials. Eine Änderung der Qualität des verfügbaren Rohmaterials ist in der Zunahme der Größe der Rinder zu sehen. Die erwarteten Entwicklungen in der Quantität des verfügbaren Rohmaterials wurden in Abschnitt 3.1.5.4 besprochen. Es kann damit gerechnet werden, dass während der Produktionsphasen 2 und 3 mehr Rinder geschlachtet wurden als während der Produktionsphase 1. Während der Hochblüte der Stadt Konstanz in der Konzilszeit, in der die Produktion der Phasen 2 und/oder 3 stattgefunden haben könnte, ist mit einer noch größeren Ausbreitung der Rinderschlachtung zu rechnen. Anhand der Mengen an deponiertem Abfall des Knochen verarbeitenden Handwerks kann ein Eindruck der Entwicklungen in den benötigten Knochenmengen gewonnen werden. Diese werden während Produktionsphase 1 im Verhältnis zu den Phasen 2 und 3 verschwindend gering gewesen sein.

Die qualitativen Anforderungen der Knochen verarbeitenden Handwerker hingen von der Form und Funktion der gewünschten Gegenstände ab. Die Ringe, die in den Produktionsphasen 1 und 3 angefertigt wurden, erforderten weniger eine starke, sondern eher eine flache Knochenwand als die

278 PRILLOFF 2000, Tab. 30.

279 Es ist nicht unbedingt davon auszugehen, dass in den neuen Bezugsgebieten die Rinder generell großwüchsiger waren. Es kann auch sein, dass großwüchsiger Rinder ausgewählt wurden, um nach Konstanz geliefert zu werden. Die geänderte Nachfrage kann dabei die Zucht beeinflusst haben: in der Umgebung von Konstanz ebenso wie in entfernter gelegenen Bezugsgebieten.

in den Phasen 2 und 3 produzierten Perlen und Würfel. Zudem wurden Ringe, im Gegensatz zu Perlen und Würfeln auch aus Unterkiefern gefertigt. Zum Anfertigen von Perlen und Würfeln boten Metatarsen mehr Möglichkeiten als Metacarpen, während die unterschiedlichen Eigenschaften beider Skelettelemente für das Herausbohren von Ringen in etwa gleicher Weise geeignet gewesen sein dürften (vgl. Kap. 3.4). Metatarsen sind länger als Metacarpen (Tab. 16; s. auch Kap. 3.2.5). Außerdem ist die Diaphyse von Metatarsen über größere Längen gerade und hat in ihrem stärker viereckigen als halbrunden Querschnitt einen größeren Anteil mit maximaler Kompaktastärke. Die breite, gerade Rückseite (posteriore Seite) des Metacarpus wird von einer Verwachsungsnah – der Koaleszenznah – durchquert, entlang welcher die Knochenwand leichter bricht oder sich spaltet (s. Kap. 3.4). Grundsätzlich werden relativ größere Metapodien mit einer vergleichsweise stärkeren Knochenwand und entsprechend größeren geraden Flächen den Knochen verarbeitenden Handwerkern mehr Möglichkeiten als relativ kleinere geboten haben und deshalb im Allgemeinen bevorzugt worden sein. Details der Anfertigungstechnik können zu Abweichungen von diesem Erwartungsmodell geführt haben.

Zusammenfassend ist davon auszugehen, dass für die Produktion in Phase 1 eine sehr viel geringere Menge an Metapodien erforderlich war, als das in den Phasen 2 und 3 der Fall war, der auch eine geringere Menge an verfügbaren Metapodien gegenüber stand, die außerdem kleinere Maße hatten. In Phase 2 war das Knochen verarbeitende Handwerk stärker als in Phase 3 auf Metapodien angewiesen. Außerdem ist in Phase 2 möglicherweise noch stärker als in Phase 3 eine Bevorzugung von Metatarsen gegenüber Metacarpen zu erwarten. Schließlich standen in Phase 3 wahrscheinlich mehr Metapodien von großwüchsigen Rindern zur Verfügung als in Phase 2. Falls eine dieser beiden Produktionsphasen gleichzeitig mit dem Konzil (1414–1418) stattfand, ist zu erwarten, dass während dieser Phase über eine noch größere Menge an Metapodien verfügt werden konnte.

So war für die Produktion von Ringen aus Knochen während der Phase 1 die Menge der verfügbaren Metapodien vermutlich mehr als ausreichend, während die Differenz zwischen den benötigten und den vorhandenen Metapodien in den Produktionsphasen 2 und 3 wahrscheinlich geringer gewesen sein wird. Es kann nicht ohne Weiteres festgestellt werden, dass es von Phase 2 zu Phase 3 zu einem ähnlichen Überschuss an Rohmaterial kam, weil die Entwicklung zweier Faktoren nicht bekannt ist: mögliche quantitative Änderungen in der Rinderschlachtung und damit im Rohmaterialangebot (z. B. während des Konzils) und Unterschiede im Umfang der Produktion des Knochen verarbeitenden Handwerks.<sup>280</sup> Wenn man voraussetzt, dass beide sich nicht bedeutend änderten oder aus anderem Grund keinen Einfluss hatten, dann wäre in Phase 2 ein relativ größerer Bedarf an Metapodien, darunter speziell an Metatarsen, zu erwarten. Als Folge davon wäre der Überschuss geringer gewesen und dementsprechend hätten weniger Möglichkeiten bestanden, sich die Metapodien auszusuchen, die am besten passten. Vorausgesetzt, dass verhältnismäßig größere Metapodien in allen Phasen allgemein bevorzugt wurden, ist zu erwarten, dass umso mehr relativ große Fragmente für die Verarbeitung ausgewählt wurden, je größer der Überschuss war.

Obwohl dieses Modell von mehreren Voraussetzungen ausgeht, lassen sich damit dennoch die am Kapitelanfang beschriebenen Entwicklungen bezüglich der Durchschnitts-, Minimal- und Maximalwerte der Distalbreiten und -tiefen der entfernten Metapodien erklären.

Trotz der kleiner gewachsenen Metapodien sind die Mittelwerte der Breiten und Höhen derjenigen Metapodien, die in Produktionsphase 1 verwertet wurden, höher als diejenigen der Produktionsphase 2 und etwa gleich hoch wie die der Produktionsphase 3. Darüber hinaus ist der Anteil an verwerteten Metacarpen, deren Breitenmaße unter den Spitzen der größeren (männlichen) Tieren liegen (etwa 40

<sup>280</sup> Während des Konzils wird nicht nur der Fleischkonsum und damit die Rinderschlachtung angestiegen sein, sondern auch die Nachfrage nach Produkten des Knochen verarbeitenden Handwerks und somit der Produktionsumfang. Die daraus entstandene Steigerung des Bedarfs an Knochen könnte das gestiegene Angebot an Metapodien teilweise oder sogar mehr als vollständig ausgeglichen haben. Für die Produktionsphase 3 ist es schwieriger einzuschätzen als für die Produktionsphase 2, welcher Teil des deponierten Abfalls ausgegraben wurde, und es ist nicht auszuschließen, dass der Abfall von verschiedenen Werkstätten stammt, die zu unterschiedlichen Zeitabschnitten produzierten.

bis 44%), größer als in Phase 2 und 3 und ebenfalls größer als die Anteile an Knochen männlicher Tiere in den Daten von PRILLOFF und in den Tierknochenkomplexen der meisten anderen Grabungen.<sup>281</sup> Wenn man davon ausgeht, dass während dieser Phase nicht mehr männliche Tiere geschlachtet wurden als während der anderen Phasen,<sup>282</sup> so scheinen dem Knochenverarbeiter oder den Knochenverarbeitern in Produktionsphase 1 genügend Metapodien zur Verfügung gestanden zu haben, um den Vorteil in höherem Maße nutzen zu können, sich größere Knochen auszusuchen als dies die Nachfolger in Phase 2 und 3 konnten. Vermutlich standen mehr Metapodien zur Verfügung als nötig waren, so dass von den kleineren Metapodien der weiblichen Tiere relativ mehr Fragmente unverwertet blieben als von den größeren männlicher Tiere. Ein Überschuss an Metapodien kann bei dem geringen Produktionsumfang erwartet werden, der durch den Abfall dieser Produktion belegt ist, der von weniger als einhundert Rindern stammen kann.<sup>283</sup> Unter der Voraussetzung, dass gleich viele Metatarsen wie Metacarpen zur Verfügung standen und dass Metatarsen gegenüber Metacarpen bevorzugt wurden, lässt sich durch den höheren Anteil an Metatarsen unter den entfernten Enden (75%: Tab. 13) feststellen (s. Kap. 3.4.3.3), dass das Angebot an Metapodien so groß war, dass dreimal so viele Metatarsen ausgesucht werden konnten wie Metacarpen. Ganz anders waren anscheinend die Verhältnisse während der unvergleichlich viel umfangreicheren Produktion in Phase 2.

Obwohl die Rindergröße wuchs – d. h. neben den Metapodien kleinwüchsiger Rinder wie diejenigen in Phase 1, auch Metapodien von Rindern größeren Wuchses vorhanden waren –, stieg die Durchschnittsgröße der verwerteten Metapodien nicht an, sondern war kleiner als die der verwerteten Metapodien der Phase 1. Offenbar war die Auswahl an größeren Metapodien viel eingeschränkter, wenn sie überhaupt möglich war, und der Anteil an Metapodien der kleineren weiblichen Rinder unter den verwerteten Metacarpen (rund 70%) stieg entsprechend im Vergleich zu Phase 1 an. Obwohl Metatarsen sich zur Perlen- und Würfelfanfertigung besser eigneten, verringerte sich der Anteil der Metatarsen unter den entfernten Enden im Vergleich zu Phase 1. Trotzdem war man anscheinend doch noch in der Lage, mehr Metatarsen (58%) einzusetzen als Metacarpen (42%). Wie wir in Kap. 3.4 sehen werden, wurden diese zusätzlichen Metatarsen v. a. zur Anfertigung von quer gesägten Knochenscheiben verwendet (vgl. Tab. 41a).

In Phase 3 dagegen stieg die Durchschnittsgröße der verwendeten Metapodien wieder an. Dieser Anstieg kann durch die größere Wuchsform der Rinder bzw. das Vorherrschen von Rindern größeren Wuchses bedingt sein und muss nicht unbedingt durch eine stärkere Auswahl an größeren Metapodien verursacht worden sein. So fällt auf, dass der Anteil der Metacarpen mit Distalbreiten unter 53 mm etwa gleich groß ist wie der der Phase 2 (72%), während der Anteil der Metacarpen, deren Breitenmaße unterhalb der Spitze der weiblichen Tiere liegen, größer ist als derjenige für Phase 2 (88%).<sup>284</sup> Es ist möglich, dass während Produktionsphase 3 mehr weibliche Rinder geschlachtet wurden als während Phase 2. Es ist aber auch denkbar, dass die im Allgemeinen größere Wuchsform sowohl männlicher als auch weiblicher Rinder eine Bevorzugung von Metapodien männlicher Tiere überflüssig machte, weil die Metapodien der weiblichen Tiere größer waren als vorher. Per Saldo blieb immerhin der Anteil

281 s. Anm. 274. Nur im Knochenkomplex von Basel/Barfüsserkirche aus dem 11. bis 12. Jahrhundert, das allerdings aus sozial-wirtschaftshistorischer Sicht vermutlich dem Komplex der Konstanzer Phase 1 am nächsten steht, wurden vergleichbar hohe Anteile an männlicher Tierknochen vorgefunden.

282 Obwohl es weder Hinweise noch Gründe für einen deutlich größeren Anteil an männlichen Schlachttieren (Stiere und Ochsen) vor Ort und während der Phase 1 gibt, kann diese Annahme nicht durch Daten gestützt werden. Von den von PRILLOFF (2000, Tab. 14) auf das Geschlecht hin bestimmten postkranialen Skelettelementen aus Phase 1 stammen 20% von männlichen Tieren; unter denen der Phase 2 befinden sich 16%. – Die untersuchten Knochen gehören vermutlich zum Teil ebenfalls zum Werkstattabfall, so dass diese Daten wohl teilweise von der gleichen Auswahlstrategie beeinflusst wurden. Die Geschlechtsdaten der Hornzapfen, die wahrscheinlich durch Auswahlstrategien der Gerber und Hornverarbeiter beeinflusst werden, zeigen für Phase 1 einen übereinstimmenden bis geringeren Anteil an männlichen Tieren (PRILLOFF 2000, Tab. 13).

283 Vgl. Tab. 13; s. auch Kap. 3.4.3.3.

284 Die Spitze der weiblichen Tiere verbreitert sich in Phase 3 bis hin zu einem höheren maximalen Breitenwert. Während der größte Wert, der zu diesem gerechnet werden kann, für Phase 1 und 2 bei etwa 53 mm liegt, beträgt er für Phase 3 genau 56,1 mm (vgl. Abb. 62b).

an Metacarpen mit einer Distalbreite von über 52,9 mm gleich. Der größere Wuchs kann also die Verwertungsmöglichkeiten der unterschiedlichen Knochengruppen geändert haben. Das kann zu Änderungen der Bevorzugung und somit in der Auswahlstrategie geführt haben. Aufgrund der stärkeren Knochenwand der Metacarpen von Tieren größeren Wachstums könnten sich die Nutzungsmöglichkeiten der Metacarpen zur Perlenanfertigung vergrößert haben. Es schrumpfte der Anteil der Metatarsen (49%) noch mehr als in Phase 2 zugunsten des Anteils der Metacarpen (51%). Das kann allerdings durch verschiedene Faktoren verursacht worden sein, deren Einfluss nicht eingeschätzt werden kann. Außer den geänderten Nutzungsmöglichkeiten durch die größere Wuchsform der Knochen wird die andere Zusammenstellung der Produktpalette eine Rolle gespielt haben. Anders als in Produktionsphase 1, in der nur Ringe angefertigt wurden oder in Produktionsphase 2, in der man fast nur Perlen herstellte, waren die Produkte in Phase 3 sowohl Perlen als auch Ringe, für deren Herstellung man in beiden Fällen eine unterschiedliche Bevorzugung von Metatarsen versus Metacarpen erwartet: für Perlen mehr Metatarsen, für Ringe mehr Metacarpen. Eine nähere Analyse des Verhältnisses zwischen den Produktzahlen der verschiedenen Produkte ist erforderlich (s. Kap. 3.4). Die Daten der Metapodienenden für sich genommen sagen nichts zu den Änderungen im Verhältnis zwischen dem Angebot an Metapodien und deren Nachfrage während des Übergangs von der Produktionsphase 2 zur Produktionsphase 3 aus.

Die Analyse der Daten der vollständigen Rindermetapodien, die im Gegensatz zu den entfernten Enden nicht eingesetzt, sondern aussortiert und in komplettem Zustand weggeworfen wurden, kann die Ergebnisse der Analyse der entfernten Enden ergänzen.

Die Entwicklung in den Auswahlstrategien der Handwerker wird auf diese Daten den gegensätzlichen Effekt gegenüber demjenigen gehabt haben, welcher auf die Daten der entfernten Enden einwirkte. Dass die relativ großen Knochen bevorzugt wurden, wird zu einem Überschuss an relativ kleinen Knochen unter den vollständigen Metapodien geführt haben. Eine Bevorzugung von Metatarsen gegenüber Metacarpen müsste ein Überwiegen von Metacarpen bewirkt, ein Überschuss an Metapodien zu einer relativ großen Zahl nicht verwendeter Metapodien geführt haben.

Bei diesem Interpretationsmodell ist weiterhin zu berücksichtigen:

- die Zahl der für die Markgewinnung quer zerteilten Metapodien (s. Kap. 2);
- die Zahl der eventuell zum Seifensieden zerschlagenen Metapodien (s. Kap. 1);
- die Zahl der unverwachsenen Metapodien junger Rinder, die nicht mit einbezogen worden sind, weil deren Länge nicht gemessen wurde (s. weiter unten).

Deshalb und wegen der geringen absoluten Zahlen der vollständigen Metapodien sind aus den relativen Mengen der ganzen Metapodien nur bedingt Schlüsse zu ziehen. Trotzdem fällt die Tatsache auf, dass im Gegensatz zu den Distalbreiten der entfernten Enden die durchschnittliche Länge der nicht verwendeten Metapodien aus Produktionsphase 1 kleiner ist als jene aus den beiden anderen Phasen (Tab. 16). Während die Distalbreiten der entfernten Enden aus Produktionsphase 2 kleiner sind als jene aus den beiden anderen Phasen, sind die Längen der vollständigen Metapodien der Phase 2 durchschnittlich gleich groß (Metatarsen) oder sogar größer (Metacarpen) als die der Phase 3. Das bestätigt die These, dass die vorhandenen Metapodien während Produktionsphase 1 kleiner waren und während Produktionsphase 2 und 3 ein Übergang zu größer gewachsenen Metapodien zu verzeichnen ist.

Weiterhin fällt auf, dass die Zahl der vollständigen Metapodien aus Produktionsphase 1 durchaus mit jenen aus den beiden anderen Phasen vergleichbar ist, während die Menge an Abfällen des Knochen verarbeitenden Handwerks aus Phase 1 nicht einmal ein Zehntel der Menge aus den beiden anderen Phasen beträgt (Tab. 3). Diese verhältnismäßig hohe Zahl an nicht von den Knochen verarbeitenden Handwerkern verwendeten Metapodien könnte auf einen Überschuss an Metapodien in dieser Produktionsphase hinweisen. Sie besteht hauptsächlich aus Metacarpen, während unter den verwendeten Metapodien die Metatarsen stark überwiegen.

Damit zeigt sich, dass die vollständigen Metacarpen aus dieser Phase im Zusammenhang mit der Knochenverarbeitung stehen und vermutlich den Rest des Vorrats an Rohmaterial darstellen, der nach der Verwertung von fast allen Metatarsen und einer geringeren Zahl an Metacarpen übrig blieb. Die Menge

an Knochensplittern, unter denen sich Seifensiederabfälle befinden könnten, ist gerade während dieser Phase – verglichen mit den beiden anderen Phasen – gering, sowohl absolut als auch im Verhältnis zum Konsumabfall (s. Kap. 2). Die Zahl der quer zerteilten Metapodien stimmt verhältnismäßig genau mit deren Zahl aus den anderen Phasen überein.

Für den Anteil an Jungtierknochen unter den vollständigen Metapodien wäre aufgrund des oben erläuterten Ausgleichsmodells zwischen genutzten Enden und weggeworfenen ganzen Metapodien für Phase 1 ein höherer Wert vor auszusetzen als bei den beiden anderen Phasen. Da gerade für diese Phase die Zahl der gemessenen, verwachsenen und vollständigen Metapodien bereits relativ groß ist, ergäben sich zusätzliche Indizien für einen Rohstoffüberschuss während Phase 1 durch eine verhältnismäßig große Zahl von unverwachsenen, nicht registrierten Fragmenten.<sup>285</sup> Der Deutung, dass es für Phase 1 einen Rohstoffüberschuss gab, steht deshalb nichts im Wege.

Zusammengefasst zeigt sich eine Vergrößerung der Wuchsform der Rinder und somit der Metapodien zwischen Produktionsphase 1 und den Produktionsphasen 2 bis 3. Außerdem wurden trotz der vielen unsicheren und verkomplizierenden Faktoren Hinweise dafür gefunden, dass während Produktionsphase 1 den Knochen verarbeitenden Handwerkern mehr Metapodien zur Verfügung standen als benötigt wurden und der Überschuss an Metapodien während Produktionsphase 2 bedeutend geringer war. Zum Verhältnis zwischen Nachfrage und Angebot des Rohmaterials während Produktionsphase 3 konnte keine Klarheit gewonnen werden.

### 3.2.4 Rohmaterialauswahl: der Anteil an Jungtierfragmenten

Ein Rohmaterialüberschuss bei den zur Knochenverarbeitung verwendeten Metapodien lässt sich aus einer Überrepräsentation von Metapodien ableiten, welche die für die Knochenverarbeitung bevorzugten Charakteristiken besitzen. So ist zu erwarten, dass Metapodien von älteren, voll ausgewachsenen Tieren gegenüber Metapodien von Jungtieren bevorzugt wurden. Letztere haben eine dünnere Kompakta (der kompakte Teil der Knochenwand, der für die Knochenverarbeitung benutzt wird). Außerdem sind sie kleiner und damit sind Breite und Länge der relativ ebenen Knochenteile geringer. Dies zieht engere Grenzen bezüglich der Form und Maße der Produkte. Damit ist die Zahl der Produkte, die maximal aus einem Metapodium hergestellt werden können, geringer als bei einem voll ausgewachsenen Metapodium, so dass der Gewinn im Verhältnis zum vorbereitenden Arbeitsaufwand ebenfalls geringer ausfällt. Wie bereits im vorigen Absatz erläutert, war es aus dem gleichen Grunde sinnvoll, Metapodien großwüchsiger Tiere wie Ochsen, Stiere oder Rinder großer Rassen zu bevorzugen. Als die Verarbeitung der Metapodien im Experiment nachvollzogen wurde, zeigte sich zudem, dass die Kompakta von Metapodien ausgesprochen juveniler Tiere moderner Zucht (etwa 9–12 Monate alt) relativ zerbrechlich und nur schwer entlang den erwünschten Linien zu spalten war.<sup>286</sup> Der Anteil der entfernten Metapodienenden von Tieren, die vor dem vollständigen Verwachsen der distalen Epiphyse (etwa 2,5 Jahre alt) geschlachtet wurden, steigt von der ersten Phase zur dritten kontinuierlich an (Tab. 13 unter D). Im Verlauf der Phase 1 und am Anfang der Produktionsphase 2 (Bef. 195a) ist der Anteil mit 6 bzw. 10% aller entfernten Enden noch gering, steigt aber in Bef. 219 (Produktionsphase 2) und Produktionsphase 3 auf 28 bzw. 43% an. Darunter ist auch ein geringer

285 Während der Jungtieranteil im Konsumabfall der Phase 1 dem der anderen Phasen gleicht, sind Jungtiermetapodien unter den zur Knochenverarbeitung eingesetzten Fragmenten seltener vertreten (Tab. 17). Das deutet darauf hin, dass sie häufiger ausgemustert wurden und unverarbeitet blieben. Demzufolge wäre unter den vollständigen, nicht verarbeiteten Metapodien eine relativ große Zahl an unverwachsenen Fragmenten zu erwarten (vgl. weiter im nächsten Abschnitt).

286 Vom Verfasser im Frühjahr 1992 durchgeführte Experimente an Metapodien, bezogen vom Schlachthaus in Konstanz. Sie beinhalteten u. a. das Abschlagen des Distalendes und das anschließende Spalten in der Länge entlang der Koaleszenznaht mit einem Stechbeitel und einem Hackmesser. Bei beiden Verarbeitungsschritten wurde festgestellt, dass die Knochenwand der Metapodien jüngerer Tiere früher und stärker entlang unerwünschter Linien brach als bei den Metapodien älterer Tiere.

a)

Periode PRILLOFF	Per. I		Per. III		Per. V		Per. VI	
	Phase 1		Bef. 195b (Ph. 2A)		Phase 2A		Phase 2B-3.1	
Produktionsphase Paternosterabfall	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%
Alter/verwendete Fugen total								
0-2 Jahre: diverse Fugen	60	18,3	48	20,8	165	12,7	53	43,4
2-3 Jahre: Metapodia distal	203	24,1	204	34,8	124	87,1	84	91,7
2-3 Jahre: Tibia distal	21	19,0	15	33,3	91	47,3	16	25,0
ca. 3 Jahre: Tuber calcis	8	62,5	1	100,0	42	69,0	3	66,7
3-3,5 Jahre: diverse Fugen ohne Tibia	39	56,4	72	81,9	226	72,1	80	78,8
3-3,5 Jahre: Tibia proximal	17	76,5	13	76,9	49	73,5	19	57,8

b)

Produktionsphase Paternosterabfall	Phase 1		Bef. 195b (Ph. 2A)		Phase 2A		Phase 2B-3.1		Quelle
	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	
<b>Knochengruppe total</b>	186	5,9	141	9,9	711	27,6	255	43,1	Tab. 13 unter D
Metapodienenden abgeschlagen/gesägt									
Metapodienenden abgesägt									
Metapodien (PRILLOFF)	203	24,1	204	34,8	124	87,1	84	91,7	PRILLOFF 2000, Tab. 17
Tibia distal (PRILLOFF)	21	19,0	15	33,3	91	47,3	16	25,0	ebd.
übriges Postkranium inkl. Tibia (PRILLOFF)	37	24,3	30	20,0	165	12,1	42	26,2	ebd.
Kiefer (PRILLOFF) (bis 2,5 Jahre: M3+/-)	153	15,0	7	57,1	73	45,2	111	13,5	ebd. Tab. 16
Kiefer (PRILLOFF) (bis 3 Jahre: P4+/-)	153	29,4	7	71,5	73	52,0	111	13,5	ebd.
% = Anteil der Fragmente der vor oder während des genannten Alters geschlachteten Tiere									

Tab. 17: Schlachalter postkranialer Skelettelemente nach PRILLOFF 2000, Tab. 17: Anteile unverwachsen/verwachsen (a) und Vergleich der Jungtieranteile (bis ca. 2,5 Jahre) unterschiedlicher Knochengruppen (b).

Anteil an Enden, die nicht nur unverwachsen sind, sondern auch andere Merkmale von juvenilem Knochenmaterial zeigen und wohl von Rindern stammen, die jünger als anderthalb Jahre waren, als sie geschlachtet wurden. Dieser Anteil folgt demselben steigenden Trend. Wenn die Daten in ganze und fragmentierte Enden und in Metacarpen und Metatarsen aufgeteilt werden, zeigen sich keine bedeutenden Abweichungen von diesem Trend (Tab. 13 unter D). Unter den abgesägten Enden von Bef. 219 (Produktionsphase 2) ist der Anteil der Jungtierenden mit 9% deutlich geringer als unter den abgeschlagenen Enden (ohne das Gesamtverhältnis signifikant zu beeinflussen). Um Perlen aus quer gesägten Knochenscheiben anfertigen zu können, ist die Größe der Wandstärke der Kompakta von essentieller Bedeutung. Diejenigen unverwachsenen Metapodien, die trotzdem zur Bohrscheibenanfertigung verwendet wurden, zeigen keine sichtbaren anderen juvenilen Merkmale. Sie sind vermutlich so weit ausgewachsen, dass bei der Knochenverarbeitung visuell anscheinend kaum ein Unterschied zu verwachsenen Enden zu erkennen war.

Um den steigenden Jungtieranteil in den Metapodienabfällen aus dem Knochen verarbeitenden Handwerk erklären zu können, ist ein Vergleich mit Daten von Konsumabfällen erforderlich. Ähnlich wie bei der Größe der Metapodien, wird dieser Vergleich dadurch erschwert, dass bei der Analyse des Schlachalters an den Tierknochenfunden aus der Konstanzer Münzgasse durch PRILLOFF die Handwerksabfälle und die Konsumabfälle nicht voneinander getrennt wurden.<sup>287</sup> Deshalb wurde für vier der von PRILLOFF untersuchten Knochenkomplexe<sup>288</sup> für jede Epiphysenfuge separat der Anteil der nicht vollständig verwachsenen Fragmente berechnet (Tab. 17a). Anschließend wurden die Abweichungen von einer zu erwartenden Verteilung des Schlachalters auf Basis des Vergleichs dieser Anteile untereinander ermittelt. Zusätzlich wurde der Anteil der Knochenfragmente von Rindern, die jünger als zweieinhalb Jahre waren, für die Gesamtheit der Knochen mit Ausnahme der Phalangen und Metapodien festgestellt. Eine entsprechende Feststellung wurde unter Fortfall der Daten der Radien sowie unter Fortfall der Daten der Radien und Tibien getroffen (Tab. 17b). Die beiden letztgenannten Knochen verwachsen distal etwa gleichzeitig mit den Metapodien. Sie wurden von den Knochen bohrenden Handwerkern v. a. in Produktionsphase 2A verarbeitet. Dagegen hatten sie in Produktionsphasen 1 und 2B bzw. 3 eine geringe bzw. keine Bedeutung als Rohmaterial für die Knochenverarbeitung (s. Tab. 41a). Unter den Tibien der beiden Fundkomplexe mit Abfällen der Produktionsphase 2A sind die Jungtieranteile höher als in den Fundkomplexen mit Abfällen der anderen Produktionsphasen. Auch absolut gesehen ist ihre Zahl v. a. aus Bef. 219 (Produktionsphase 2A) überdurchschnittlich hoch. Das gibt Anlass zur Vermutung, dass sich darunter Werkstattabfälle befinden. Die Erhöhung des Anteils an nicht vollständig verwachsenen Tibien ist deshalb wahrscheinlich im Zusammenhang mit der Verwendung von Tibien durch die Knochen bohrenden Handwerker zu sehen. Die Jungtieranteile unter den von PRILLOFF untersuchten Metapodienfragmenten aus den Fundkomplexen der Produktionsphase 1 und Bef. 195b (Phase 1/Anfang Phase 2A: 24 bzw. 35%) passen trotz ihrer weitaus überdurchschnittlichen Fragmentzahl in eine normale Verteilung des Schlachalters, und sie zeigen Werte, die mit denen von anderen Skelettelementen vergleichbar sind, die in einem ähnlichen Alter verwachsen. In den Fundkomplexen der Phase 2A bzw. der Phasen 2B und 3.I dagegen befinden sich unter den Metapodienfragmenten bedeutend mehr Jungtierknochen als erwartet (87 bzw. 92%). Anders als bei Metapodien und Tibien, zeigen die von PRILLOFF untersuchten Unterkiefer in den Phasen, in denen sie zum Knochenbohren eingesetzt wurden, einen relativ niedrigen Jungtieranteil und in den Phasen, in denen sie nicht genutzt wurden, einen auffallend hohen Jungtieranteil. Dass dieser während Phase 2A bei den Kiefern bedeutend höher liegt als bei den nicht zur Knochenverarbeitung eingesetzten Skelettelementen, könnte durch Differenzen zwischen der Altersbestimmung anhand von Zahndurchbrüchen in Kiefern und der Altersbestimmung anhand von Epiphysenschlüssen in den Langknochen verursacht worden sein. Ferner besteht die Möglichkeit, dass Unterschiede in der Verteilung des Schlachalters eine Rolle

287 Bei einigen der von PRILLOFF untersuchten Fundkomplexe wurden vorzeitig so gut wie möglich Abfälle des Knochen verarbeitenden Handwerks aus dem Untersuchungsmaterial entfernt (vgl. weiter unten).

288 Nach PRILLOFF 2000, Tab. 17.

spielten zwischen einerseits gemischten Nahrungsabfällen aus verschiedenen Haushalten und andererseits z. B. einem Posten an Unterkiefern, die direkt vom Schlachter stammten. Dass unter den Kieferfragmenten, die als Abfall vom Knochen verarbeitenden Handwerk weggeworfen wurden, der Anteil an Jungtieren beachtlich niedrig war, kann dadurch entstanden sein, dass die Handwerker Knochen älterer Tiere bevorzugten. Die erhöhten Jungtieranteile unter den von PRILLOFF analysierten Metapodien- und Tibienfragmenten dagegen könnten durch die von den Werkstätten als ungeeignet und überflüssig weggeworfenen (Jungtier-)Fragmente entstanden sein.

Was auch immer der Grund für die Abweichungen in den Schlachtersdaten der von PRILLOFF untersuchten Rinderknochen sein mag, es zeigt sich kein Hinweis auf einen von Produktionsphase 1 zu Phase 3 ansteigenden Anteil von Rindern, die früher als im Alter von 2,5 Jahren geschlachtet wurden. Stattdessen zeigen die nicht zur Knochenverarbeitung eingesetzten Skelettelemente und die Radien aus den Fundkomplexen der Produktionsphase 2A eine leichte Senkung des Anteils der nicht vollständig verwachsenen Fragmente. Es ist allerdings nicht sicher, dass diese Senkung (von etwa 25 auf rund 12%) als signifikant zu betrachten ist. Verglichen mit den Konsumabfällen zeigen die zur Knochenverarbeitung entfernten Metapodienenden der Produktionsphase 1 und in Bef. 195b weniger Jungtierknochen und die Metapodienenden aus den Produktionsphasen 2A und 3 (Bef. 219 bzw. 472) einen höheren Anteil an Jungtierknochen.<sup>289</sup>

Bevor man aus dem Vergleich der Jungtieranteile in Werkstatt- und Konsumabfällen Schlüsse zur Materialauswahl der Knochen verarbeitenden Handwerker ziehen kann, muss festgestellt werden, ob die Konsumabfälle aus der Münzgasse für die Rohmaterialquelle dieses Handwerks repräsentativ sind. Dazu sollte man die Prozesse der Fleischverteilung innerhalb der Stadt in die Analyse mit einbeziehen.

Der Anteil von Jungtierfleisch war im Allgemeinen in wohlhabenden Haushalten größer als unter den weniger begüterten Bevölkerungsgruppen der Stadt. Diese Tendenz wird bei den Skeletteilen mit besserem, bevorzugtem Fleisch stärker gewesen sein als bei den Metapodien, die ohnehin – ob jung oder alt – kaum in den wohlhabenden Haushalten gelandet sein dürften. Außer, dass die Knochenverarbeiter sie nutzen konnten, waren Jungtiermetapodien zur handwerklichen Markextraktion wegen des höheren Blutgehalts im Mark schlecht geeignet<sup>290</sup> und könnten deshalb bei den untersten Bevölkerungsschichten als Suppenknochen gelandet sein. Die übrigen postkranialen Knochenreste stellen vermutlich Konsumabfälle einer weniger wohlhabenden Bevölkerungsschicht dar, so dass darin von den Körperteilen mit Fleisch v. a. Knochen von älteren Schlachtrindern zu erwarten sind. Daraus ergibt sich eine Überrepräsentanz älterer Tiere. Dagegen wurden die Metapodien aus den Knochenwerkstätten zuvor beim Schlachter wahrscheinlich bei allen möglichen Schlachtrindern von den Körperteilen mit Fleisch entfernt, vom Jungtierfleisch für die wohlhabenden Schichten wahrscheinlich ebenso wie von den Kadavern älterer Tiere mit Fleisch von zweitrangiger Qualität. Die von PRILLOFF untersuchten Metapodienfragmente könnten eine Kombination von Abfällen aus den Knochenwerkstätten und von (Jungtier-)Fragmenten sein, die von den Werkstätten als überflüssig weggeworfen wurden sowie von Suppenknochen der ärmeren Anwohner.

Die niedrigen Jungtieranteile bei den Metapodienenden aus den Knochenwerkstätten in Phase 1 und Bef. 195b, die noch unterhalb von denen der Konsumabfälle anzusiedeln sind, würden im Lichte dieses Modells auf eine starke Auswahl aus den Metapodien zugunsten von älteren Tieren durch die Knochen verarbeitenden Handwerker hindeuten. Zu diesem Zwecke waren anscheinend ausreichend Metapodien vorhanden.

Für die Umkehrung des Verhältnisses zwischen Konsum- und Werkstattabfall bei den Jungtieranteilen in Phase 2 nach der Ablagerung von Bef. 195b gibt es zwei mögliche Interpretationen. Bei einem gleich bleibenden oder sinkenden Jungtieranteil auf den städtischen Schlachtbänken deutet

289 Die Werkstattabfälle aus Bef. 472 (Produktionsphase 3.I) müssen hier mit Daten von PRILLOFF verglichen werden, wobei Daten aus diesem Befund mit solchen aus einer Reihe von Befunden aus Produktionsphase 2B zusammengefügt wurden.

290 Mitteilung R. MALIEPAARD (Amsterdam).

dies auf eine starke Verringerung der Auswahlmöglichkeit an Metapodien für die Knochenverarbeiter hin. Andererseits ist es auch möglich, dass eine Steigerung des Jungtieranteils auf den Schlachtbänken die Knochenverarbeiter zu einer zunehmenden Nutzung von Jungtiermetapodien zwang, ohne dass dies im Konsumabfall aus der Münzgasse zu bemerken ist. Die zeitweilige Senkung des Jungtieranteils im Konsumabfall von Phase 219 könnte – vom oben beschriebenen Modell aus interpretiert – mit einer zeitweilig größeren Nachfrage nach Fleisch oder einem zeitweiligen Fleischmangel zusammenhängen, beispielsweise ausgelöst durch das Konzil. Deshalb war es für die Unterschichten zeitweilig vermutlich noch schwieriger, Jungtierfleisch zu erhalten. Gleichzeitig kann eine plötzlich stark angestiegene Nachfrage nach Rindfleisch dazu geführt haben, dass mehr Jungtiere geschlachtet wurden und zusätzlich von außen Schlachtvieh herangezogen wurde, das ebenfalls überwiegend jung und saftig war. Es ist denkbar, dass die einmal in Gang gesetzte Anfuhr und Schlachtung von Kälbern erst nach der Abnahme der Nachfrage nach Fleisch mit Verzögerung zurückging oder aus wirtschaftsorganisatorischen Gründen sogar erhalten blieb. Eine solche Verzögerung kann auch einen Einfluss auf die Zusammensetzung neuer und noch vorhandener Metapodienvorräte der Knochen verarbeitenden Handwerker in Produktionsphase 2B bis 3.I gehabt haben. Dadurch kann der Jungtieranteil unter den verwendeten Metapodien auf dem gleichen hohen Niveau geblieben sein. Dass der Jungtieranteil unter den Knochen aus Körperteilen mit Fleisch zugleich nicht weiter anstieg als auf das ursprüngliche Niveau, das sich weit unter dem Jungtieranteil der Werkstattreste und der von PRILLOFF untersuchten Metapodienreste befindet, mag daran gelegen haben, dass trotz der großen Menge an geschlachtetem Jungvieh, Jungtierfleisch immer noch erheblich teurer war als Jungtiermetapodien, die weder zum Suppenkochen noch zur Knochenverarbeitung besonders gut geeignet waren. Es ist weiterhin denkbar, dass zu einem gegebenen Zeitpunkt aus organisationstechnischen Gründen gar nicht mehr ausgewählt wurde und die Knochenverarbeiter eine ganze Ladung Metapodien unsortiert vom Metzger oder Knochenzulieferer geliefert bekamen. Es ist auch denkbar, dass die Bedürfnisse oder Bevorzugungen der Knochenverarbeiter sich änderten oder durch Änderungen in der benutzten Technik angepasst wurden, z. B. als Reaktion auf Änderungen in der Zusammensetzung des Rohmaterials wie einer Zunahme an Jungtiermetapodien.<sup>291</sup>

Zusammengefasst gestaltet sich die Interpretation der Jungtieranteile unter den verwendeten Metapodien ähnlich wie die der Metapodiengrößen als sehr komplex und schwierig, zum einen durch das Zusammentreffen mehrerer Faktoren, deren konkreter Inhalt nicht zu ermitteln war, zum anderen durch das Fehlen von Vergleichsdaten des vom Handwerksabfall getrennten Konsumabfalls. Trotzdem zeigt sich ein Unterschied zwischen einerseits der Produktionsphase 1, in der Metapodien ausreichend für eine Auswahl der distal verwachsenen Knochen vorhanden waren und andererseits den Produktionsphasen 2 und 3, in denen die Auswahlmöglichkeiten beschränkter waren.

Metapodien mit sichtbar juvenilen Merkmalen wurden in allen Phasen verarbeitet. Vielleicht waren die am Anfang dieses Abschnitts erwähnten Nachteile der Jungtierknochen wie die dünnere, anders spaltende Knochenwand bei kleinwüchsigeren, spätmittelalterlichen Rindern weniger problematisch als bei heutigen Rindern, oder sie wurden von den betreffenden Knochen verarbeitenden Handwerkern als nicht problematisch empfunden.

### 3.2.5 Rohmaterialausnutzung: die entfernte Knochenlänge

Eine mögliche Rohmaterialknappheit könnte zu dem Versuch geführt haben, einen größeren Teil der Knochenlänge zu nutzen und mehr von der zum Ende hin dünner und spongioser werdenden Knochenwand bei der weiteren Bearbeitung einzubeziehen. In dem Falle würde die Durchschnittslänge des entfernten Teils sinken.

<sup>291</sup> Vgl. Kap. 3.4. So ist z. B. für die Anfertigung von flachen Ringen der Produktionsphase 3 die Kompaktheit und Stärke der kompakten Knochenwand weniger wesentlich als bei den runden Ringen der Produktionsphase 1.

a)

	total		Metatarsus		Metacarpus		MT minus MC		GL minus LH		
	GL	LH	GL	LH	GL	LH	GL	LH	total	MT	MC
abgesägt: Bef. 219 distal		52,1		51,8		52,7		0,9			
abgesägt: Bef. 219 proximal		19,9		20,4		18,8		1,6			
Summe distal und proximal		72,0		72,2		71,5		0,7			
abgeschlagen: total Konstanz	44,9	37,8	48,0	39,8	44,4	37,4	3,6	2,4	7,1	8,2	7,0
Phase 1	45,1	40,0	49,7	42,8	48,0	41,1	1,7	2,7	5,1	6,9	6,9
Phase 2: Bef. 195b	46,5	38,2	49,8	39,0	43,7	38,0	6,1	1,0	8,3	10,8	5,7
Phase 2: Bef. 219	43,0	37,1	43,8	39,0	42,2	36,5	1,6	2,5	5,9	4,8	5,7
Phase 3: Bef. 472	44,4	37,4	47,6	40,0	45,1	37,8	2,5	2,2	7,0	7,6	7,3
abgeschlagen: Den Bosch	51,6	44,6	53,1	46,2	50,3	44,3	2,8	1,9	6,9	6,9	6,0

b)

	total		Metatarsus		Metacarpus		MT minus MC		GL minus LH		
	GL	LH	GL	LH	GL	LH	GL	LH	total	MT	MC
abgesägt: Bef. 219 (prox./dist.)				135,4		115,0		19,7			
abgeschlagen: total Konstanz	148,1	155,2	159,6	167,8	133,1	140,1	26,5	27,7	7,1	8,2	7,0
Phase 1			148,8	155,7	117,3	124,2	31,5	31,5		6,9	6,9
Phase 2: Bef. 195b			148,7	159,5	121,6	127,3	27,1	32,2		10,8	5,7
Phase 2: Bef. 219			163,7	168,5	144,3	150,0	19,4	18,5		4,8	5,7
Phase 3: Bef. 472			164,7	171,6	135,5	142,8	29,2	28,8		6,9	7,3

Tab. 18: Entfernte (a) und verfügbare Knochenlänge (b) der Metapodienden (Durchschnittswerte in mm)  
(MT = Metatarsus; MC = Metacarpus; GL = größte Länge; LH = Länge bis zur Schlagstelle).

a)

	Phase 1		Bef. 195b		Bef. 219		Bef. 472		Den Bosch		Bef. 219	
	Metapodien										Metacarpus	
	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%
total Zahl (100%)	186	100,0	140		655		255		70		253	
ohne Hackspur	3	1,6	21	15,0	5	0,8	0	0	2	2,9	1	0,4
total mit Hackspur (100%)	183		119		650		255		68		252	
<b>lateral oder medial (total)</b>	<b>81</b>	<b>44,3</b>	<b>2</b>	<b>1,7</b>	<b>4</b>	<b>0,6</b>	<b>1</b>	<b>0,4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0,4</b>
davon von einer Seite	77	42,1	2	1,7	2	0,3	0	0	0	0	1	0,4
davon lateral und medial	3	1,6	0	0,0	0	0,0	1	0,4	0	0	0	0,0
davon lateral/medial u. anterior	1	0,5	0	0,0	1	0,2	0	0	0	0	0	0,0
davon lateral/medial u. posterior	0	0	0	0,0	1	0,2	0	0	0	0	0	0,0
<b>anterior (total)</b>	<b>100</b>	<b>54,6</b>	<b>116</b>	<b>97,5</b>	<b>639</b>	<b>98,3</b>	<b>252</b>	<b>98,8</b>	<b>68</b>	<b>100</b>	<b>248</b>	<b>98,4</b>
davon von einer Seite	90	49,2	39	32,8	175	26,9	155	60,8	62	91,2	72	28,6
davon anterior und posterior	9	4,9	73	61,3	463	71,2	97	38,0	6	8,8	176	69,8
<davon anterior u. lateral./medial>	1	0,5	1	0,8	1	0,2	0	0	0	0	0	0,0
<b>posterior (total)</b>	<b>12</b>	<b>6,6</b>	<b>78</b>	<b>65,5</b>	<b>472</b>	<b>72,6</b>	<b>99</b>	<b>38,8</b>	<b>6</b>	<b>8,8</b>	<b>179</b>	<b>71,0</b>
davon von einer Seite	3	1,6	5	4,2	8	1,2	2	0,8	0	0	3	1,2
<davon posterior und anterior>	9	4,9	73	61,3	463	71,2	97	38,0	6	8,8	176	69,8
<davon posterior u. lateral/medial>	0	0	0	0	1	0,2	0	0	0	0	0	0
<b>total von einer Seite</b>	<b>170</b>	<b>92,896</b>	<b>46</b>	<b>38,7</b>	<b>185</b>	<b>28,5</b>	<b>157</b>	<b>61,584</b>	<b>62</b>	<b>91,2</b>	<b>79</b>	<b>31,3</b>

b)

	Phase 1		Bef. 195a		Bef. 219		Bef. 472		Den Bosch		Den Bosch	
	Metapodien										Metacarpus	
	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%
total Enden (100%)	100		116		643		228		69		27	
ohne Hackspur	0	0	10	7,1	4	0,6	0	0	2	2,9	1	0,4
total mit Hackspur (100 %)	100		106		639		228		67		26	
<b>lateral oder medial</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0,5</b>	<b>1</b>	<b>0,4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
davon von einer Seite	2	2	0	0	1	0,2	0	0	0	0	0	0
davon lateral und medial	0	0	0	0	0	0	1	0,4	0	0	0	0
davon lateral/medial u. anterior	0	0	0	0	1	0,2	0	0	0	0	0	0
davon lateral/medial u. posterior	0	0	0	0	1	0,2	0	0	0	0	0	0
<b>anterior</b>	<b>97</b>	<b>97</b>	<b>101</b>	<b>84,9</b>	<b>634</b>	<b>97,5</b>	<b>226</b>	<b>88,6</b>	<b>67</b>	<b>100</b>	<b>26</b>	<b>100</b>
davon von einer Seite	88	88	30	25,2	171	26,3	135	52,9	61	89,7	25	9,9
davon anterior und posterior	9	9	71	59,7	462	71,1	91	35,7	6	9	1	3,8
<davon anterior u. lateral./medial>	0	0	0	0,0	1	0,2	0	0	0	0	0	0
<b>posterior</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>76</b>	<b>63,9</b>	<b>466</b>	<b>71,7</b>	<b>92</b>	<b>36,1</b>	<b>6</b>	<b>8,8</b>	<b>1</b>	<b>3,8</b>
davon von einer Seite	1	1	5	4,2	3	0,5	1	0,4	0	0	0	0
<davon posterior und anterior>	9	9	71	59,7	462	71,1	91	35,7	6	8,8	1	0,4
<davon posterior u. lateral/medial>			0	0	1	0,2	0	0	0	0	0	0
<b>total von einer Seite</b>	<b>91</b>	<b>91</b>	<b>35</b>	<b>29,4</b>	<b>177</b>	<b>27,2</b>	<b>136</b>	<b>53,3</b>	<b>61</b>	<b>89,7</b>	<b>25</b>	<b>9,9</b>

< > = bereits oberhalb aufgeführte Daten wegen der Übersichtlichkeit wiederholt, aber nicht nochmals mitgerechnet

Tab. 19: Metapodienenden Schlagseite (gesicherte Schläge). Fragmentierte und ganze Enden Rind (a) und nur ganze Enden Rind (b).

Bef. 219		Bef. 472				Den Bosch			
Metatarsus		Metacarpus		Metatarsus		Metacarpus		Metatarsus	
Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%
333		124		119		27		36	
4	1,2	0	0	0	0	1	3,7	0	0
329		124		119		26		36	
<b>3</b>	<b>0,9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0,8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
1	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0,8	0	0	0	0
1	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>323</b>	<b>98,2</b>	<b>123</b>	<b>99,2</b>	<b>118</b>	<b>99,2</b>	<b>26</b>	<b>100</b>	<b>36</b>	<b>100</b>
81	24,6	60	48,4	85	71,4	25	96,2	32	88,9
241	73,3	63	50,8	33	27,7	1	3,8	4	11,1
1	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>246</b>	<b>74,8</b>	<b>64</b>	<b>51,6</b>	<b>33</b>	<b>27,7</b>	<b>1</b>	<b>3,8</b>	<b>4</b>	<b>11,1</b>
4	1,2	1	0,8	0	0	0	0	0	0
241	73,3	63	50,8	33	27,7	1	3,8	4	11,1
1	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>86</b>	<b>26,140</b>	<b>61</b>	<b>49,2</b>	<b>85</b>	<b>71,429</b>	<b>25</b>	<b>96,2</b>	<b>32</b>	<b>88,9</b>

Den Bosch		Phase 1				Bef. 195a				Bef. 219				Bef. 472			
Metatarsus		Metacarpus		Metatarsus		Metacarpus		Metatarsus		Metacarpus		Metatarsus		Metacarpus		Metatarsus	
Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%
36		27		61		59		55		250		324		116		103	
0	0	0	0	0	0	6	22,2	3	8,3	1	0,4	1	0,3	0	0	0	0
36		27		61		53		52		249		323		116		103	
<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>3,7</b>	<b>1</b>	<b>1,6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0,9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1,0</b>
0	0	1	0,8	1	0,8	0	0	0	0	0	0	1	0,3	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1,0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,3	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,3	0	0	0	0
<b>36</b>	<b>100</b>	<b>26</b>	<b>21,0</b>	<b>59</b>	<b>49,6</b>	<b>51</b>	<b>196,2</b>	<b>47</b>	<b>130,6</b>	<b>247</b>	<b>99,2</b>	<b>319</b>	<b>98,8</b>	<b>115</b>	<b>99,1</b>	<b>102</b>	<b>99,0</b>
32	9,7	21	16,9	55	46,2	14	53,8	13	36,1	71	28,5	78	24,1	56	48,3	70	68,0
4	1,2	5	4,0	4	3,4	37	142,3	34	94,4	176	70,7	240	74,3	59	50,9	32	31,1
0	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	1	0,3	0	0	0	0
<b>4</b>	<b>11,1</b>	<b>5</b>	<b>18,5</b>	<b>5</b>	<b>4,2</b>	<b>39</b>	<b>150,0</b>	<b>36</b>	<b>100,0</b>	<b>178</b>	<b>71,5</b>	<b>243</b>	<b>75,2</b>	<b>60</b>	<b>51,7</b>	<b>32</b>	<b>31,1</b>
0	0	0	0	1	0,8	2	7,7	2	5,6	2	0,8	2	0,6	1	0,9	0	0
4	1,2	5	4,0	4	3,4	37	142,3	34	94,4	176	70,7	240	74,3	59	50,9	32	31,1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,3	0	0	0	0
<b>32</b>	<b>9,7</b>	<b>22</b>	<b>17,7</b>	<b>57</b>	<b>47,9</b>	<b>16</b>	<b>61,5</b>	<b>15</b>	<b>41,7</b>	<b>73</b>	<b>29,3</b>	<b>81</b>	<b>25,1</b>	<b>57</b>	<b>49,1</b>	<b>70</b>	<b>68,0</b>

Die Durchschnittslänge vom distalen Ende bis zur Schlagstelle ist sowohl an Metacarpen wie Metatarsen in Phase 1 am größten, in Phase 2 – v. a. in Bef. 219 – am kleinsten, und sie steigt in Bef. 472 wieder etwas an (Phase 3) (Tab. 18a). Die Mittelwerte der größten Länge, die an den abgeschlagenen Enden gemessen werden kann, zeigen die gleiche Entwicklung.<sup>292</sup> Daraus wäre ein Materialüberschuss in Phase 1 abzuleiten und eine Knappheit in Phase 2, möglicherweise verstärkt zur Zeit von Bef. 219. Zuvor gaben Jungtieranteile bereits Anlass zu ähnlichen Vermutungen. Neu wäre ein Nachlassen der Materialknappheit in Phase 3. Es ist denkbar, dass bei einem standardisierten Arbeitsvorgang die Schlagstelle bei einer solchen Verbesserung des Materialangebots zwar nicht direkt bewusst Richtung Mitte verschoben, aber nachlässiger als in Phase 2 etwa auf die gleiche Stelle gezielt wurde. In dem Falle könnte die Materialknappheit stärker abgenommen haben, als es die Senkung der abgeschlagenen Längen vermuten lässt.

Einen Eindruck von der Knochenlänge, die nach dem Abschlagen des Endes zur Verarbeitung verfügbar war, bekommt man, wenn man die entfernten Längen von den Durchschnittslängen der ganzen Metapodien abzieht (Tab. 18b). Es zeigt sich, dass vom Metatarsus durchschnittlich 2,5 bis 3 cm mehr Knochenlänge übrig bleiben als vom Metacarpus (16 bis 16,8 cm beim Metatarsus gegenüber 13,3 bis 14 cm beim Metacarpus). Dieses bestätigt den zuvor genannten Längenvorteil von Metatarsen gegenüber Metacarpen.

Die Durchschnittslänge der abgesägten Distalenden aus Bef. 219 ist mit 5,3 bzw. 5,2 cm für Metacarpen bzw. Metatarsen 1 bis 1,5 cm länger als die der abgeschlagenen Distalenden (Tab. 18a). Zusätzlich deuten die etwa gleich großen Zahlen von abgesägten proximalen wie distalen Enden darauf hin, dass auch am Proximalende ein Teil der Knochenlänge im Standardfall ungenutzt blieb. Die Durchschnittslänge dieser abgesägten Proximalenden beträgt 1,9 bzw. 2 cm für Metacarpen bzw. für Metatarsen (Tab. 18a). Nach Abzug von zusammen 7,2 cm der weggeworfenen Knochenlänge bleiben durchschnittlich etwa 11 cm Metacarpen- gegenüber 13,5 cm Metatarsenlänge übrig (Tab. 18b). Das mag weniger erscheinen (2,5 bis 3,5 cm) als bei den Metapodien, deren Distalenden abgeschlagen wurden. Zu berücksichtigen ist jedoch, dass bei der Weiterverarbeitung der abgeschlagenen Diaphysen zu Bohrleisten oder Würfelstäben sowohl distal als auch proximal noch ein Teil der Knochenlänge ungenutzt blieb (s. Kap. 3.4). Die beidseitig abgesägten Diaphysen dagegen können vollständig quer zu Bohrscheiben zersägt worden sein (s. Kap. 3.4).

### 3.2.6 Standardisierung: die Schlagseite und die Schlagrichtung

An den Spuren des Abschlagens auf den Distalenden ist von Phase 1 zu Phase 3 eine zunehmende Vereinheitlichung der ausgeführten Arbeitsschritte festzustellen, zum Teil als Folge technischer Entwicklungen, zum Teil ist daraus eine zunehmende Standardisierung abzuleiten. Untersucht wurden die Seiten der Knochen, an denen geschlagen wurde (Tab. 19a und b), und die jeweilige Schlagrichtung, die an den Schnittflächen der Hackspuren abzulesen ist (Tab. 20).

An den Metapodienenden der Produktionsphase 1 ist eine große Variationsbreite an Bearbeitungsvorgängen festzustellen. Diese ist zum Teil eine Folge der Art und Weise, wie die Metapodien gespalten wurden.<sup>293</sup> Anders als in den Produktionsphasen 2 und 3 wurden die Metapodien vom proximalen, selten vom distalen Ende her in der Länge mit einem Hackmesser oder Beil aufgeschnitten. Dies erfolgte auf unterschiedlichen Spaltachsen wie auf der lateral-medialen oder entlang der anterior-posterioren Achse: auf der Koaleszenznaht sowie parallel und diagonal dazu (s. Kap. 3.4.3.4; Abb. 88). Die verschiedenen Formen der Scheite verlangten eine unterschiedliche Behandlung der

292 Eine Zunahme an Geschicklichkeit und eine Verbesserung der Technik wird die Durchschnittslängen nicht beträchtlich beeinflusst haben, wenngleich eine gewisse Geschicklichkeit und Erfahrung Bedingung für ein gezieltes Senken der abgeschlagenen Längen zum Ende hin ist.

293 Die Muster der Spaltvorgänge in Produktionsphase 1 wurden erst nach der Analyse der Spuren des Entfernens an den Enden durch die Untersuchung der durchbohrten Leisten in Kap. 3.4.3.4 deutlich.

	lateral/ medial	anterior												
	Phase 1	Phase 1	Bef. 195b	Bef. 219	Bef. 472	Den Bosch	Phase 1		Bef. 195b		Bef. 219		Bef. 472	
							MC	MT	MC	MT	MC	MT	MC	MT
rechtwinklig zur Knochenachse	7,4	23,4	13,1	35,7	80,2	60,6	20,7	24,6	13,2	13,6	41,6	36,5	85,4	77,5
<b>rechtwinklig und fast rechtwinklig</b>	<b>9,9</b>	<b>24,3</b>	<b>23,9</b>	<b>44,7</b>	<b>94,1</b>	<b>74,6</b>	<b>24,1</b>	<b>26,1</b>	<b>21,1</b>	<b>25,0</b>	<b>53,8</b>	<b>43,1</b>	<b>98,4</b>	<b>91,7</b>
schäg von distal inkl. fast rechtwinklig	2,5	3,6	15,5	11,1	13,8	29,6	0,0	4,3	18,4	13,6	15,8	8,5	9,8	15,8
<b>schräg von distal exkl. fast rechtwinklig</b>	<b>2,5</b>	<b>1,8</b>	<b>9,8</b>	<b>3,6</b>	<b>5,1</b>	<b>15,5</b>	<b>0,0</b>	<b>2,9</b>	<b>15,7</b>	<b>4,5</b>	<b>5,4</b>	<b>2,8</b>	<b>1,6</b>	<b>5,8</b>
schräg von distal und von proximal	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	9,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>schräg von proximal exkl. fast rechtwinklig</b>	<b>87,7</b>	<b>68,5</b>	<b>67,9</b>	<b>51,7</b>	<b>0,8</b>	<b>9,9</b>	<b>72,4</b>	<b>66,7</b>	<b>63,2</b>	<b>70,5</b>	<b>40,3</b>	<b>53,8</b>	<b>0,0</b>	<b>2,5</b>
schräg von proximal inkl. fast rechtwinklig	90,1	72,1	71,4	53,2	5,1	9,9	75,9	68,1	70,3	72,7	42,5	55,2	4,8	10,0
<b>davon sehr schräg von proximal</b>	<b>19,8</b>	<b>42,6</b>	<b>1,2</b>	<b>3,6</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>3,4</b>	<b>14,5</b>	<b>2,6</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>5,4</b>	<b>0,0</b>	<b>10,0</b>
sehr schräg von distal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>total Zahl (100%)</b>	<b>81</b>	<b>111</b>	<b>84</b>	<b>615</b>	<b>253</b>	<b>71</b>	<b>29</b>	<b>69</b>	<b>38</b>	<b>44</b>	<b>221</b>	<b>318</b>	<b>123</b>	<b>120</b>

Tab. 20: Metapodienenden. Schlagrichtung in Prozent (MC = Metacarpus; MT = Metatarsus).

Enden. Von den 186 Fragmenten abgeschlagener Distalenden, von denen Daten aufgenommen wurden, waren einhundert vollständig, also bereits abgeschlagen, bevor sie gespalten oder in der Länge aufgeschnitten wurden. Diese zeigten fast alle Hackspuren an der Vorderseite (anterior). Ein begrenzter Anteil davon wurde zusätzlich von der Rückseite (posterior) her abgeschlagen (Tab. 19b).<sup>294</sup> Nur zwei Enden wurden von der lateralen oder medialen Seite her abgeschlagen (Tab. 19b).<sup>295</sup> Eines davon zeigt Hackspuren auf der Lateral- oder Medialseite und an der Ecke zur Rückseite.

Bei vollständigen, ungespaltenen Metapodien ist das Abschlagen von der Vorderseite her am günstigsten sowohl wegen der Stabilität beim Abstützen als auch wegen der Form der Knochenwand. Beim Abschlagen eines ungespaltenen Metapodiums von der Lateral- oder Medialseite her lässt sich dieses schlechter auf einem flachen Untergrund stabil abstützen. Auch aus anderen Gründen macht das Abschlagen mehr Mühe. Ist die Knochenwand an der Vorderseite erst einmal zum Teil durchschlagen, dann bricht das Ende leicht ab, wenn man auf der Rückseite des Knochens einen weiteren Schlag oder einige weitere Schläge abgibt. Die übrigen Endstücke sind fragmentiert und wurden in den meisten Fällen erst nach einem Spalten oder Aufschneiden des Metapodiums abgeschlagen. An den meisten dieser Fragmente (79 Stück), v. a. an den halben Enden, wurden Hackspuren an der lateralen oder medialen Seite wahrgenommen (Tab. 19a), darunter verhältnismäßig viele an der Ecke zur Knochenrück- oder Vorderseite.<sup>296</sup> Mehr als 20 dieser halben Enden waren offenbar

294 Auffallend viele Schlagspuren in dieser Phase sind undeutlich und nicht gesichert. Deshalb schwankt der Anteil von zusätzlich an der Rückseite abgeschlagenen Enden zwischen mindestens 9 und 38%.

295 Ein Metacarpusende wurde mit zwei Schlägen auf der Lateral- oder Medialseite und zwei Schlägen auf der Ecke zur Knochenrückseite abgeschlagen, ein Metatarsusende mit einem Schlag von der Seite.

296 Unter den 80 Enden mit lateralen oder medialen Hackspuren wurden 14 Fragmente an der hinteren Ecke abgeschlagen, fünf an der hinteren Ecke sowie an der Seite und drei an der vorderen Ecke. Unter den einhundert Enden mit Hackspuren auf der Vorder- oder Rückseite wurden nur drei Metatarsen an der Vorderseite und an der vorderen Ecke abgeschlagen.

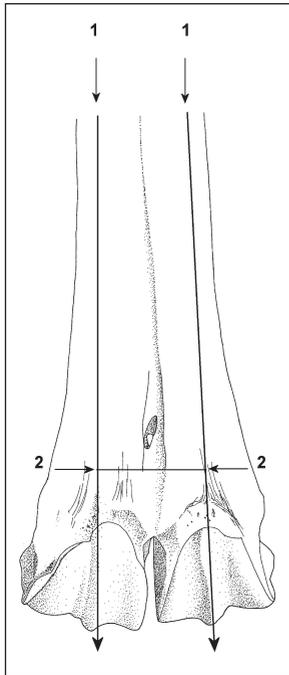


Abb. 63: Zerteilungsmuster der Distalenden von Metapodien, bei denen die Lateral- und die Medialseite längs des Knochens vom Mittelteil getrennt und das Ende abgeschlagen wurde.

vorher entlang der Koaleszenznaht gespalten worden (s. weiter Kap. 3.2.7 und 3.4.3.4). Einige wurden nämlich nicht nur von der Knochenaußenseite her abgeschlagen, sondern zeigen auch Schlagspuren an der Knocheninnenseite auf der Fläche der Koaleszenznaht. Bei einer entlang dieser Naht getrennten Metapodienhälfte entfallen die vorhin genannten Nachteile des Abschlagens des Distalendes von der Lateral- oder Medialseite her, und die Fläche der Koaleszenznaht bietet eine stabile Stütz- oder Auflagefläche.

Weiterhin gibt es distale Endstücke, die nicht abgeschlagen, sondern während des Abflachens eines Knochen scheits zu einer Leiste abgebrochen oder abgeschnitten wurden. Es sind Gelenkrollenstücke, die an der Bruchseite zur Diaphyse einen oder mehrere parallele Schnitte in Längsrichtung des Knochens zeigen. Etwa 30 Fragmente aus Phase 1 haben solche Schnittspuren, während etwa 60 weitere Fragmente von Distalenden wahrscheinlich in ähnlicher Weise von der Diaphyse gelöst wurden.<sup>297</sup>

Eine Anzahl von mindestens 20 Metapodien wurde entlang zweier Linien durch Aufschneiden von der Proximalseite her gespalten, und danach wurde das Distalende abgeschlagen (Abb. 63). Dabei wurden die Lateral- und Medialseite des Knochens neben der Verwachsungs- oder Koaleszenznaht mit einem Hackmesser oder eventuell Ziehmesser vom Mittelteil abgeschnitten. Danach wurde das Distalende vom Mittelteil durch Schläge auf die Lateral- oder Medialseite (in zwölf von 21 Fällen, davon in zwei Fällen nachweislich mit mehr als einem Schlag), auf beide (lateral und medial in zwei Fällen) oder auf die Knochenrückseite (posterior, in sieben Fällen) getrennt. Auch ein Pferdemetapodium wurde auf diese Weise verarbeitet. Als weggeworfene Abfälle dieser Arbeitsweise wurden, neben mindestens gleich vielen abgetrennten schmalen Seitenstücken von distalen Gelenkrollen, 22 Mittelstücke abgeschlagener Distalenden registriert.

Zusammenfassend dargestellt, wurden in Phase 1 Distalenden sowohl vor wie nach dem Spalten oder Aufschneiden abgeschlagen als auch am Knochen gelassen. Dabei wurden bei den verschiedenartigen Knochen scheiten unterschiedliche Schlagseiten ausgewählt. Von bestimmten Mustern wich man dabei nicht selten ab. Besonders an der Lateral- und Medialseite wurde die Schlagstelle gewechselt. Es existiert also weder ein einziges Muster noch wurden die vorgegebenen Muster streng einheitlich verfolgt. Vereinzelt wurden Distalenden auch abgesägt, möglicherweise zum Drechseln von Knochen.

In Produktionsphase 2 scheinen Distalenden grundsätzlich abgeschlagen worden zu sein. Dabei wurde ein bestimmtes Muster ausgewählt, von dem nur ausnahmsweise abgewichen wurde.

Aus Bef. 195b (Anfang der Produktionsphase 2A vermischt mit Phase 1) ließen sich nicht mehr als zwei halbierte Enden mit lateralen oder medialen Hackspuren feststellen und keine ganzen Enden mit solchen Spuren (Tab. 19a bzw. b). Fast alle Enden zeigten Spuren des Abschlagens an der Vorderseite, einige ausschließlich an der Rückseite. Maximal ein Drittel der Enden wurde nur an der Vorderseite abgeschlagen, die Mehrheit jedoch an der Vorder- und Rückseite. Die Enden von Bef. 219 (Produktionsphase 2A) zeigen das gleiche Bild.

Die Standardisierung lässt sich hier auch am Vorhandensein distaler Diaphysenteile mit abgeschlagenem Distalende erkennen, während diese nachträglich zum Absägen von quer gesägten Scheiben

<sup>297</sup> Diese Fragmente sind ebenso wenig in den 186 in Tab. 19a aufgeführten Endstücken enthalten wie die anschließend beschriebenen Fragmente.

genutzt wurden (Tab. 13). Da das Abschlagen des Endes beim Querzersägen der Diaphyse überflüssig ist, deuten die abgeschlagenen und abgesägten Diaphysenteile darauf hin, dass sie einem Vorrat Metapodien entnommen wurden, deren Ende bereits abgeschlagen war, um sie zu anderen Objekten wie Bohrleisten oder Würfelstäbe weiterzuverarbeiten. Das würde bedeuten, dass die Distalenden in einem separaten Arbeitsgang und in einer größeren Menge auf einmal systematisch abgeschlagen wurden.

Während man die Distalenden aus Produktionsphase 2 mehrheitlich von der Vorder- und Rückseite abschlug, wurden die Enden von Bef. 472 (Produktionsphase 3) zu 60% ausschließlich von der Vorderseite abgeschlagen, meist nur mit einem Schlag (Tab. 21a und b). Bei 40% der Enden wurde zusätzlich ein Schlag auf die Rückseite ausgeführt. Die Ausnahmen zu diesem einheitlichen Muster umfassen – ähnlich wie bei Bef. 219 – nicht mehr als 1%. Das einseitige Abschlagen, das in Phase 3 weiter zunahm, ist v. a. im Rahmen einer technischen Verbesserung zu sehen.

Ähnliches gilt für die Entwicklung in der Schlagrichtung, die auch hier eine gewisse Vereinheitlichung zur Folge hatte. Hier zeigt sich eine allmähliche Veränderung im Verlaufe der Phasen 1 bis 3, nämlich von überwiegend schräg zur Knochenlängsachse aus proximaler Richtung bis zu fast ausschließlich vertikal oder rechtwinklig zur Knochenlängsachse in Bef. 472 (Tab. 20). Wenngleich die Enden von Phase 1 überwiegend schräg von der proximalen Seite aus abgeschlagen wurden, variierte die Schlagrichtung dabei an der Vorderseite und zusätzlich lateral sowie medial erheblich und zwar von fast horizontal bis rechtwinklig zur Knochenachse.<sup>298</sup>

Bezeichnend ist auch das Vorhandensein eines Endes, das mit Schlägen aus zwei entgegengesetzten Richtungen abgeschlagen wurde. Eine unsichere Hand beim Schlagen könnte die Ursache dieser Variation gewesen sein. Ein anderes Distalende wurde sowohl lateral wie auch medial schräg aus distaler Richtung abgeschlagen. Dies ist eine ungünstige Schlagrichtung und könnte ebenfalls ein Hinweis auf geringe Erfahrung sein.

In Phase 2 war es schon am Anfang Praxis (Bef. 195b), kaum unter einem Winkel von 45° zur Knochenachse abzuschlagen, während anschließend nach und nach immer mehr Enden rechtwinklig abgeschlagen wurden. In Phase 3 (Bef. 472) wurde fast ausschließlich (94%) etwa rechtwinklig abgeschlagen. Ausmaß und v. a. Verteilung der von der Hauptrichtung abweichenden Schläge geben Anlass zur Vermutung, dass diese Vereinheitlichung der Schlagrichtung einer zunehmenden Schlag-sicherheit der Person zu verdanken ist, welche die Schläge ausführte.<sup>299</sup> Nachdem also in Produktionsphase 1 auf verschiedene Art und Weise mit den Distalenden umgegangen wurde, entschied man sich in Produktionsphase 2 dafür, die Distalenden vor einer weiteren Verarbeitung durch Schläge an Vorder- und Rückseite abzuschlagen. Diese Wahl führte zu einer Standardisierung der Arbeit und zu einer Aufteilung in getrennte Arbeitsschritte, die in Produktionsphase 3 beibehalten wurden. Die zunehmende Vereinheitlichung der Schlagrichtung ist v. a. im Rahmen einer zunehmenden Fertigkeit zu betrachten.

### 3.2.7 Entwicklung der Schlagtechnik: die Zahl der Schläge und die Schlagrichtung

Im vorigen Abschnitt ist bereits angedeutet worden, dass die Vereinheitlichung der Schlagrichtung eine wachsende Schlagsicherheit von Phase 1 zu Phase 3 vermuten lässt.

Diese These wird durch weitere Überlegungen anhand der Schlagspurdaten bekräftigt. So muss man es – nachdem in Produktionsphase 2 überwiegend von der Vorder- und der Rückseite abgeschlagen wurde – nicht unbedingt nur als Teil einer zunehmenden Standardisierung betrachten, dass in Phase 3 überwiegend nur von der Vorderseite abgeschlagen wurde, ähnlich wie es in Produktionsphase 1

<sup>298</sup> An der Vorderseite von 43% eher horizontal, über 26% eher quer zu 24% rechtwinklig zur Knochenachse; lateral/medial von 20% eher horizontal, über 68% eher quer, zu 7,5 bis 10% rechtwinklig zur Knochenachse (Tab. 20).

<sup>299</sup> Eine Bestätigung der These von der wachsenden Schlagfertigkeit ist u. a. in dem relativ hohen Anteil an Schlägen aus distaler Richtung in Bef. 195b zu sehen.

anterior					Metacarpus		Metatarsus	
	total		sicher					
	Zahl	Dsn.	Zahl	Dsn.	Zahl	Dsn.	Zahl	Dsn.
Phase 1	98	2,3	97	2,3	26	2,1	60	2,4
Bef. 195b	103	2,0	100	2,0	55	2,9	49	1,8
Bef. 219	643	1,9	643	1,9	247	1,8	319	1,9
Bef. 472	226	1,4	226	1,4	115	1,4	102	1,4
Den Bosch	69	1,5	69	1,5	27	1,7	36	1,4

posterior					Metacarpus		Metatarsus	
	total		sicher					
	Zahl	Dsn.	Zahl	Dsn.	Zahl	Dsn.	Zahl	Dsn.
Phase 1	51	1,3	29	1,8	16	1,6	22	1,2
Bef. 195b	95	1,2	76	1,2	53	1,2	40	1,1
Bef. 219	486	1,0	466	1,0	186	1,0	243	1,0
Bef. 472	92	1,0	92	1,0	60	1,0	32	1,0
Den Bosch	6	1,0	6	1,0	1	1,0	4	1,0

lateral/medial					Metacarpus		Metatarsus	
	total		sicher					
	Zahl	Dsn.	Zahl	Dsn.	Zahl	Dsn.	Zahl	Dsn.
Phase 1	2	2,5	2	2,5	1	4,0	1	1,0
Bef. 195b	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Bef. 219	3	1,0	3	1,0	0	0,0	3	1,0
Bef. 472	1	2,0	1	2,0	0	0,0	1	2,0
total	6	1,7	6	1,7				

Summe anterior + posterior + lateral/medial										
	total			sicher	Metacarpus			Metatarsus		
	Zahl	Dsn.	Dsn.		Zahl	Dsn.	Dsn.	Zahl	Dsn.	sicher
	Zahl	Dsn.	Dsn.		Zahl	Dsn.	Dsn.	Zahl	Dsn.	Dsn.
Phase 1	100	2,8	2,5	27	3,1	2,7	64	2,8	2,5	
Bef. 195b	116	2,8	2,6	60	3,1	2,7	55	2,5	2,4	
Bef. 219	643	2,6	2,6	250	2,6	2,6	324	2,6	2,6	
Bef. 472	228	1,8	1,8	116	1,9	1,9	103	1,7	1,7	
total Konstanz	1087	2,5		509	2,6		546	2,5		
Den Bosch	69	1,6	1,6	27	1,7		36	1,5		

	Metapodia nur anterior geschlagen			Metapodia ant. + post. geschlagen			
	Zahl	Dsn.	max.	Zahl	ant.	post.	Summe
Phase 1							
Bef. 195b	60	2,2	9	38	2,3	1,2	3,5
Bef. 219	13	1,7	3	92	2,0	1,2	3,1
Bef. 472	151	1,6	5	471	2,0	1,1	3,1
total Konstanz	154	1,3	4	97	1,5	1,0	2,5
Den Bosch	62	1,4	5	6	2,2	1,0	3,2

Tab. 21a: Zahl der Schläge (Durchschnittswerte) an ganzen Metapodienenden, nicht eindeutige Schläge mitgerechnet, soweit nicht anders vermerkt (sicher = sichere Schläge; Zahl = Zahl der Enden mit betreffenden Schlägen; Dsn. = durchschnittliche Zahl der betreffenden Schläge an einem Ende; max. = maximale Zahl der betreffenden Schläge an einem Ende).

anterior	total			Metacarpus		Metatarsus	
	Zahl	Dsn.	max.	Zahl	Dsn.	Zahl	Dsn.
Phase 1	101	2,2	9	26	2,1	64	2,4
Bef. 195b	109	2,0	6	52	2,2	54	1,8
Bef. 219	631	1,9	9	240	1,9	323	1,9
Bef. 472	252	1,4	8	137	1,4	118	1,4
Den Bosch	70	1,5	5	27	1,7	36	1,4

posterior	total			Metacarpus		Metatarsus	
	Zahl	Dsn.	max.	Zahl	Dsn.	Zahl	Dsn.
Phase 1	18	1,7	8	6	2,5	10	1,4
Bef. 195b	78	1,2	7	39	1,2	36	1,1
Bef. 219	472	1,0	2		1,0	247	1,0
Bef. 472	99	1,0	1		1,0		1,0
Den Bosch	6	1,0	1	1	1,0	4	1,0

lateral/medial	total			Metacarpus		Metatarsus	
	Zahl	Dsn.	max.	Zahl	Dsn.	Zahl	Dsn.
Phase 1	86	1,6	4	1	4,0	15	2,1
Bef. 195b	2	2,0	3				
Bef. 219	4	1,0	1				
Bef. 472	2	1,5	2				
total	89	1,8	4				

Summe anterior + posterior + lateral/medial		
	total	
	Zahl	Dsn.
Phase 1	187	2,1
Bef. 195b	116	2,7
Bef. 219	641	2,6
Bef. 472	264	1,7
total Konstanz	1208	2,3
Den Bosch	70	1,6

Tab. 21b: Zahl der Schläge (Durchschnittswerte) an fragmentierten und ganzen Metapodienenden, nicht eindeutige Schläge mitgerechnet (Zahl = Zahl der Enden mit betreffenden Schlägen; Dsn. = durchschnittliche Zahl der betreffenden Schläge an einem Ende; max. = maximale Zahl der betreffenden Schläge an einem Ende).

bei den vollständigen Enden üblich war. Im Hinblick auf die Summe der durchschnittlich pro Ende ausgeführten Schläge wird klar, dass damit eine Verringerung des Aufwands und somit eine Erhöhung der Arbeitseffizienz erzielt wurde. Die pro Ende ausgeführten Schläge sinken im Durchschnitt von Phase 1 zu Bef. 219 (Phase 2) nur leicht von 2,8 auf 2,6 und fallen in Bef. 472 (Phase 3) auf 1,8 (Tab. 21a). In Phase 1 erforderte das einseitige Abschlagen an der Vorderseite also mehr Schläge als in Phase 3.<sup>300</sup> In Phase 1 wurden die Schläge jedoch mehrheitlich schräg zur Knochenachse angesetzt, in Phase 3 hauptsächlich rechtwinklig (Tab. 20). Rechtwinkliges Abschlagen erfordert kräftigere Schläge, bei denen das Schlagwerkzeug gut geführt und fest in der Hand gehalten werden muss, so dass es beim Eindringen in die Knochenwand nicht die Richtung ändert. Ein schwereres Schlagwerkzeug ist dabei hilfreich. Die Schnitt- und Hackspuren an den abgeschlagenen Metapodienenden aus

<sup>300</sup> Weil hier nur Schläge an vollständigen Enden gezählt wurden, entfallen die vielen lateral oder medial abgeschlagenen halben Enden aus Phase 1, und es werden nur die Enden verglichen, die vor dem Spalten und überwiegend an der Vorder- und Rückseite abgeschlagen wurden.

Phase 3 deuten auf ein Schlagwerkzeug mit einer stärkeren, also wahrscheinlich schwereren Klinge hin, als sie in Phase 1 benutzt wurde. Der Vorteil des vertikalen Abschlagens ist, dass weniger Schläge erforderlich sind und die Abbruchstelle besser kontrolliert werden kann. Von Phase 2 zu Phase 3 ist also ein weiterer Schritt an Professionalisierung zu vermerken.

Wenn man die unterschiedlichen Daten zur Schlagtechnik kombiniert, lässt sich das nachfolgende Modell zur Vorgehensweise beim Abschlagen der Enden aufstellen. In Phase 1 wurden bei der Behandlung der Distalenden unterschiedliche Muster verfolgt. Zum Teil wurden die Enden nicht abgeschlagen, bevor die Metapodien zu Leisten verarbeitet wurden. Sie brachen entweder beim Abflachen der überstehenden Ränder ab oder wurden während der Weiterverarbeitung abgeschlagen oder aber sie verblieben an der Leiste. Vereinzelt schlug man Distalenden in allen möglichen Stadien der Leistenanfertigung ab. Mehrheitlich jedoch wurden Distalenden vor einem Spalten entfernt oder aber nach dem Spalten eines Metapodiums in zwei Hälften entlang der Koaleszenznaht abgeschlagen. Letzteres erfolgte meistens von der lateralen oder medialen Knochenseite aus, überwiegend schräg zur Knochenachse, von der proximalen Seite aus unter einem Winkel von 45 bis 80°. Anhaftende distale Gelenkrollen beeinträchtigen v. a. das Spalten in lateral-medialer Richtung. Sie erschweren nicht das Spalten entlang der Koaleszenznaht und nur beschränkt das Abflachen.<sup>301</sup> Bei einem halbierten Metapodium ist das Abschlagen bedeutend leichter als bei einem ungespaltenen Metapodium und erfordert deshalb weniger Schläge.<sup>302</sup> Dennoch könnte das Abschlagen von zwei halbierten Enden mehr Zeit gekostet haben als das Abschlagen von einem vollständigen Ende. Da diejenigen Metapodien, deren Enden nach dem Spalten entfernt wurden, überwiegend entlang der Koaleszenznaht oder an anderen Stellen auf der anterior-posterioren Achse gespalten waren, ist zu vermuten, dass bei den Metapodien, deren Spaltung entlang der lateral-medialen Achse erfolgte (s. Kap. 3.4.3.4), in den meisten Fällen das Ende vor dem Spalten entfernt wurde. Dass das Distalende an unterschiedlichen Stellen des Arbeitsvorgangs entfernt wurde – und an manchen dieser Stellen nur vereinzelt – stützt die Vermutung, dass zumindest bei einem Teil der Metapodien eine Einzelentscheidung gefällt wurde. Das legt eine Arbeitsweise nahe, bei der die unterschiedlichen Arbeitsschritte aufeinander folgend ausgeführt wurden, denn bei einer solchen Arbeitsweise kann die Entscheidung über die Entfernung des Distalendes und den Moment, in dem selbiges stattfindet, für das Einzelobjekt während der Verarbeitung getroffen werden. Bei den entlang der Koaleszenznaht halbierten Metapodien liegt es auf der Hand, das halbierte Metapodium beim Abschlagen mit der relativ flachen Spaltfläche nach unten zu legen und die gebogene Lateral- oder Medialseite nach oben. Daraus ergeben sich Schlagspuren auf der Lateral- oder Medialseite unter relativ großem Winkel zur flach liegenden Knochenachse, wie sie an den halben Enden angetroffen wurden. Ein Abschlagen in leicht schräger Richtung zum distalen Ende hin erleichtert diesen Vorgang, wobei man das Scheit mit der anderen Hand am proximalen Ende festhält.

Zum Abschlagen von Distalenden von ungespaltenen Metapodien sind kräftige Schläge und eine feste Hand erforderlich.<sup>303</sup> Der ungeübte oder weniger kräftige Schläger, der nicht unter Zeitdruck steht, mag deshalb das Abschlagen an einer vielfältigen Zahl von gespaltenen Metapodien vorziehen oder somit das Verkleinern des Winkels zur Knochenachse. Beim Letzteren kann der Knochen am Proximalende diagonal von der einen Hand festgehalten worden sein, so dass das Distalende auf einen Schlagtisch gestützt wird, wie es in der Paternosterwerkstatt bei DIDEROT und D'ALEMBERT zu sehen ist (Abb. 29). Experimente haben gezeigt, dass dieser Vorgang für ungeübte oder weniger starke Schläger der Weg ist, der sich am besten eignet.<sup>304</sup> Die Höhe, in die der Knochen jeweils

301 Ob die Verarbeitung der Metapodien mit anhaftendem Distalende ineffizient bzw. das Abschlagen sinnvoll ist, hängt also zum Teil vom Spaltnmuster ab (dazu Kap. 3.4).

302 Man vergleiche die Schlagzahlen der hauptsächlich anterior und posterior abgeschlagenen ganzen Enden aus Phase 1 in Tab. 21a (durchschnittlich 2,8) mit den Schlagzahlen der lateral/medial abgeschlagenen halben Enden (durchschnittlich 1,8). Dies wurde beim experimentellen Nachvollziehen bestätigt.

303 Experimente des Verfassers an 20 modernen und einigen mittelalterlichen Metapodien zeigten, welche Kraft und Fertigkeit auch nach einiger Übung beim Abschlagen der Distalenden an Vorder- und/oder Rückseite erforderlich ist.

a)

Schläge		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1
	total Enden	Zahl der Enden mit der genannten Menge an Schlägen												%
anterior														
Phase 1	100	3	28	34	26	5	2	0	1	0	1	0	0	28,9
Bef. 195b	116	13	43	30	17	7	2	1	0	0	0	0	0	41,7
Bef. 219	643	9	307	166	113	35	8	1	1	0	1	0	0	48,4
Bef. 472	228	2	170	35	15	4	0	1	0	1	0	0	0	75,2
Den Bosch	70	0	45	20	3	1	1	0	0	0	0	0	0	64,0

posterior														
Phase 1	100	84	11	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	68,8
Bef. 195b	116	40	68	5	1	1	0	0	1	0	0	0	0	91,9
Bef. 219	643	177	458	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	98,3
Bef. 472	228	136	92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100,0
Den Bosch	70	64	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100,0

lat./medial														
Phase 1	100	98	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
Bef. 195a	116	116	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Bef. 219	643	643	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Bef. 472	228	226	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Summe anterior + posterior + lateral/medial														
Phase 1	100	0	26	32	24	12	1	2	1	0	1	0	1	26,0
Bef. 195b	116	12	16	33	31	13	7	2	1	0	1	0	0	15,4
Bef. 219	643	5	107	241	149	96	34	8	2	1	1	0	0	16,8
Bef. 472	228	0	103	91	22	8	2	0	1	0	1	0	0	45,2
Den Bosch	70	0	43	20	4	1	2	0	0	0	0	0	0	61,4

b)

Schläge		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1
	total Enden	Zahl der Enden mit der genannten Menge an Schlägen												%
anterior	86	82	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
posterior	86	84	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
lat./medial	86	7	39	31	7	2	0	0	0	0	0	0	0	49,4
1 Enden ohne betreffende Schläge (Spalte 0) nicht mitgerechnet (100 % = Summe Spalten 1–11)														

Tab. 22: Frequenzverteilung der Zahl der Schläge (inkl. nicht eindeutige) bei nur ganzen Metapodienenden (a) und Zahl der Schläge (inkl. nicht eindeutige), Phase 1, bei nur fragmentierten Metapodienenden (b).

304 Die Schlagrichtung ist so am leichtesten zu kontrollieren und das Schlagwerkzeug schneidet relativ leicht in die Knochenwand ein. Je deutlicher der Schlag parallel zur Knochenachse trifft, desto mehr wird er vom darunter liegenden Schlagtisch aufgefangen und desto weniger Schlagkraft geht verloren, weil die Hand am Distalende den Schlag nun nicht mehr abfangen muss. Das Abschlagen quer zur Knochenachse bei einem flach liegenden Metapodium hat sich ohne Erfahrung und Fertigkeit als unpraktisch und zu schwierig erwiesen. Dabei muss gesagt werden, dass man die benötigte Erfahrung und Fertigkeit relativ schnell in wenigen Tagen und anhand von mehreren Dutzend abgeschlagener Enden gewinnen kann.

angehoben wurde, kann durchaus Schwankungen von nahezu flach bis zu mehr als 45° aufgewiesen haben, was die starke Streuung der Schlagrichtungen von rechtwinklig zur Knochenachse (ein Viertel der ganzen Enden), 45 bis 80° zur Knochenachse (ein Viertel) bis weniger als 45° zur Knochenachse (43%: Tab. 20) bewirkt haben kann.

Von den Distalenden aus Bef. 195b (Phase 2 möglicherweise vermischt mit Phase 1) wurde nur ein geringer Teil nach dem Spalten abgeschlagen. Es kann allerdings nicht geklärt werden, inwieweit diese zu Produktionsphase 1 gehören.<sup>305</sup> Im Übrigen wurden alle Enden vor der weiteren Verarbeitung abgeschlagen. Dass Schlagspuren unterhalb des 45°-Winkels nahezu fehlen, deutet darauf hin, dass man das Proximalende nicht mehr mit der Hand hoch hielt (Tab. 20). Das Metapodium wurde nun flach oder nahezu flach gelegt oder gehalten und an der Knochenvorderseite abgeschlagen, mehrheitlich unter einer leichten Neigung zum Distalende hin. Zusätzlich wurde meistens noch ein Schlag auf die Knochenrückseite abgegeben, um das Abbrechen zu beschleunigen. Mit diesen Änderungen nahm die Zahl der insgesamt benötigten Schläge ab (Tab. 21a,b und 22). Durch das Auflegen des Metapodiums auf einen festen Untergrund und durch einen größeren Schlagwinkel zur Knochenachse hin kann mehr Schlagkraft erzielt worden sein. Es wurde jedoch schwerer, die Schlagrichtung unter Kontrolle zu halten, wie an dem relativ hohen Anteil an Schlägen aus deutlich distaler Richtung abzulesen ist (10%: Tab. 20).

Dieser Anteil sinkt wieder deutlich (auf 4%) in Bef. 219, obwohl die Schlagrichtung sich im Allgemeinen in vertikaler Richtung quer zur Knochenachse verschiebt. Darin lässt sich eine festere Hand beim Schlagen vermuten. Der Anteil von Enden, die nachweislich nach dem Spalten abgeschlagen wurden, sinkt mit dem Anteil fragmentierter Enden auf Werte, die zu vernachlässigen sind.<sup>306</sup>

In Phase 3 (Bef. 472) wird mit einem schwereren Schlagwerkzeug fast ausschließlich rechtwinklig zur Knochenachse geschlagen, in den meisten Fällen mit nur einem Schlag auf der Knochenvorderseite, in 40% der Fälle ergänzt durch einen Schlag auf der Rückseite (Tab. 19b und 22). Dies erweckt den Eindruck eines durchdachten Vorgehens mit gezielten Schlägen nach einem festen Muster. Der verschwindend geringe Anteil an Schlägen aus proximaler Richtung mag auf eine feste Hand hindeuten. Die 5% der Schläge aus deutlich distaler Richtung machen den Eindruck, dass bewusst gezielt wurde – vielleicht, um auf diese Weise die Bruchstelle besser kontrollieren zu können. Die meisten dieser für Phase 3 rekonstruierten Entwicklungen können auch auf die Schlagspuren der distalen Metapodienenden aus 's-Hertogenbosch bezogen werden. Die Durchschnittszahl der insgesamt benötigten Schläge sinkt bei diesen jüngeren Funden noch etwas weiter ab als bei den Enden aus der Konstanzer dritten Phase (Bef. 472: Tab. 21a), hauptsächlich, weil der Anteil der zusätzlich von hinten abgeschlagenen Enden abnimmt (von 40 auf 9%: Tab. 19b). Und dabei waren die Metapodien aus 's-Hertogenbosch überwiegend größer und damit auch kräftiger als die Konstanzer aus Phase 3. Es scheint jedoch mit weniger fester Hand geschlagen oder weniger auf die Schlagrichtung geachtet worden zu sein: Zwar liegt der Anteil von distal abgeschlagenen Enden in 's-Hertogenbosch höher als bei den Konstanzer Enden von Bef. 472, aber auch der Anteil von proximal abgeschlagenen Enden liegt höher als im Konstanzer Bef. 472 (Tab. 20).

305 Unter 139 aufgenommenen Fragmenten abgeschlagener Enden waren 20 möglicherweise schon vorher fragmentiert (14%), darunter neun, die nachweislich entlang der Koaleszenznaht gespalten wurden und zwar mit einem schneidenden Werkzeug von der proximalen Seite her. Acht weitere halbe Enden könnten lateral-medial gespalten worden sein, bevor sie von der Vorderseite (sieben Fragmente) oder lateral/medial (ein Fragment) abgeschlagen wurden.

306 Unter 32 unverwachsenen, halben Epiphysen, die nicht Teil der systematischen Datenaufnahme waren, wurden an 13 Verarbeitungsspuren registriert, davon an vier Fragmenten Hinweise auf Spaltung entlang der Koaleszenznaht vor dem Abschlagen und an sechs anderen Spuren des Abschlagens an der Knochenvorderseite (darunter in einem Fall zusätzlich an der Rückseite). Der Anteil abgeschlagener, fragmentierter distaler Diaphysen sinkt von Bef. 195b zu 219 von 19 auf 2% (Tab. 13 unter C), obwohl die Schlagstelle durchschnittlich gleich weit vom oder näher am Ende liegt (Tab. 18).

### 3.2.8 Zusammenfassung

Die Interpretation der Daten der entfernten Metapodienenden hat sich an den Stellen als schwierig erwiesen, an denen es notwendig war, sich auf Daten zur Fleisch- und Knochenversorgung zu beziehen, deren Material nicht in dieser Untersuchung verwertet wurde. Trotzdem ist an den Messdaten zur Größe der Metapodien abzulesen, dass zwischen Produktionsphase 1 und 3 in zunehmendem Maße Rinder größeren Wuchses verwendet wurden und somit die Metapodien sich ebenfalls vergrößerten. Hinsichtlich der Frage nach der Verfügbarkeit von Rohmaterial weisen sowohl die genannten Messdaten als auch die Jungtieranteile und die entfernten Knochenlängen auf einen Überschuss an Metapodien in Produktionsphase 1 und eine Verknappung der Metapodien in Produktionsphase 2A hin, die sich v. a. in Bef. 219 ausgeprägt zeigten. Es ist gerade dieser Befund, der mit seiner großen Menge und höchsten Konzentration an durchbohrten Knochenleisten einen herausragenden Bestandteil des Abfalls der Knochen bohrenden Handwerker darstellt. Das Verhältnis in den einzelnen Phasen zwischen Metacarpen und Metatarsen könnte die genannte Entwicklung bestätigen. Dies ist aber im Zusammenhang mit den technischen Entwicklungen zu beurteilen, die in Kap. 3.3 und 3.4 zu besprechen sind. Ein schwacher Hinweis, dass die Verknappung in Produktionsphase 3 nachließ, ist nur anhand der entfernten Knochenlängen zu finden. Die Standardisierung der Vorgehensweisen steht bei näherer Betrachtung zum Teil im Zusammenhang mit Entwicklungen in der Schlagtechnik. Fragmentierung, Schlagseite und -richtung der Metapodienenden weisen nach einer unterschiedlichen Behandlung in Phase 1 auf eine relativ plötzliche Standardisierung im Umgang mit den Distalenden in Phase 2 hin. Während man sie in Phase 1 zum Teil gar nicht entfernte oder erst nach dem Spalten von der Seite und zum Teil vor dem Spalten von der Vorder- und Rückseite abschlug, wurden sie in Phase 2 und 3 fast ausschließlich vor dem Spalten von der Vorder- und Rückseite abgeschlagen. Die Zahl der Schläge und die Richtung, mit der das Schlagwerkzeug in die Knochensubstanz eindrang, weisen auf eine zunehmende Fachkundigkeit und Fertigkeit beim Abschlagen hin, nicht nur von Phase 1 zu Phase 2, sondern auch von Phase 2 zu Phase 3. Diese zeigt sich sowohl in einer Senkung der benötigten Schläge als auch in der Schlagtechnik selbst.

## 3.3 Die Produkte und Bohrprofile

### 3.3.1 Fundmaterial und Fragestellung

Das Fundmaterial mit Produktresten umfasst über 11 000 lose Produkte und mehr als 9000 Leisten und Scheiben mit unvollständig herausgebohrten Produkten (Abb. 64–67).<sup>307</sup> Von diesen wurden 2098 lose Produkte und 1018 Leisten- und Scheibenfragmente mit Produktresten („Produktleisten“ genannt) in die Daten aufgenommen. Die übrigen losen Produkte wurden auf vorhandene Produkttypen hin durchgesehen.<sup>308</sup> Die Produktleisten wurden, soweit zur Datenaufnahme verfügbar, alle gezählt und auf vorhandene Produkttypen und das pauschale quantitative Verhältnis hin durchgesehen. Diese beiden Fundgruppen (Leisten und Scheiben mit Produktresten und lose Produkte) wurden benutzt:

1. zum Bestimmen der Produktpalette;
2. zum Bestimmen der Form der benutzten Bohrspitze;
3. zum Bestimmen der Beziehung zwischen den Produkten und den durchbohrten Leisten und Scheiben.

<sup>307</sup> Gezählt wurden 5846 Leistenfragmente mit Produktresten in datierten Befunden, aus denen 68% aller Leistenfragmente stammen. Hochgerechnet würden sich unter allen Leistenfunden 8560 Leistenfragmente mit Produktresten befinden, denen schätzungsweise wohl noch etwa 10% an nicht einbezogenen Stücken hinzuzurechnen sind.

<sup>308</sup> Weil die losen Produkte wegen Ihrer Verwendung in unterschiedlichen Ausstellungen nicht im Befundzusammenhang aufbewahrt werden, war es schwierig, deren Quantität genau zu bestimmen.

Die chronologische Entwicklung, die sich in den Daten zeigt, wird analysiert, soweit diese nicht aus den Daten der durchbohrten Leisten in Kap. 3.4 abgeleitet werden kann.

Die Auswertung hat sich hauptsächlich auf die Produktleisten konzentriert. Die losen Produkte wurden ausschließlich zur Vervollständigung der Produktpalette (Kap. 3.3.2) benutzt und nicht quantitativ ausgewertet. Sie wurden nicht weiter in die Analyse einbezogen, da es sich überwiegend um Fehlprodukte handelt, die wenig repräsentativ für die Palette der erwünschten Produkte sind – sowohl, was ihre Form betrifft als auch in Bezug auf ihre Menge.

Die Leisten und Scheiben mit Produktresten hingegen vermitteln einen repräsentativeren Eindruck von der Palette an Produkttypen und -formen und geben zusätzliche Informationen zum Produktionsvorgang. Sie bilden das wichtige Glied zwischen der Masse des Abfalls an durchbohrten Leisten und Scheiben einerseits und den daraus hergestellten Produkten andererseits. So lässt sich an ihnen feststellen, welche Produkttypen aus welcher Art von Leisten oder Scheiben hergestellt wurden und welche Eigenschaften eine Leiste für die Anfertigung eines bestimmten Produkttyps haben sollte. Die Verbindung bestimmter Produkte mit bestimmten Durchmesser der Bohrlöcher und Bohrwandstärken ermöglicht es, anhand der Masse der durchbohrten Leisten einzuschätzen, welche Produkte in welcher Phase angefertigt wurden. Auch die Beziehung zwischen Produkttyp und Skelettelement kann an den Produktleisten festgestellt werden.

Andererseits liegt in den Produktleisten der Schlüssel zu den benutzten Bohrern: unvollständig durchgeführte Durchbohrungen zeigen das Negativ des benutzten Bohrprofils, woraus sich in vielen Fällen direkt das Profil des benutzten Bohrers ableiten lässt. Wenn anhand des Negativs zwischen verschiedenen Bohrern unterschieden werden kann, kann vielleicht festgestellt werden, wie sich das Bohrprofil eines Bohrers im Verlaufe seines Einsatzes veränderte. Es könnte sich dann auch ein Weg finden, Anhaltspunkte für eine mögliche Kontinuität in der Nutzung eines Bohrers in verschiedenen Befunden oder Produktionsphasen zu finden. Zudem kommen die Produkthälften, die in den Leisten zurückgeblieben sind, der erwünschten Idealform am nächsten und geben deshalb einen zuverlässigeren Einblick in die Palette der angestrebten Produkte als es die losen Produkte könnten. Die Produktleisten eignen sich hingegen nicht, um den Umfang der Produktion und das quantitative Verhältnis in den Beziehungen der Daten zu analysieren, da dieses durch Unterschiede in den Anteilen an den Fehlbohrungen beeinflusst worden sein könnte. Trotzdem werden die Mengenangaben bei den Produktleisten (wie z. B. in Tab. 23) in diesem Kapitel in die Analyse mit einbezogen, soweit es um das Verhältnis im Großen und Ganzen geht, da sie ungefähr mit den Eindrücken übereinstimmen, die am Gesamtmaterial der durchbohrten Leisten gesammelt wurden.<sup>309</sup>

### 3.3.1.1 Die Produktleisten: Materialauswahl

Die Produktleisten, die zur Datenaufnahme ausgewählt wurden, verteilen sich auf neun unterschiedliche Fundkomplexe. Diese wurden anhand des vorläufigen Arbeitsmodells der Ablagerung und der Einteilung der Produktionsphasen ausgesucht (Kap. 2.1.2 bzw. 2.3.1), bevor die Daten der stratigraphischen Analyse von PFROMMER bekannt wurden.

Phase 1:

1. Alle Fragmente aus Produktionsphase 1 (165 Stück; Abb. 64).<sup>310</sup>
2. Acht Fragmente aus Befunden, in denen die Befunde aus den Produktionsphasen 1 und 2 vermischt sind.<sup>311</sup>

<sup>309</sup> SPITZERS 1999.

<sup>310</sup> Aufgrund der Matrix von JUNKES 1988 wurden die Fundkomplexe mit Abfällen der Produktionsphase 1 auf Phase 1a bis 1g verteilt. Diese Unterteilung ist zum Teil durch die neuen stratigraphischen Daten von PFROMMER und durch die neue Einteilung der Ablagerungen in Q1–Q15 überholt (s. Kap. 2.1.3.1 und 2.3.2.2). Es wurden folgende Produktleisten aufgenommen: aus Bef. 704 (1a); 401/404 (1b); 346, 625 und 634 (1c); 364 und 640 (1d); 347, 353 und 356 (1e); 565 und 282 (1f); 354 (1).

<sup>311</sup> Bef. 427 und 257.



A



B

Abb. 64: Produktleisten der Produktionsphase 1.  
A aus Langknochen; B aus Unterkiefern.

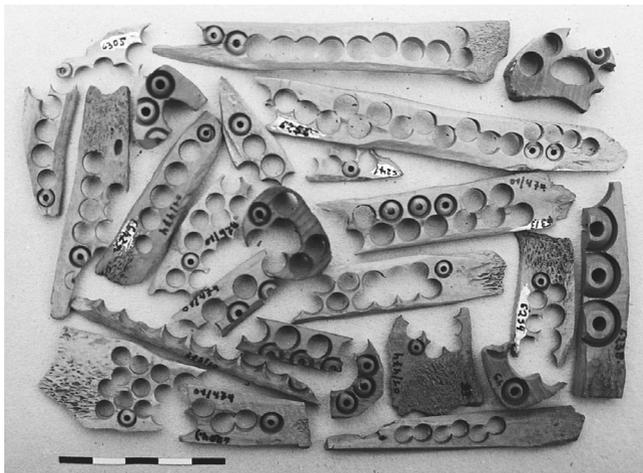


Abb. 65: Produktleisten der Produktionsphase 2A, Bef. 475.

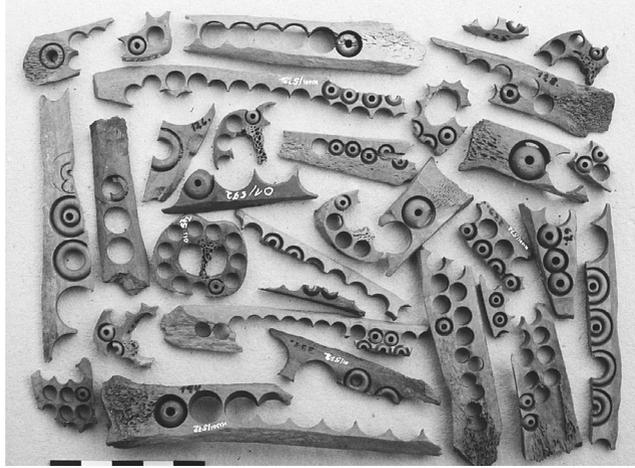


Abb. 66: Produktleisten der Produktionsphase 2B, Bef. 609.



Abb. 67: Produktleisten der Produktionsphase 3 (Ablagerungsphase 3.I), Bef. 472.

Phase 2 (Produktionsphase 2A):

3. 33 Fragmente aus Bef. 195a und 195b (die stratigraphisch ältesten Befunde, aus denen die Bohrleistenabfälle hauptsächlich der Produktionsphase 2 zuzuordnen und mit vereinzelt Stücken der Produktionsphasen 0 und 1 vermischt sind: PFROMMERS Schwemmschicht Q3).

4. 226 Fragmente aus Bef. 475 (die erste der Planierschichten mit hoher Konzentration an Abfällen des Knochenbohrens: PFROMMERS Ablagerungsphase Q12; Abb. 65).<sup>312</sup>

<sup>312</sup> Wegen der enormen Menge und hohen Konzentration von Abfällen des Knochenbohrens wurden in Kap. 3.2 für die Analyse der Metapodienenden aus Produktionsphase 2 die Enden aus Bef. 219 ausgewählt. Die Menge der Leisten mit Produktresten aus diesem Befund ist zu groß, um vollständig aufgenommen zu werden. Um Unsicherheiten in der Repräsentativität einer Stichprobe zu vermeiden, wurde es vorgezogen, alle Produktleisten aus Bef. 475 aufzunehmen. Bei der Durchsicht zeigten diese das gleiche Bild in der Zusammensetzung und im Verhältnis der Produkttypen zueinander, wie die aus Bef. 219, so dass von der Aufnahme einer Stichprobe der Produktleisten aus Bef. 219 wenig zusätzliche Information zu erwarten ist.

Phase 3A (Produktionsphase 2B):

5. 176 Fragmente aus Bef. 609, der mit zu den jüngsten Schichten gehört, die Abfälle des Knochenbohrers der Produktionsphase 2 umfassen (Abb. 66).

Phase 3B (Produktionsphase 3):

6. 91 Fragmente aus Bef. 472 (Ablagerungsphase 3.I; Abb. 67).

7. 75 Fragmente aus Bef. 333 (Ablagerungsphase 3.III: Phasen 3.I und 3.II gemischt).

8. 140 Fragmente aus Bef. 785 (Ablagerungsphase 3.IV: umgelagerte Abfälle, hauptsächlich aus den Phasen 3.I und 3.II mit vereinzelt älteren Stücken).<sup>313</sup>

9. 112 Fragmente von Produktleisten aus der Ablagerungsphase 3.IV mit Produkttypen, die in den anderen Fundkomplexen zahlenmäßig nicht ausreichend vorhanden waren.<sup>314</sup>

Die Fundkomplexe 1 bis 6 stammen aus den Befunden, aus denen vollständig durchbohrte Leisten und Scheiben analysiert wurden (s. Kap. 3.4). Sie wurden ausgewählt, damit Produktreste und rekonstruierte Bohrprofile direkt auf die Bohrlöcher der vollständig durchbohrten Leisten bezogen werden können.

Die relativ geringe Zahl an Produktleisten, die mit 91 Fragmenten aus Bef. 472 für die Analyse der Produktionsphase 3 zur Verfügung stand, sowie die Vergrößerung der Zahl der unterschiedlichen Produkttypen durch die Einführung neuer Produkttypen, machten es aus statistischen Gründen und um der Vervollständigung der Produktpalette willen erforderlich, zusätzliche Produktleisten aus dieser Phase zu untersuchen. Aus diesem Grunde wurden aus dem umgelagerten und vermischten Teil der Produktionsphase 3 zusätzlich Produktleisten der Fundkomplexe 7, 8 und 9 aufgenommen.<sup>315</sup> Die Fundkomplexe 8 und 9 eignen sich nur bedingt zur Analyse von Entwicklungen über einen bestimmten Zeitraum hinweg; Fundkomplex 9 eignet sich nicht zu einer Untersuchung, bei der das Verhältnis zwischen den Mengen der Produkte analysiert wird.

An den ausgewählten Produktleisten wurden die gleichen Daten aufgenommen wie an den durchbohrten Leisten (s. Kap. 3.4). Zusätzlich wurden Daten und v. a. Maße der Produktreste aufgenommen.

### 3.3.2 Die Produktpalette

Anhand von Produktresten aus der gesamten Altstadt von Konstanz (lose Produktreste sowie Produktreste in Leisten und Scheiben) – ihrer Form nach Perlen, Ringe, Knöpfe und Zylinder – können Produkte der Technik des Knochenbohrers jeweils in verschiedene Formgruppen unterteilt werden. Später (in Kap. 4.2) wird auf die Funktion der Produkte näher eingegangen, die hier nur kurz ange-

313 Fundnr. 01/790.

314 In stratigraphischer Folge nach JUNKE 1988 Bef. 784, 830, 790, 785, 783 und 758.

315 Bef. 472 (Fundkomplex 6) ist der einzige Befund mit Produktleisten und durchbohrten Leisten, von dem zur Zeit der Materialauswahl die primäre Ablagerung unbestritten war. Während die primäre Deponierung von Bef. 333 (Fundkomplex 7) nicht gesichert war, machten die Knochenleisten dieses Befundes u. a. durch ihre geringe Fragmentierung und Zusammensetzung den Eindruck, nicht umgelagert oder vermischt worden zu sein. Im Nachhinein stellte sich bei der stratigraphischen Analyse heraus, dass das Material beim Kanalbau in Grabungsschnitt S3-S4 ausgehoben und fast ohne weitere Umlagerung wieder in den Kanalgraben zurückgeworfen worden war (Absatz 2.3.2.4). – Obwohl die Gesamtzahl der aufgenommenen Fragmente aus Fundkomplex 6 und 7 insgesamt (166 Stück) mit der Zahl der aufgenommenen Fragmente aus Produktionsphase 3 vergleichbar ist, reicht die Zahl einiger wichtiger Produkttypen in dieser Stichprobe für eine sinnvolle Datenauswertung nicht aus. Außerdem sind bei einer Durchsicht in den umgelagerten und/oder vermischten Komplexen der Phase 3 (Ablagerungsphase 3.IV) Produkttypen gefunden worden, die nicht in den ausgewählten Komplexen vorkommen. Deshalb wurden die Fundkomplexe 8 und 9 zusätzlich aufgenommen. In Fundkomplex 8 (Bef. 785, Fundnr. 790) kommen alle in den Ablagerungen der Produktionsphase 3 vorgefundenen Produkttypen vor. In den Fundkomplex 9 wurden nur Produktleisten aufgenommen, die selten vorkamen oder die zu den nicht in ausreichendem Maße aufgenommenen Produkttypen zählten.

deutet wird. Dabei werden die in diesem Kapitel bearbeiteten Daten mit Daten anderer archäologischer Funde zusammengebracht. Die Angaben zu den Maßverhältnissen, die zur Abgrenzung der unterschiedenen Formen dienen, beziehen sich, soweit nicht anders angegeben, auf archäologische Funde aus der gesamten Konstanzer Altstadt.

Im Paternosterabfall der Konstanzer Münzgasse stellen Perlen und Ringe die fast ausschließlichen Produkte dar sowohl bei den Produktleisten (65 bzw. 34% der in der Datenbank aufgenommenen Fragmente) als auch bei den losen Produkten (80 bzw. 20% der aufgenommenen Stücke). Dagegen sind Knöpfe und Zylinder (zusammen in zehn [1%] der aufgenommenen Produktleisten und vier der aufgenommenen, losen Produkte) eher als Ausnahme zu betrachten (s. Tab. 23).

### 1. Perlen

Gedrehte Knochenperlen wurden im Spätmittelalter fast ausschließlich für Gebetsschnüre benutzt. Rein dekorative Perlenschnüre waren nicht üblich.<sup>316</sup> Außerdem eigneten sich Schnüre aus billigen Tierknochen wegen des geringen Werts, den das Herstellungsmaterial hatte, wenig zu dekorativen Zwecken.

Perlen unterscheiden sich von Ringen durch ein (nahezu) zylindrisches Innenloch mit eckigem Übergang zur Außenwand. Bei den Perlen aus der Konstanzer Münzgasse ist außerdem die Höhe mindestens ebenso groß oder größer als der Außendurchmesser. Von anderen Fundorten sind auch flache oder breite Perlen mit Außendurchmessern bekannt, die größer als ihre Höhe sind (v. a. aus den Niederlanden, s. Kap. 4.6). Die Konstanzer Perlen sind einzuteilen in:

- A. runde Perlen, deren Höhe sich kaum vom Außendurchmesser unterscheidet;
- B. längliche oder ‚tonnenförmige‘ Perlen, deren Höhe deutlich größer ist als der Durchmesser.

Die runden Perlen variieren in der Größe von Miniperlen (3,5 bis 4 mm Durchmesser), über kleine Perlen (4 bis 8,5 mm: Abb. 68, Nr. 1 und 2) bis zu großen Perlen (8,5 bis 15 mm: Abb. 68, Nr. 3 und 4).

Die Außenwand der länglichen Perlen kann unterschiedliche Formen haben:

- 1. tonnenförmig gerundet mit gerader Ecke zum Innenloch (Abb. 68, Nr. 5);
- 2. oval gerundet mit scharfer Ecke zum Innenloch (Abb. 68, Nr. 6);
- 3. doppelkonisch mit gerader Wand (Abb. 68, Nr. 7);
- 4. doppelkonisch mit konkaver Wand (Abb. 68, Nr. 8).

### 2. Ringe

Ringe sind einzuteilen in:

- A. ‚runde Ringe‘, deren Wulst etwa gleich hoch oder höher als breit ist (Abb. 68, Nr. 9–15);
- B. ‚flache Ringe‘, deren Wulst deutlich breiter als hoch ist (Abb. 68, Nr. 16–25). Das Innenloch hat einen gerundeten Übergang zur Außenseite oder ist konisch.

Die runden Ringe wurden nachweislich bei Gebetszählschnüren benutzt. Sie wurden auf einen Draht oder eine Kette aufgereiht, aufgenäht oder an einem Kranz oder um einen Reifen befestigt.<sup>317</sup> Andere Funktionen sind denkbar, jedoch nicht bewiesen.<sup>318</sup>

Der Wulst der runden Ringe ist im Schnitt rund bis oval. Er ist meist etwa gleich breit wie hoch (etwa 3 bis 4 mm), kann jedoch auch leicht höher als breit sein oder leicht breiter als hoch: die Wulstbreite beträgt das 0,8- bis 1,4-fache der Höhe (Tab. 24a). Auch gibt es Ringe mit relativ dickem Wulst (4 bis 5 mm hoch und breit).<sup>319</sup>

316 u. a. MITTELSTRASS 2000, 225.

317 OEXLE 1985a, 460 Abb. 694 und 736 (s. weiter Kap. 4).

318 Bei den Ringen, durch die eine Schnur gezogen wurde, die sich am Halsverschluss eines Frauenhemdes auf einem Gemälde DA VINCIS befinden, kann nicht festgestellt werden, ob es sich um Knochen handelt.

319 Tab. 37a: (Ring-)Bohrprofilgruppe 13; in geringerem Ausmaß (Ring-)Bohrprofilgruppe 10.

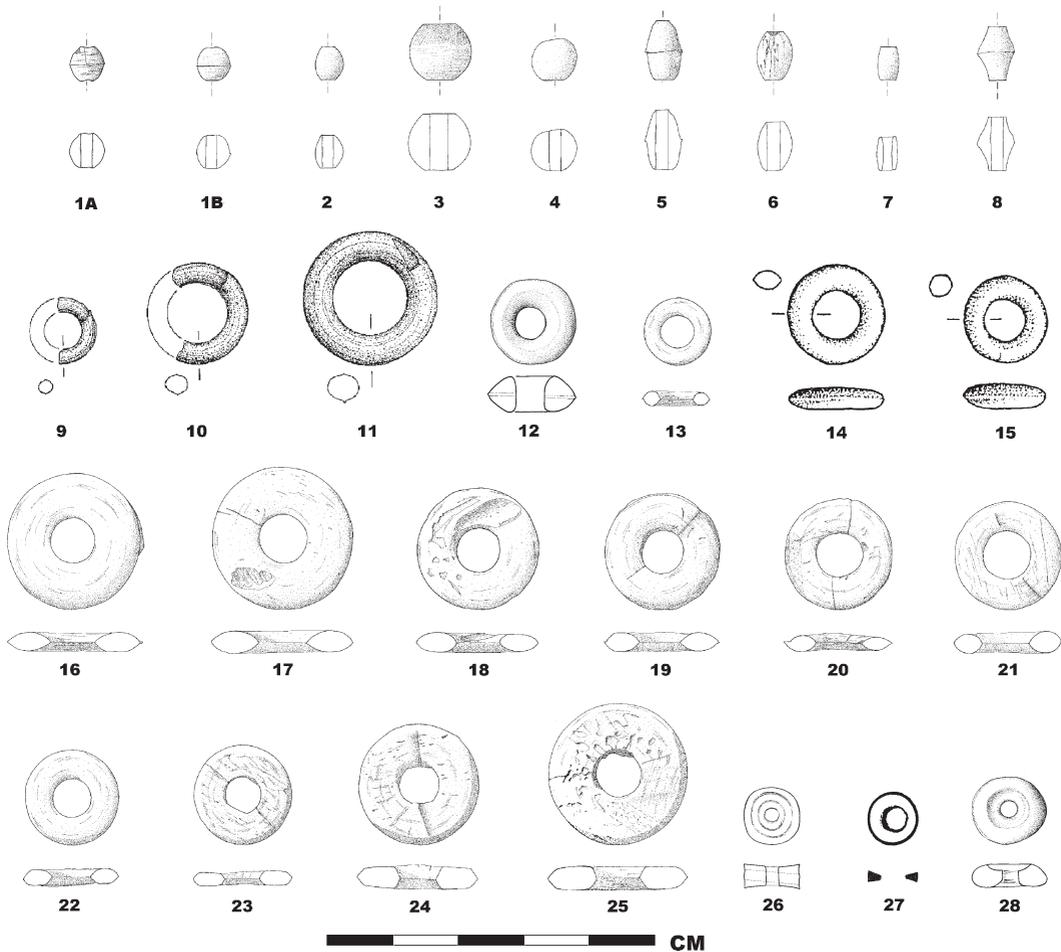


Abb. 68: Übersicht der verschiedenen Produktformen aus der Konstanzer Münzgasse. 1 und 2: kleine runde Perlen (1A = Phase 2A, Bef. 219; 1B = Phase 2B, Bef. 609a); 3 und 4: große runde Perlen; 5–8: längliche Perlen; 9–14: runde Ringe (9–11 = Phase 1; 12 = Phase 2; 13–15 = Phase 3.IV/unbekannt); 16–21: flache Ringe mit ovalem Schnitt; 22: flacher Ring mit leicht eckigem, ovalem Schnitt; 23–25: flache Ringe mit eckigem Schnitt; 26: Zylinder; 27: zylindrischer Ring; 28: Knopf (?).

Die Funktion der flachen Ringe wird noch diskutiert. Darauf wird andernorts näher eingegangen (Kap. 4.2.2). Einerseits wird angenommen, dass sie die gleiche Funktion haben wie die runden Ringe in den Gebetsschnüren; andererseits wird auch vermutet, dass sie als Knochenkerne von Knöpfen dienten.<sup>320</sup>

Der Wulst an den flachen Ringen ist etwa doppelt so breit wie hoch.<sup>321</sup> Der Durchmesser des Innenlochs der flachen Ringe, der von 4,4 bis 8,7 mm variiert, beträgt ungefähr ein Drittel des Außendurchmessers (31 bis 40%, bei einigen Ausnahmen bis 46%). Der Wulst kann einen ovalen oder einen eckigen Schnitt haben (Abb. 68, Nr. 16–21 bzw. Nr. 23–25; Abb. 71F bzw. E). Im letzten Fall könnte man die Ringe auch als Scheiben mit breitem Loch umschreiben. Deren Höhe nimmt in

<sup>320</sup> MITTELSTRASS 2000; s. Kap. 4.2.2.

<sup>321</sup> Tab. 24a. In den meisten Fällen ist der Wulst zwischen 1,6- und 2,4-mal so breit wie hoch. Diese Angaben beziehen sich auf Höhen und Breiten des Wulstes, die anhand der unvollständig herausgebohrten Halbprodukte in den Produktleisten hochgerechnet wurden.

	Phase 1		Phase 1/2		Bef. 195a/b		Bef. 475	
	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%
runde Perle < 8,5 mm	8	5,1	1	12,5	22	64,7	203	91,9
runde Perle > 8,5 mm	1	0,6	0	0	1	2,9	1	0,5
runde Perlen (total)	9	5,7	1	12,5	23	67,6	204	92,3
längliche Perlen	1	0,6	0	0	2	5,9	11	5,0
Perlen (total)	10	6,4	1	12,5	25	75,8	215	96,9
runder Ring um ?	66	42,0	3	37,5	1	2,9	3	1,4
runder Ring ohne Innengegenstand	1	0,6	0	0	3	9	3	1,357
runder Ring um Ring	63	40,1	2	25	1	2,9	0	0
runder Ring um Perle/Zylinder	17	10,8	1	12,5	3	8,8	0	0
Ring um große Perle		0,0	1	12,5	0	0	0	0
<b>runde Ringe (total)</b>	<b>147</b>	<b>93,6</b>	<b>7</b>	<b>87,5</b>	<b>8</b>	<b>23,5</b>	<b>6</b>	<b>2,7</b>
flacher Ring oval um ?	0	0	0	0	0	0	0	0
flacher Ring oval um Perle	0	0	0	0	0	0	0	0
flacher Ring oval um Zylinder	0	0	0	0	0	0	0	0
flacher Ring oval um längliche Perle	0	0	0	0	0	0	0	0
flache Ringe oval (total)	0	0	0	0	0	0	0	0
flacher Ring eckig um ?	0	0	0	0	0	0	0	0
flacher Ring eckig um Perle	0	0	0	0	0	0	0	0
flacher Ring eckig um Zylinder	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>flache Ringe eckig (total)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>flache Ringe (total)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Knopf ?	0	0	0	0	1	2,9		0
Zylinder	0	0	0	0	0	0	0	0
zylindrischer Ring	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Produktform bekannt (total)</b>	<b>157</b>	<b>100</b>	<b>8</b>	<b>100</b>	<b>34</b>	<b>100</b>	<b>221</b>	<b>100</b>

Tab. 23: Zahlen der Produktleisten mit Resten der unterschiedlichen Produkte.

solchen Fällen meist leicht zum Innenloch hin zu, das dann in zwei Richtungen konisch geformt ist (Abb. 71E).

### 3. Zylinder

Anders als Perlen und Ringe sind Zylinder im vertikalen Schnitt recht- oder viereckig (Abb. 68, Nr. 26; Abb. 69). Von flachen, scheibenförmigen Knöpfen, die im vertikalen Schnitt ebenfalls rechteckig sein können, unterscheiden sie sich dadurch, dass ihre Höhe im Verhältnis zum Durchmesser größer ist. Der Durchmesser der Zylinder der Konstanzer Bohrproduktion beträgt das Zwei- bis Zweieinhalbfache der Höhe. Anders als Ringe mit eckigem Schnitt, aber ähnlich wie Perlen und Knöpfe, haben sie ein kleines Innenloch (Durchmesser 2 bis 2,6 mm, etwa ein Viertel des Außendurchmessers: Tab. 24b). Sie wurden sowohl symmetrisch von zwei Seiten als auch von einer Seite aus herausgebohrt (Abb. 70B und C), wobei sie oft von der zweiten Seite mit geringerer Tiefe angebohrt wurden.

An losen, vollständig herausgebohrten Zylindern wurden in vielen Fällen nach dem Herausbohren ein oder zwei zusätzliche Durchbohrungen mit einem Handbohrer von der Seite aus angebracht, meist nicht vollständig horizontal, sondern leicht schräg (Abb. 69). Die zweite, seitliche Durchbohrung verläuft quer und kreuzt die erste nicht auf dem gleichem Niveau, sondern knapp oberhalb

Bef. 609		Bef. 472		Bef. 333		Bef. 785		Phase 3.IV		total	
Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%
163	90,6	56	66,7	39	52,7	60	48,8	37	34,3	589	59,6
5	2,8	2	2,4	5	6,8	4	3,3	10	9,3	29	2,9
168	93,3	58	69,0	44	59,5	63	51,2	47	43,5	617	62,4
2	1,1	0	0	0	0	1	0,8	6	5,6	23	2,3
170	94,4	58	69,0	44	59,5	64	52,0	53	48,2	640	64,7
6	3,3	2	2	4	5,4	8	6,5	6	5,6	99	10,0
4	2,2	0	0,0	1	1,4	0	0,0	2	1,9	14	1,4
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	66	6,7
0	0	6	7,1	3	4,1	16	13,0	16	14,8	62	6,3
0	0	0	0	0	0	2	1,6	1	0,9	4	0,4
<b>10</b>	<b>5,6</b>	<b>8</b>	<b>9,5</b>	<b>8</b>	<b>10,8</b>	<b>26</b>	<b>21,1</b>	<b>25</b>	<b>23,1</b>	<b>245</b>	<b>24,8</b>
0	0	2	2,4	3	4,1	19	15,4	9	8,3	33	3,3
0	0	2	2,4	5	6,8	6	4,9	8	7,4	21	2,1
0	0	2	2,4	1	1,4	4	3,3	1	0,9	8	0,8
0	0	0	0	0	0	1	0,8	0	0,0	1	0,1
0	0	6	7,1	9	12,2	30	24,4	18	16,7	63	6,4
0	0	7	8,3	2	2,7	1	0,8	4	3,7	14	1,4
0	0	5	6,0	9	12,2	1	1	2	1,9	17	1,7
0	0	0	0	1	1,4	0	0	0	0,0	1	0,1
<b>0</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>14,3</b>	<b>12</b>	<b>16,2</b>	<b>2</b>	<b>1,6</b>	<b>6</b>	<b>5,6</b>	<b>32</b>	<b>3,2</b>
<b>0</b>	<b>0</b>	<b>18</b>	<b>21,4</b>	<b>21</b>	<b>28,4</b>	<b>32</b>	<b>26,0</b>	<b>24</b>	<b>22,2</b>	<b>95</b>	<b>9,6</b>
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	1	0,1
0	0	0	0	1	1,4	0	0,0	5	4,6	6	0,6
0	0	0	0	0	0	1	0,8	1	0,9	2	0,2
<b>180</b>	<b>100</b>	<b>84</b>	<b>100</b>	<b>74</b>	<b>100</b>	<b>123</b>	<b>100</b>	<b>108</b>	<b>100</b>	<b>989</b>	<b>100</b>

oder unterhalb, so dass beide Durchbohrungen einander nicht oder nur wenig berühren. Der Durchmesser der horizontalen Durchbohrungen ähnelt mit 2,5 mm dem der vertikalen Durchbohrung, d. h. dem des Innendurchmessers des Zylinders. Richtung und Ansatzstelle der horizontalen Durchbohrungen variieren leicht. Die Funktion des so entstandenen Produkts ist unbekannt. Es könnte z. B. dazu gedient haben, zwei oder drei einander kreuzende Drähte zu leiten und zu fixieren.

Möglicherweise sind die Zylinder, die nicht zusätzlich durchbohrt wurden, Halbfabrikate des gleichen Produkts.

#### 4. Zylindrische Ringlein

Unbekannt ist auch die Funktion von dünnen, ‚zylindrischen Ringlein‘ mit breitem, flachem Wulst mit nahezu dreieckigem Schnitt, der von außen nach innen in der Stärke abnimmt (Abb. 68, Nr. 27). Man könnte sie auch als flache Zylinder umschreiben. Der Innendurchmesser beträgt, ähnlich wie bei den runden Ringen, die Hälfte des Außendurchmessers, jedoch ist die maximale Wulsthöhe mit etwa 1 mm kleiner (Tab. 32).



Abb. 69: Ansicht eines von zwei Seiten herausgebohrten Zylinders mit zusätzlicher horizontaler Bohrung.

a)

Außendurchmesser : Höhe					Wulstbreite : Höhe		
	Dsn.	Zahl	Kernbereich	Gesamtbereich	Dsn.	Zahl	Bereich
runde Perlen	1,1	273	0,9–1,4	0,9–1,6			
Innenperlen							
innerhalb rundem Ring	1,8	15	0,9–2,4				
innerhalb flachem Ring	2,0	5	1,3–2,9				
runde Ringe	4,7	187	3,8–5,8	2,2–6,8	1,05	54	0,8–1,4
Innenring	3,4	4	2,8–3,9		1,04	3	0,9–1,2
flache Ringe	6,5	86	5,1–7,6	4,5–8,4	2,07	82	1,4–3,2
Zylinder	2,2	6	2,0–2,3	2,0–2,5			

b)

Außendurchmesser : Innendurchmesser					
	Dsn.	Zahl	Bereich	Kernbereich	Spitze
Perlen	0,36	491	0,21–0,48	0,28–0,42	3,4–4,1
runde Ringe	0,5	219	0,30–0,63	0,34–0,62	4,6–6,2
flache Ringe			0,31–0,46	0,31–0,40	
Zylinder	0,24	8	0,23–0,27		
zylindrische Ringe	0,53	2	0,50–0,55		
Knopf?	0,2	1	0,19		

Tab. 24: Maßverhältnis der verschiedenen Produktformen (Dsn. = Durchschnittswert).

Bei einer solch geringen Stärke ist es ausgeschlossen, die Ringe für Funktionen einzusetzen, bei denen sie Kraft entwickeln oder Druck widerstehen müssen.

## 5. Knöpfe

Wie aus Darstellungen des 18. Jahrhunderts und aufgefundenen Knöpfen aus der Zeit ab dem 15. Jahrhundert hervorgeht, wurde die Bohrtechnik auch zum Anfertigen von Knochenknöpfen genutzt.<sup>322</sup>

Diese bestanden aus Scheiben mit einer kleinen Durchbohrung in der Mitte, zum Teil an einer Seite gerundet (konvex) oder profiliert. Die andere Seite konnte in solchen Fällen flach und unbearbeitet sein. Eventuelle zusätzliche Durchbohrungen wurden nachträglich mit der Hand angebracht,<sup>323</sup> aber es sind auch Knöpfe mit nur einem Loch bekannt, deren Form teilweise nicht dafür spricht, dass sie zusätzlich durchbohrt wurden.<sup>324</sup> Knöpfe, die nur an einer Seite ein Profil erhielten oder gerundet waren und an der anderen Seite flach, wurden – ähnlich wie Zylinder – in vielen Fällen von nur einer Seite aus herausgebohrt (Abb. 70A). In solchen Fällen kann man dem Entstehen eines unästhetischen Bruchrandes am Gegenstand (sowohl Knopf wie Zylinder) vorbeugen, indem man ihn – kurz bevor er aus dem Bohrloch gelöst wird – auf der zweiten Seite geringfügig anbohrt. An

<sup>322</sup> Abb. 29; MAIRE 1990.

<sup>323</sup> MAIRE 1986, 7585; s. auch ders. 1990.

<sup>324</sup> Konstanz, Marktstätte (s. Abb. 109); Warnsveld (Niederlande), Lesefund von einem Acker (Archeologie Zutphen Fundnr. WV 96-9), undatiert.

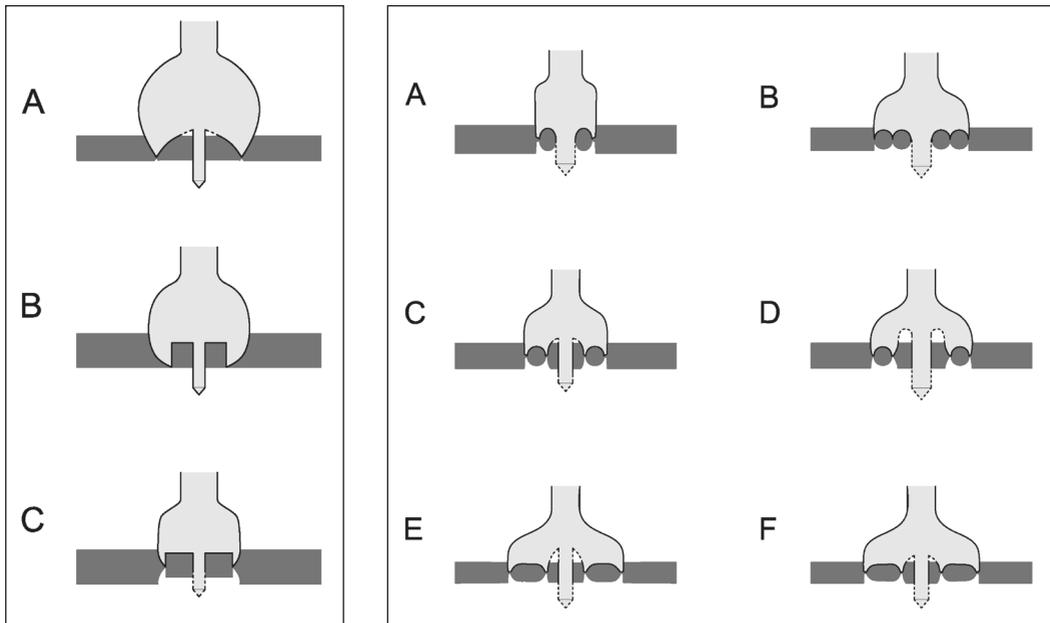


Abb. 70 (links): Idealisierte Querschnitte von Zylinder- und Knopfleisten mit rekonstruierten Bohrerspitzen. A Einseitig ausgebohrter Knopf mit konischer Bohrlochwand, von der zweiten Seite leicht angebohrt; B einseitig herausgebohrter Zylinder mit (leicht) konischer Lochwand; C zweiseitig herausgebohrter Zylinder mit zylindrischer Lochwand.

Abb. 71 (rechts): Idealisierte Querschnitte von Ringleisten mit Rekonstruktion der zugehörigen Bohrerspitzen zum Herausbohren von runden Ringen ohne Innengegenstand (A), mit Innenring (B), mit Innenperle (C), mit zylinderförmiger Innenauffüllung (D), zum Herausbohren von flachen Ringen mit eckigem Schnitt und perlenförmiger Innenauffüllung (E) sowie mit ovalem Schnitt und zylinderförmiger Innenauffüllung (F).

der herausgebohrten Oberseite kann der Knopf unterschiedliche Profile zeigen wie z. B. konvex, ähnlich den oberen 30 bis 50% einer sehr großen Perle (vgl. Abb. 109), flach und scheibenförmig oder zum Zentralloch hin konkav (z. B. Abb. 68, Nr. 28).

Von Ringen unterscheiden sich Knöpfe grundsätzlich durch das kleine, zylindrische Innenloch, das mit einer scharfen oder geraden Ecke an die Außenfläche grenzt. Gegebenenfalls unterscheiden sie sich auch durch einseitiges Herausbohren. Der Unterschied zu Zylindern liegt im Verhältnis zwischen dem Außendurchmesser und der Höhe. Bei Knöpfen ist der Außendurchmesser mindestens dreimal so groß wie die Höhe, bei Zylindern kleiner (s. Tab. 24a). Bei unvollendeten, flachen Bohrungen von einer Seite, bei der die Höhe des erzielten Objektes nicht bekannt ist, ist es nicht immer möglich, zwischen Zylindern oder Knöpfen mit rechtwinklig stehenden Kanten zu unterscheiden. Dies ist der Fall bei zwei von einer Seite aus ausgebohrten Knochenleisten aus der Konstanzer Münzgasse. Von einer Leiste aus Bef. 790 (Phase 3.IV, Produktleistenkomplex 9) ist aufgrund der Übereinstimmung in Form und Größe mit einer anderen Leiste mit einem Zylinder aus demselben Befund zu vermuten, dass Zylinder als Produkte beabsichtigt waren.<sup>325</sup> Eine solche Parallele fehlt für eine Leiste aus Bef. 195a (Anfang der Produktionsphase 2, Produktleistenkomplex 2).<sup>326</sup> Aus demselben Befund stammt jedoch eine glänzend polierte Scheibe, deren Form vermuten lässt, dass es sich um einen Knopf handelt (Abb. 68, Nr. 28). An einer Seite flach, an der anderen Seite um das Zentralloch konkav und am Außenrand konvex gerundet, hat ihr Profil Ähnlichkeit mit einigen

<sup>325</sup> Fundnr. 01/793-19 bzw. 01/793-4.

<sup>326</sup> Fundnr. 01/185-18.

Parallelstücken aus Basel, die angeblich von zwei Seiten herausgebohrt worden waren.<sup>327</sup> Ihren Maßen nach zu urteilen, könnte dieses Produkt sehr wohl aus der genannten Leiste stammen. Hinzu kommt, dass diese Leiste – in gleicher Weise wie Knopfleisten von der Konstanzer Marktstätte – vor dem Herausbohren des Produktes von der einen Seite auch auf der anderen Seite leicht angebohrt wurde. Dagegen sind die verschiedenen, einseitig herausgebohrten Zylinder aus Bef. 790 nicht von der zweiten Seite aus angebohrt.

### 3.3.3 Bohrungen mit Produktkombinationen

Bei Produkten mit kleinem Innendurchmesser wie Perlen und Zylinder, wurde das Innenloch durch Einsatz einer massiven Zentralspitze vollständig ausgebohrt (Abb. 71A). Bei Ringen mit einem Innendurchmesser größer als 5 mm wurde die Zentralspitze von einem Paar Zwischenspitzen flankiert, die sich zwischen der Zentralspitze und den Seitenspitzen befanden (Abb. 71B–F). Diese Zwischenspitzen hatten die gleiche Länge wie die Seitenspitzen. Dadurch wurde zugleich mit dem Herausbohren des Ringes in dessen Innenraum ein zweiter Gegenstand herausgebohrt. Dies konnte eine Perle sein oder ein zweiter runder Ring, konzentrisch innerhalb des äußeren Rings.

Wichtig dabei war, dass sich der innere Gegenstand zum gleichen Zeitpunkt vom äußeren Ring löste wie der äußere Ring von der Lochwand. Dieses Erfordernis konnte leicht zu Fehlbohrungen führen. Nicht nur mussten die Zwischen- und Außenspitzen des Bohrers auf genau die gleiche Länge geschliffen sein und auch in diesem Zustand gehalten werden. Es bedurfte auch größerer Sorgfalt, den Bohrer beim Herausbohren der zweiten Seite genau gerade auf die erste Bohrhälfte aufzusetzen. Wenn der Innegenstand sich löste, bevor der Außegenstand fertig herausgebohrt war, wurde der Bohrer nicht mehr durch die Zentralspitze in der Mitte stabilisiert, sondern nur noch vom flachen Lochrand, und er wurde so leicht aus dem Loch geschleudert. Es gibt viele Beispiele solcher Fehlbohrungen, bei denen die Zentralspitze beim Herausschleudern einen tiefen Kratzer quer oder diagonal in den Wulst des Außenringes eingekerbt hat (Abb. 73). Dagegen zeugen zahlreiche weggeworfene lose Ringe, denen noch ein Gegenstand im Inneren anhaftet, davon, dass sich Außenringe von der Wand des Bohrloches lösten, bevor sich der Innegenstand vom Außenring abgelöst hatte. Dem Nachteil einer höheren Fehlquote stehen die Vorteile eines geringeren Arbeitsaufwandes und einer besseren Materialausnutzung gegenüber. Ein vollständiges Abschaben der Knochenwand innerhalb eines Ringes mit einem Innendurchmesser zwischen 5 und 15,3 mm würde die zum Herausbohren eines Produktes benötigte Energie und Zeit vervielfachen. Eine bessere Materialnutzung ist jedoch nur zu sichern, wenn der Innegenstand, d. h. der Bogen zwischen Zentralspitze und Zwischenspitzen des Bohrers, nicht bedeutend höher ist als der Außegenstand bzw. der Bogen zwischen Zwischen- und Seitenspitzen des Bohrers. Dies war der Fall, wenn der Innegenstand aus einem Ring bestand, was voraussetzte, dass der Übergang von der Zentralspitze zum Innenbogen des Bohrers gerundet war. Auch wenn in manchen Fällen der Innenring etwas flacher oder höher war als der Außenring, wurden beide Produkte im Normalfall als durchaus brauchbar betrachtet. In anderen Fällen war der Übergang zur Zentralspitze eckig, so dass sich eine Perle oder ein Zylinder als Innegenstand ergab. Diese waren in vielen Fällen deutlich höher als der Außenring. Falls der Gegenstand im Inneren bis zur vollen Höhe hätte herausgebohrt werden sollen, hätte das die benötigte Zeit und Energie deutlich heraufgesetzt, weil der äußere Bogen des Bohrers zwischen der Zwischen- und der Außenspitze viel mehr Knochenwand hätte abschaben müssen. Außerdem reichte in vielen Fällen die Stärke der Leiste, die anscheinend im Hinblick auf die Höhe des Ringes ausgewählt wurde, nicht aus, um den Innegenstand bis zur vollen Höhe herauszubohren. Dies ist bei flachen Ringen häufiger und ausgeprägter zu beobachten als bei runden Ringen. Mit 2,9 mm im Durchschnitt ist die Höhe flacher Ringe im Allgemeinen geringer als die runder Ringe (3,5 mm:

<sup>327</sup> Basel-Bettingen, Chrischona-Kirche, Altfunde, undatiert, vermutlich mittelalterlich (MOOSBRUGGER-LEU 1985, 100–102).

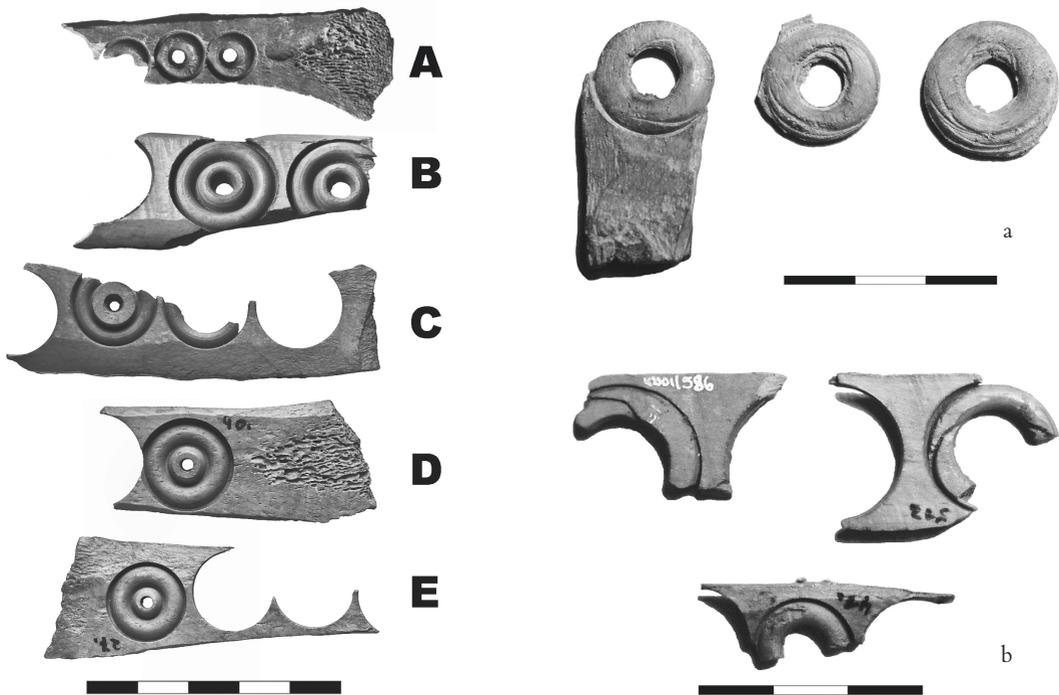


Abb. 72 (links): Ringleisten mit Resten von Ringen ohne Innengegenstand (A), mit Innenring (B), mit zylinderförmiger Innenauffüllung (C), mit unvollständig herausgebohrter, perlenförmiger Innenauffüllung (D) und mit vollständig herausgebohrter, perlenförmiger Innenauffüllung (E).

Abb. 73: a) Flache Ringe mit Kerben, entstanden bei einem vorzeitigen Lösen des Innengegenstandes vom Außenring während des Bohrens. – b) Leisten mit runden Ringen, deren Wulst eine Kerbe quer über den Wulst zeigt, entstanden beim Herausschleudern des Bohrers aus dem Bohrloch durch ein Spalten oder Brechen der Leiste während des Bohrens.

Tab. 32). Die Innengegenstände innerhalb der flachen Ringe waren wohl kaum als Ware gedacht, so dass sie nur selten vollständig herausgebohrt wurden.

Nur bei einer Minderheit dieser Innengegenstände lässt sich feststellen, ob es sich um Perlen oder Zylinder handelt, weil das kleine Stück ausgebohrter Außenwand in den meisten Fällen keinen Rückschluss auf ihre Krümmung zulässt. Oft war der Innenbogen des Bohrers so geschliffen, dass bei seinem Einsatz keine deutliche Form erzielt wurde, sondern lediglich eine Innenauffüllung (Abb. 71D und F). Eine solche Innenauffüllung hat in der Mitte – spiegelbildlich zum spitzen Bruchrand – an der Lochwand eine spitze Rille. Danach geht sie entweder mit einer Ecke oder mit einer Rundung in einen vertikalen Wandteil über, der an der Oberseite konvex bis trichterförmig abgeschlossen wird. Die Außenwand einer solchen Innenauffüllung kann weitere starke Gratrillen haben. Unter den losen Produkten aus Produktionsphase 3 gibt es viele hunderte bis tausende solcher Scheibchen oder Zylinder, die wahrscheinlich hauptsächlich mit dem Herausbohren flacher Ringe in Verbindung zu bringen sind (Abb. 74).

Als Innengegenstände sind also zu verzeichnen: runde Ringe, Perlen und perlen- bis zylinderförmige Innenauffüllungen, wobei die Grenze zwischen Perle und Innenauffüllung fließend ist. Sie werden deshalb als eine Gruppe betrachtet.

Innendurchmesser bis 4,6 mm wurden von einer massiven Zentralspitze vollkommen weggebohrt (Abb. 71A und 72A).<sup>328</sup> Bei solch kleinen Durchmessern war mit dem zusätzlichen Herausbohren

<sup>328</sup> Bei den genannten, an einer Bohrhälfte ausgebohrten Ringleisten war die Knochenwand innerhalb des Ringes bis zur anderen Knochenwand weggebohrt. Ein in dieser Weise herausgebohrter Ring fällt mit einem Innendurchmesser von etwa 5,2 mm oder leicht größer aus dem Rahmen (Tab. 37a, Gruppe 10b, Fundnr. 01/573-74).

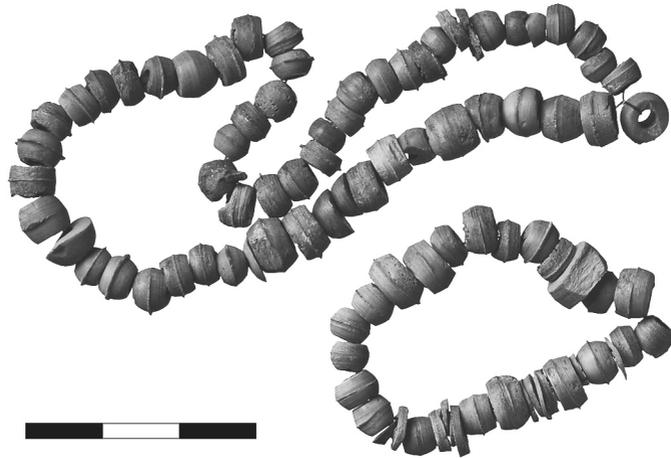


Abb. 74: Unvollständig herausgebohrte Perlchen oder perlenförmige Innenauffüllungen, die zum Teil als Abfälle beim Herausbohren von Ringen entstanden sind.

von Gegenständen im Inneren gegenüber dem Herausbohren von nur einem Gegenstand kaum eine Arbeits- und Zeitersparnis zu gewinnen, zumal das Risiko vergrößert wurde, dass die Zentralspitze abbrach. Runde Ringe als Innengegenstände treten nur innerhalb von ebenfalls runden Ringen auf, die einen Innendurchmesser größer als 8,3 mm haben. Innerhalb der genannten Innendurchmesser von 8,3 mm ist der kleinste Innenring zu finden, der einen Außendurchmesser von 7,5 mm hat.<sup>329</sup> Dieses Maß liegt nur knapp über den Außendurchmessern der kleinsten runden Außenringe, die bis auf einige Ausnahmen bei einem Durchmesser ab 7 mm beginnen. Das gibt zur Vermutung Anlass, dass 7 bis 7,5 mm eine zweckmäßige Untergrenze für den Außendurchmesser der runden Ringe bei den Funktionen war, für die sie vorgesehen waren.

Perlen kommen nämlich bereits innerhalb runder Ringe mit einem Innendurchmesser ab 5 mm vor. Der größte Innendurchmesser eines runden Ringes, innerhalb dessen sich eine Perle findet, beträgt 15,3 mm. Dass Perlen als Innengegenstand bei kleineren Durchmessern der Vorzug gegeben wurde, wäre durch einen fehlenden Bedarf an kleinen Ringen zu erklären, aber auch dadurch, dass eine Innenperle eine stärker stabilisierende Wirkung hatte als ein Innenring. Die Zentralspitze eines Bohrers, mit dem eine Perle im Innenraum eines Ringes herausgebohrt wurde, war schmal mit scharfen Ecken zu den hoch ansetzenden Seitenarmen und drückte den Bohrer vermutlich in eine feste Position quer zur Leiste. Die Achse des Bohrers dagegen, der zwei Ringe gleichzeitig herausbohrte, geriet vermutlich eher ins Schwanken und musste deshalb mit der Hand festgehalten werden.

Im Innenraum flacher Ringe wurden ausschließlich Perlen oder perlen- bis zylinderförmige Innenauffüllungen gefunden. Die Innendurchmesser der flachen Ringe sind vermutlich zu klein, um Raum für runde oder flache Ringe als Innengegenstand zu lassen.<sup>330</sup>

Flache Ringe wurden in allen Fällen einschließlich Innenauffüllung herausgebohrt, auch solche mit einem Innendurchmesser kleiner als 4,6 mm. Außer einer Gruppe mit Innendurchmessern zwischen 4 und 4,5 mm,<sup>331</sup> haben allerdings alle Gruppen von flachen Ringen Innendurchmesser größer als 5,5 mm, also größer als der größte Innendurchmesser eines runden Ringes, der voll herausgebohrt wurde.

329 Fundnr. 01/362-56 (Tab. 37a, Gruppe 16).

330 Der größte gemessene Innendurchmesser flacher Ringe liegt mit 7,4 bis 7,8 mm unter den kleinsten Innendurchmessern eines runden Ringes mit Innenring und reicht kaum aus, um runde Ringe mit Außendurchmessern ab 7 mm herauszubohren und schon gar nicht für flache Ringe, deren Außendurchmesser minimal 11,7 mm beträgt.

331 Tab. 37b, Gruppe 1.

### 3.3.4 Das Vorkommen der Produkte und Produktkombinationen in den unterschiedlichen Komplexen

Im Vorkommen der verschiedenen Produktformen und -kombinationen sind bemerkenswerte Unterschiede innerhalb der stratigraphischen Folge der Abfallsschichten der Münzgasse festzustellen, die mit dazu beitragen, die Basis für die Einteilung der Produktionsphasen zu bilden. Nachfolgend wird das Vorkommen an Produktformen und -kombinationen sowie die darin aufgetretenen Unterschiede in der jeweiligen Herstellungsphase anhand der Produktleisten analysiert, deren Daten registriert wurden (s. Tab. 23). Es werden einige Daten von losen Produkten mit einbezogen, ebenso wie die vorläufigen und allgemeinen Eindrücke, die sich bei der Datenaufnahme an vollständig ausgebohrten Leisten ergaben.<sup>332</sup> Dabei ist der Unterschied zwischen einerseits dem Begriff Produktionsphase als Modell der Produktionsvorgänge sowie der Produktauswahl und andererseits der Fundzusammensetzung der für diese Produktionsphase ausgewählten Befunde zu beachten. So können Produkte, die für eine bestimmte Phase typisch sind, unter Umständen dieser Phase zugerechnet werden, auch wenn sie im Fundzusammenhang einer anderen Phase gefunden wurden. Die Mengenangaben bei den Produktleisten können durch Unterschiede in den Fehlerquoten der verschiedenen Produktformen und Bohrprofilgruppen beeinflusst worden sein und sind deshalb nur als Annäherungswerte für die Produktionsverhältnisse benutzt worden.

#### 1. Produktionsphase 1

Die Produktpalette der Produktionsphase 1 scheint relativ begrenzt gewesen zu sein. Fast ausschließlich entstanden runde Ringe, deren Wulst meistens etwa gleich hoch wie breit war (Abb. 75). Aus ihrem Inneren wurden kleinere, runde Ringe oder zylinderförmige Innenauffüllungen herausgebohrt. Das einzige Leistenfragment mit einem kleineren Ring, der keinen Gegenstand im Inneren hat, stammt aus dem jüngsten Befund dieser Phase.<sup>333</sup>

Die Oberseite der Innenringe kann tiefer, gleich hoch oder höher liegen als die der Außenringe. Im letzten Fall kann die Form des Innengegenstandes in eine Zylinderform mit leicht gerundeten Ecken übergehen.

Anders als die Ringleisten zeigen die wenigen Leistenfragmente mit Perlenresten völlige Übereinstimmung in der Technik sowie in den Maßen mit denen, die aus den Fundkomplexen mit Abfällen aus Produktionsphase 2 kommen, v. a. mit denen aus Bef. 195.<sup>334</sup> Außerdem ist die Hälfte dieser Fragmente wegen starker Fragmentierung und/oder abweichender Bodenfärbung möglicherweise als Irrläufer zu charakterisieren.<sup>335</sup> Das Fehlen deutlicher Perlenformen bei den Innenauffüllungen in dieser Phase verstärkt die Zweifel an der Existenz von Perlen als Produkt in dieser Phase.

#### 2. Produktionsphase 2A

In Produktionsphase 2A wurden hauptsächlich Perlen produziert: v. a. kleinere runde Perlen mit Außendurchmessern zwischen 4 und 6,5 mm, neben einigen erheblich größeren runden und längli-

332 Diese werden im nächsten Kap. 3.4 analysiert.

333 Fundnr. 01/544-202 (Bef. 565: PFROMMERS Ablagerungsphase Q9, direkt unterhalb der ersten Planierschicht mit Abfällen der Produktionsphase 2). In Tab. 37a bildet dieses Leistenfragment die Bohrprofilgruppe 4. Mit seiner dunklen Farbe steht es den Fundstücken aus Bef. 195a näher. Unter denen befindet sich ein Leistenfragment mit einem ähnlichen Ring (Tab. 37a, Gruppe 5). Leistenfragmente dieser letzten Bohrprofilgruppe gibt es nicht aus jüngeren Fundkomplexen. An dieser Stelle bleibt es deshalb ungewiss, ob das Fragment aus der Schwemmschicht Bef. 195a ein Irrläufer oder aus der älteren Schicht umgelagert worden ist oder ob das Fragment aus Bef. 565 ein Irrläufer aus der jüngeren Schwemmschicht ist (vgl. Kap. 3.4.3, Durchmessergruppe r6).

334 Nur ein Leistenfragment zeigt eine Perle mit Maßen, die ein wenig von denen aus Bef. 195 abweichen (Fundnr. 01/792-1; Tab. 38a, Gruppe p16).

335 Zudem stammen zwei der vier übrigen Fragmente (ebenso wie vier der fünf, die möglicherweise Irrläufer sind) aus sich allgemein unter den Abfallsschichten hinziehenden Seeboden- oder Schwemmschichten (Bef. 401/404 und 705), in denen sich vom Seewasser horizontal angeschwemmte Siedlungsabfälle verschiedener Perioden vermischt haben können, bis sie von jüngeren Abfallsschichten abgedeckt wurden.

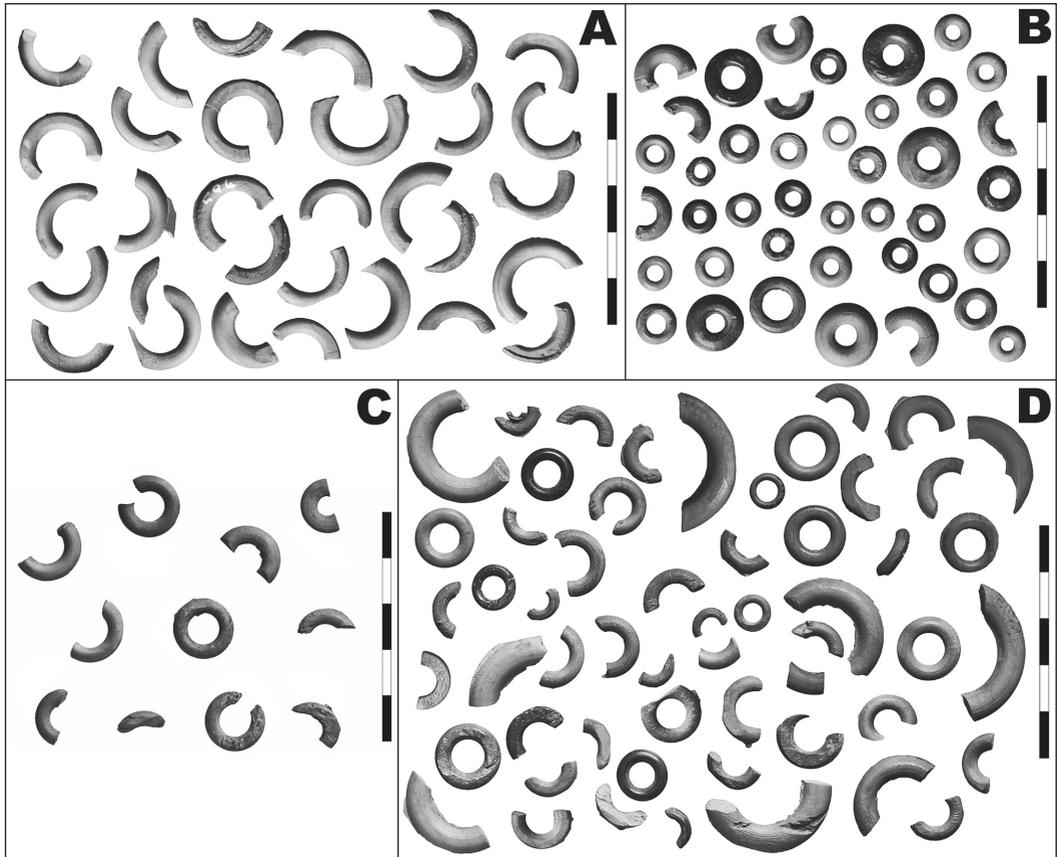


Abb. 75: Herausgebohrte runde Ringe aus den verschiedenen Produktionsphasen.  
A Phase 1; B Phase 2A und 2B; C Phase 3.I (Bef. 472); D Phase 3.IV.

chen Perlen (vgl. Abb. 68, Nr. 1–4). Diese drei Perlenkategorien unterscheiden sich deutlich sichtbar voneinander. Längliche Perlen wurden ausschließlich aus quer gesägten Diaphysenscheiben herausgebohrt. Umgekehrt wurden aus Diaphysenscheiben auch keine anderen Produkte herausgebohrt als längliche Perlen.

Neben den Perlen unterschiedlicher Art wurden runde Ringe herausgebohrt und zwar hauptsächlich oder ausschließlich kleinere runde Ringe ohne Gegenstand im Inneren (Abb. 75B).<sup>336</sup>

Die Phasenzugehörigkeit eines Gegenstandes, der einem Knopf sehr ähnlich ist (Abb. 68, Nr. 28), sowie einer dazu passenden Produktleiste in Bef. 195a (s. Absatz 3.3.2.5) ist unsicher und sollte im Zusammenhang mit vergleichbaren Funden von Knochenleisten und frühen Knöpfen aus Knochen von anderen Fundorten beurteilt werden (Kap. 4.2.2).<sup>337</sup>

<sup>336</sup> In Bef. 195 (mit Abfällen aus Produktionsphase 1 und 2) wurden einige Produktleisten mit Resten größerer Ringe gefunden, die um einen ring- oder zylinderförmigen Innegenstand herausgebohrt wurden. Sie werden wegen der großen Übereinstimmung mit den Ringleisten aus Produktionsphase 1 dieser Produktionsphase zugerechnet.

<sup>337</sup> Die Datierung und Phasenzugehörigkeit des in Bef. 195a enthaltenen Fundmaterials ist unklar. Obwohl diese Schicht nach PFROMMER stratigraphisch eindeutig älter ist als die Füllschichten mit Abfällen der Produktionsphase 1 und nach JUNKES überwiegend Keramik aus der Zeit um 1300 enthielt, sind die daraus geborgenen Paternosterabfälle der Form nach zum größeren Teil eindeutig der Produktionsphase 2A zuzuordnen und zum anderen Teil der Produktionsphase 0 (s. auch Kap. 2.3.2.1).

### 3. Produktionsphase 2B

Verglichen mit Bef. 475 in der großen Aufplanierung in Q1–Q5 (Ablagerungsphase Q12; Produktionsphase 2A) zeigen sich bei der Produktzusammensetzung von Bef. 609 in Schnitt 3 (Produktionsphase 2B) nur relativ geringfügige Änderungen. Die Produktpalette beschränkt sich weiterhin auf Perlen und runde Ringe. Auch im Verhältnis der Mengen zwischen beiden Produktgruppen scheint sich wenig geändert zu haben. Der deutliche Unterschied zwischen kleinen und großen runden Perlen ist jedoch verwischt und wurde durch eine gleitende Skala von kleineren bis größeren Perlen ersetzt, zwischen denen nur noch eine schmale Lücke von 1,4 mm beim Außendurchmesser zu erkennen ist. Wiederum wurden in den Ringleisten ausschließlich relativ kleine runde Ringe ohne Innengegenstand gefunden (bis ungefähr 13 mm Außendurchmesser). Bei einigen Ringen ist der Innendurchmesser jedoch so groß (etwa 6,5 mm), dass zu vermuten ist, dass sich darin ein Innengegenstand befunden hat, wenn dies auch nicht nachgewiesen wurde. Längliche Perlen wurden nicht in den Produktleisten und -scheiben dieses Befundes gefunden. Aus quer gesägten Diaphysenscheiben wurden kleine runde Perlen herausgebohrt. Diese erforderten keine größere Knochenwandstärke als die länglichen Perlen, die in Produktionsphase 2 aus Diaphysenscheiben herausgebohrt wurden. Dagegen konnten wegen ihrer geringeren Höhe dünnere Scheiben verwendet werden. So ließen sich aus einer Knochenröhre mehr Perlen herstellen (s. Kap. 3.4.5.4).

### 4. Produktionsphase 3

In Produktionsphase 3 fehlen quer gesägte Scheiben ebenso wie längliche Perlen. Dafür wird aber die Produktpalette um verschiedene neue Produkte erweitert: flache Ringe, Zylinder und zylindrische Ringe. Während die beiden letzten Produkte zahlenmäßig eine marginale Rolle gespielt zu haben scheinen, machen die Fragmente mit flachen Ringen etwa ein Viertel der Produktleisten aus. Perlen überwiegen in den Produktleisten weiterhin gegenüber runden Ringen.<sup>338</sup> Sowohl bei Perlen wie auch bei runden Ringen tauchen in den Befunden der Ablagerungsphase 3.IV (Bef. 785 und Fundkomplex 9) neue Durchmesser auf. Bei den Perlen wird damit die Lücke zwischen kleinen und großen Perlen ganz geschlossen. Bei den runden Ringen handelt es sich wiederum um größere Ringe.

Bereits in Bef. 472 und 333 (Ablagerungsphase 3.I bzw. 3.III) wurde ein leichter Anstieg des maximalen Außendurchmessers runder Ringe auf etwa 15 mm registriert. In den Befunden der Ablagerungsphase 3.IV dagegen, die vermutlich zum Teil jüngere Abfälle enthalten, wurden Reste von bedeutend größeren, runden Ringen gefunden, deren Außendurchmesser (21 bis 28 mm) zum Teil noch über dem der größten Ringe aus Phase 1 liegt. Innerhalb der Gruppe dieser großen runden Ringe sind Innenauffüllungen in Form großer runder Perlen vorhanden.

## 3.3.5 Die Unterscheidung von Bohrern oder Bohrprofilgruppen

### 3.3.5.1 Methodik

Wurde im vorigen Abschnitt festgestellt, welche unterschiedlichen Produkte in den jeweiligen Produktionsphasen vorgefunden wurden (Tab. 23), wird nachfolgend dargestellt, welche Ergebnisse der Versuch erbracht hat, zu unterscheiden, welche Bohrer bei der Herstellung der Produkte verwendet worden sein könnten. Dies erfolgte anhand einer Analyse der Daten und Maße der Produktreste und der Durchmesser der Bohrlöcher in den Produktleisten. Analysiert wurden Konzentrationen

<sup>338</sup> Im Vergleich zu den Stichproben aus Produktionsphase 2 steigt der Anteil der runden Ringe in den Produktleisten aus Bef. 472 und 333 leicht an (Phase 3.I bzw. 3.III), desgleichen nochmals in den Befunden der Phase 3.IV. Es ist nicht klar, inwiefern diese Unterschiede Entwicklungen in den Produktionsverhältnissen widerspiegeln. Dazu wäre eine Analyse der Gesamtheit der Leisten der betreffenden Komplexe erforderlich sowohl mit wie auch ohne Produktreste (s. Kap. 3.4).

und Lücken in der Streuung der verschiedenen Maße, ausgehend vom Außendurchmesser des Produkts. In zweiter Linie wurden die anderen Produktmaße berücksichtigt sowie sekundäre Merkmale der Bohrerform (wie z. B. die Form des Bruchrandes oder Formdetails der Produkte). Besondere Beachtung wurde der Zugehörigkeit zum Befund oder zum stratigraphischen Komplex gewidmet, wobei die Daten meist sowohl in Bezug auf jeden einzelnen Komplex als auch aus der Gesamtheit der Komplexe heraus analysiert wurden. Diese unterschiedlichen Daten wurden zu Gruppen von Negativen der Bohrprofile zusammengefasst, die den Anschein erweckten, als könnten sie mit ein- und demselben Bohrer herausgebohrt worden sein. Diese Gruppen wurden je nach Produkt in aufsteigender Nummerierung vom kleinen bis großen Produktaußendurchmesser mit sämtlichen dazu festgestellten Charakteristiken aufgelistet (Tab. 37 u. 38).

Eine klare Unterscheidung zwischen verschiedenen Bohrern wurde jedoch dadurch erschwert, dass sowohl die Bohrlöcher als auch die Produkte sich schon bei der Datenaufnahme in vielen Fällen nicht als rund, sondern als leicht oval erwiesen und im Durchmesser bis zu 0,5 oder 0,6 mm variierten (s. Kap. 3.1.3.2). Bei denjenigen Gruppen, deren Maße innerhalb einer Variationsbreite von 0,8 bis 1 mm eine Kurve mit zwei Spitzen aufwiesen, wurde angenommen, dass diese von nur einem Bohrer stammen.<sup>339</sup> Ähnliche Gruppen, deren Maße zu einer Kurve mit drei Spitzen führten, gaben dagegen Anlass, sie in zwei Bohrprofilgruppen einzuteilen, deren Ergebnis möglicherweise durch zwei unterschiedliche Bohrer hervorgerufen wurde, deren Maße sich überlappten. Als die sich überlappenden Daten voneinander getrennt wurden, wurde die Möglichkeit des Verschleißes bzw. Nachschleifens eines Bohrers in die Überlegungen mit einbezogen (s. Kap. 3.3.7.2).

Trotzdem verhindern es die oben genannten Faktoren, deutlich festzustellen, wie viele und welche unterschiedlichen Bohrer benutzt wurden. Es gibt aber noch einen weiteren Grund, der nachfolgend erläutert wird. Die voneinander unterschiedenen Gruppen sollten deshalb nicht als Stellvertreter für reale Bohrer betrachtet werden, sondern vielmehr als Gruppen von Produkten mit übereinstimmenden Formen und Maßen, die möglicherweise mit demselben Bohrer angefertigt wurden. Sie werden deshalb mit dem Wort „Bohrprofilgruppen“ beschrieben. Die entsprechenden Bohrer werden als „fiktive“ Bohrer bezeichnet. Zu dieser Klärung kam es allerdings erst im Verlaufe der im Folgenden dargestellten Analyse.

### 3.3.5.2 Nutzungsentwicklung und -kontinuität der Bohrer

Wenn man die unterschiedenen Bohrprofilgruppen auf eine Stufe mit Bohrern stellt, dann könnte die Zahl der unterschiedenen fiktiven Bohrer mit etwa 75 (25 Perlenbohrer, 31 Bohrer runder Ringe, 15 Bohrer flacher Ringe, drei Zylinderbohrer, ein möglicher Knopfbohrer und ein Bohrer für zylindrische Ringe) für eine einzelne Werkstatt sicherlich relativ hoch erscheinen. Einerseits mag diese Zahl nach oben hin dadurch beeinflusst worden sein, dass sich beim Nachschleifen die Form der Bohrerspitzen mehr oder weniger stark ändern konnte. Erfahrungen aus der Praxis lassen deshalb vermuten, dass auch damals die Bohrer sehr oft neu geschärft werden mussten (s. Kap. 3.1.3.2). Dabei können sich die Form und die Maße der Bohrerspitzen allmählich leicht verändert haben. Auch kann ein Bohrer bewusst neu in eine andere erwünschte Form geschliffen und/oder geschmiedet worden sein. Andererseits ist es möglich, dass ein neuer Bohrer in die gleiche oder eine sehr ähnliche Form wie ein bereits vorhandener Bohrer geschliffen wurde als Ersatz oder zur gleichzeitigen Nutzung. Die oben genannten Maßvariationen der Produktdurchmesser sowie Fehlermargen beim Messen können kleinere Unterschiede bei den Bohrern beseitigt haben. Das erschwert das Unterscheiden von Bohrern zusätzlich.

Andererseits kann man bei einem Großteil der Abfallsschichten an der Konstanzer Münzgasse (nämlich diejenigen mit primär gelagerten Abfällen) davon ausgehen, dass die Abfälle aus einem Befund innerhalb eines relativ kurzen Zeitabschnitts abgelagert wurden und damit auch überwiegend in-

<sup>339</sup> Solches war z. B. der Fall sowohl bei den Außendurchmessern der Produkte als auch bei den Durchmessern der Bohrlöcher der Bohrprofilgruppe 24 der runden Ringe (Tab. 37a) aus Produktionsphase 1.

Befund	Phase <sup>1</sup>	runde Ringe	flache Ringe	runde Perlen	längl. Perlen	Zylin-der	zy-lindr. Ringe	Knopf?	total
401/404	1 (Q6)	4		(1) <sup>2</sup>					4
625	1 (Q7)	6		(2) <sup>2</sup>					6
353, 356, 347	1 (Q8)	6							6
282	1 (Q9)	6							6
195	1/2 (Q3–Q11)	3		4	1			1	9
475	2A	4		5	3				12
609	2B	7		10					17
472	3.I	3	5	4		1			13
333	3.III	3	5	3		1			12
785	3.IV	7	6	5			1		19
830, 783–785, 790, 758	3.IV	7	5	5		2	1		20
Phase 1 total	1	11		3					14
Phase 2A total	2	7		7	3			1	18
Phase 2A/B total	2/3A	9		12	3			1	25
Phase 3 total	3B	9	15	9		3	1		36
1 Produktionsphase; Ablagerungsphasen nach PFROMMER in Klammern 2 mögliche Irrläufer aus späterer Produktionsphase nicht in „total“									

Tab. 25: Zahl der Bohrprofilgruppen pro Befund.

nerhalb eines kurzen Zeitabschnitts entstanden sind, während die oben genannten Störungsfaktoren in erster Linie auf längere Zeitabschnitte einwirkten. Deshalb ist es unter Umständen korrekt, die Anzahl der unterschiedlichen Bohrprofilgruppen in ein und demselben Befund als Indiz für die Zahl der etwa gleichzeitig benutzten Bohrer anzusehen. Diese Zahl steigt von etwa sechs Bohrprofilen oder Bohrern in der Produktionsphase 1 auf 17 Bohrprofile in Bef. 609 (Produktionsphase 2B) und fällt dann in Bef. 472 und 333 (Produktionsphase 3, Ablagerungsphase 3.I und 3.III) leicht auf zwölf bis 13 Profile (Tab. 25) zurück. Es ist nicht auszuschließen, dass der erneute Anstieg der Zahl der Bohrprofilgruppen in den umgelagerten Befunden der Phase 3.IV (Fundkomplex 8 und 9) von aus anderen Befunden umgelagerten Produktleisten beeinflusst wurde.<sup>340</sup>

In einer sich entwickelnden Werkstatt, in der im Laufe der Zeit zusätzlich neue Bohrer unter Weiterbenutzung der alten eingesetzt werden, ist ein Ansteigen der Zahl der benutzten Bohrer zu erwarten. Eine Abnahme und ein erneuter Anstieg wären in diesem Modell u. a. damit zu erklären, dass es in einer anderen Werkstatt einen Neuanfang gab.

Für eine solche Interpretation bedarf es der Übereinstimmung der Entwicklung der Bohrerzahlen mit den Entwicklungen in der Kontinuität bzw. Diskontinuität zwischen den unterschiedlichen Produktionsphasen beim Vorkommen der Produktleistengruppen, die möglicherweise mit dem gleichen Bohrer herausgebohrt wurden (Tab. 26).<sup>341</sup>

Die Produktleistengruppen mit runden Ringen zeigen unter diesem Aspekt eine viel stärkere Diskontinuität als die Gruppen der Perlen. Dies ist dadurch zu erklären, dass die entscheidenden Maße,

340 Bei den in Tab. 25 erwähnten Zahlen wurden jene Einzelstücke nicht mitgerechnet, bei denen eine Umlagerung aus anderen Schichten gut möglich wäre. Trotzdem ist nicht auszuschließen, dass die Zahlen für die Fundkomplexe 8 und 9 durch Vermischung mit Leistenfragmenten aus unterschiedlichen Phasen erhöht worden sind.

341 Zur Erforschung einer möglichen Kontinuität bei den Werkstätten sollte Folgendes beachtet werden: Wenn es schon nicht so war, dass die Bohrer von einer zur anderen Werkstatt wechselten, was nur in bestimmten Fällen als wahrscheinlich angenommen werden kann, dann können die Produkte einer Werkstatt als Formmuster für die Bohrerspitzen anderer Werkstätten gedient haben.

## a) Runde Ringe

Profil- gruppe	Phase 1		Phase 2A		Phase 2B	Phase 3			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1							X		
2				X	X				
3					X				
4	(x)								
5			X						
6				X	X				
7	X								
8								X	X
9					X				
10				X	X				
11		(x)				(x)		X	X
12					X				
13			X	(x)	X				X
14						X	X	X	X
15									(x)
16	X								
17								X	X
18	X								
19						X	(x)		
20	X	X							
21	X								
22	X								
23			X						
24	X	X	(x)						
25	X	X	X						
26	X								
27	X								
28								(x)	(x)
30								X	
31		(x)						(x)	
32									(x)

(x) Bohrprofilgruppe nur durch einige wenige Leisten vertreten

Tab. 26 (linke und rechte Seite): Vorkommen der Bohrprofilgruppen in den Fundkomplexen 1–9.  
1 (rechts oben): möglicherweise Irrläufer im Abfall der Phase 1.

wie auch deren Unterschiede, bei Bohrern für Perlen im Allgemeinen kleiner sind als bei Bohrern für Ringe. Dadurch entwickeln sich die entscheidenden Unterschiede bei den Bohrern für Perlen eher innerhalb der Margen der Messfehler oder der genannten Maßvariationen der Produktdurchmesser. So können sie leichter übersehen werden.

Bei den Bohrprofilgruppen der Ringleisten gibt es keine Kontinuität zwischen den Produktionsphasen 1 und 2A, auch nicht zwischen den Produktionsphasen 2B und 3. Hingegen sind alle vier Bohrprofilgruppen von Ringleisten aus Bef. 475 (Phase 2A) auch in Bef. 609 (Phase 2B) wieder aufzufinden und zwar stets mit leicht abweichenden Maßen. Diese Verschiebungen sind in drei von vier Fällen problemlos auf eine Entwicklung bei den Bohrern zurückzuführen.<sup>342</sup>

## b) Runde Perlen

Profil- gruppe	Phase 1 <sup>1</sup>		Phase 2		Phase 2B	Phase 3			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1						X		X	
2					X				(x)
3	(x)		X	X					
4				X					
5					X	X	X	X	(x)
6	(x)		X						
7a	(x)	(x)	X					(x)	
8					X				
9				X					
10				X	X	X	X	X	X
11								X	(x)
12					(x)			(x)	X
13								(x)	X
14					X				
15			(x)		(x)	X	X	(x)	X
16	X				X				
17					X				
18					X				
19				X					
20									X

## c) Längliche Perlen

Profil- gruppe	Phase 11		Phase 2A		Phase 2B	Phase 3			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	(x)								
2			X	X					(x)
3				X				(x)	(x)
4				X					(x)
5									(x)

Für die Annahme, dass es eine Kontinuität bei der Benutzung von Bohrern gibt, spricht in diesem Fall zusätzlich, dass alle vier Gruppen nur in den beiden genannten Fundkomplexen gefunden wurden, in denen Ringe zahlenmäßig eine relativ unbedeutende Rolle spielen (Tab. 23; s. auch Kap. 3.4). Wenn ein Bohrer nur selten benutzt wird, kann er länger eingesetzt werden und es lohnt sich

342 Im jüngeren Bef. 609 sind die Innendurchmesser größer und die Wulsthöhen kleiner, was durch eine Verkürzung der Seitenspitzen bewirkt worden sein könnte. Beim vierten fiktiven Bohrer sind die Verhältnisse umgekehrt. Diese stützen sich jedoch auf Maße von einem einzigen Produktleistenfragment, die außerdem nicht exakt gemessen werden konnten.

weniger, einen neuen Bohrer anzuschaffen. Bemerkenswert ist auch, dass es zu allen fünf Bohrprofilgruppen aus Bef. 475 (Phase 2A), die sich auf Bohrungen von Perlen beziehen, aus Bef. 609 (Phase 2B) eine Bohrprofilgruppe gibt, deren Produkt- und Lochmaße innerhalb einer Spanne von 0,8 mm verschoben sind, also im Prinzip von demselben Bohrer stammen könnten. Es war nicht möglich, die Verschiebungen ohne Weiteres durch ein Nachschleifen des Bohrers zu erklären.<sup>343</sup> Sie stimmen allenfalls in vier der fünf Fälle darin überein, dass die Maße in den Leisten aus dem jüngeren Bef. 609 kleiner sind. Wenn man diese leicht unterschiedlichen Gruppen von Leisten, aus denen Perlen herausgebohrt wurden, zusammennimmt, dann liegt der Unterschied zwischen Bef. 475 (Phase 2) und Bef. 609 (Phase 2B) – sowohl bei den Gruppen von Leisten, aus denen Ringe gebohrt wurden, als auch bei denjenigen für Perlen – lediglich darin begründet, dass zusätzlich neue Leistengruppen eingeführt wurden. Dies ist sehr wohl mit dem oben dargestellten Modell einer sich entwickelnden Werkstatt in Einklang zu bringen.

Nachdem, wie oben erwähnt, die Zahlen der vorhandenen Leistengruppen pro Befund von Phase 2B zum Anfang der Phase 3 (Bef. 472 und 333) abgenommen hatten, war eine Wiederholung dieses Musters in der Zunahme der Gruppenzahlen innerhalb Phase 3 zu erkennen. Während der Deutung einer Werkstattkontinuität von Phase 2A zu Phase 2B wenig im Wege steht, ist es problematischer, diese Wiederholung des Musters entsprechend dem Modell als den Neuanfang einer anderen Werkstatt einzuordnen. So kann die Zunahme der Gruppenzahl pro Befund in den jüngeren Befunden der Phase 3 (Fundkomplex 8 und 9) durch eine Mischung der Funde aus verschiedenen Schichten verursacht worden sein, auch wenn diese als Ganzes jünger sind als die Funde aus Bef. 472 und 333 (Fundkomplex 6 und 7).

Anders als in Bef. 475 und 609 in den analysierten Fundkomplexen der Phase 3, enthalten gerade diejenigen Leistengruppen die höchsten Zahlen an Leisten und somit folglich diejenigen Bohrer, die am intensivsten genutzt wurden, bei denen es eine Kontinuität von den älteren zu den jüngeren Befunden gab. Es ist kaum auszuschließen, dass die Bohrer für die Herstellung dieser gängigsten Produkte durch neue, identische ersetzt oder von anderen Werkstätten imitiert wurden. So kann aus der genannten Kontinuität dieser Bohrprofilgruppen nicht ohne Weiteres eine Kontinuität der Bohrer hergeleitet werden. Hingegen spricht die Übereinstimmung in der übrigens sehr spezifischen Produktformenpalette beider Gruppen von Fundkomplexen der Produktionsphase 3 dafür, dass sie aus der gleichen Werkstatt stammen.

Letzteres trifft jedoch nicht für die Kontinuität zu, die drei Bohrprofilgruppen für Perlen von Phase 2A bis zu den Befunden der Phase 3.IV aufweisen. Unter ihnen befinden sich wiederum zwei der häufigsten. Auch hier muss mit der Möglichkeit gerechnet werden, dass die gängigsten Bohrer kopiert wurden. Dies kann jedoch ebenso gut innerhalb der gleichen Werkstatt wie zwischen unterschiedlichen Werkstätten geschehen sein.

Eine Kontinuität der Bohrprofilgruppen von Phase 1 nach Phase 2A beschränkt sich auf wenige, vereinzelte Perlenleisten, deren stratigraphische Aussagekraft zweifelhaft ist. So bleibt aufgrund der möglicherweise mit dem gleichen Bohrer ausgebohrten Produktleisten zum einen der Eindruck einer Diskontinuität von Produktionsphase 1 zu 2 bestehen, zweitens einer möglichen Kontinuität zwischen Phase 2A und 2B, während drittens zu einer (Dis-)Kontinuität von Phase 2B zu 3 keine Aussagen gemacht werden können.

### 3.3.6 Technische Eigenheiten einiger Formdetails der Bohrerspitzen

#### 3.3.6.1 Die Form der Bohrlochwand

In Kap. 3.1.3.2 wurde bereits beschrieben, dass die Wände der Bohrlöcher und die Stoßgrate unterschiedlich geformt sein können, abhängig von der Form der Außenseite der Seitenarme der Boh-

<sup>343</sup> In vier der fünf Fälle wurden die kongruenten Leistengruppen unterschiedlichen Bohrprofilgruppen zugeteilt.

	zylindrisch		leicht konisch		konisch	total
	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	Zahl
quer gesägte Scheiben	50	100	0	0	0	50
runde Perlen	580	99	5	1	0	585
Zylinder	4	66	0	0	2	6
Knopf?	0	0	1	100	0	1
runde Ringe	95	40	143	60	1	239
flache Ringe	95	100	0	0	0	95
zylindrische Ringe	1	100	0	0	0	1

Tab. 27: Lochwandform (Produktionsphase 1–3).

Fundkomplex	Nr.	Produktionsphase	zylindrisch		leicht konisch		konisch		total
			Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl
	1	Phase 1	3	2,4	124	97,6	0	0	127
	2	Phase 1/2A	2	28,6	5	71,4	0	0	7
	3	Bef. 195 (Phase 1/2A)	3	37,5	4	50,0	1	12,5	8
	4	Bef. 475 (Phase 2A)	5	62,5	3	37,5	0	0	8
	5	Bef. 609 (Phase 2B)	4	36,4	7	63,6	0	0	11
	6	Bef. 472 (Phase 3.I)	8	100,0	0	0	0	0	8
	7	Bef. 333 (Phase 3.III)	8	100,0	0	0	0	0	8
	8	Bef. 785 (Phase 3.IV)	34	100,0	0	0	0	0	34
	9	diverse Bef. Phase 3.IV	28	100,0	0	0	0	0	28
		<b>total</b>	<b>95</b>	<b>39,8</b>	<b>143</b>	<b>59,8</b>	<b>1</b>	<b>0,4</b>	<b>239</b>

Tab. 28: Bohrlochwandform bei runden Ringen pro Fundkomplex.

rierspitze (Abb. 37). In dieser Form sind an den Produktleisten bei den verschiedenen Produkten unterschiedliche Entwicklungen zu erkennen (Tab. 27).

Perlen wurden in allen Fundkomplexen fast ausschließlich mit nahezu vertikaler Bohrlochwand und scharfer Ecke von der Lochwand zum Stoßgrat herausgebohrt (Abb. 37, Nr. 5). In Einzelfällen (weniger als 1% aller Leisten für Perlen) ist die Ecke zum Stoßgrat gerundet (Abb. 37, Nr. 4) und zwar bei Perlen, deren Maße mit Perlen übereinstimmen, die mit scharfeckigem Stoßgrat herausgebohrt wurden.<sup>344</sup> Diejenigen quer gesägten Knochenscheiben und länglichen Perlen, die aufgenommen wurden, wurden ausnahmslos mit nahezu vertikaler Lochwand und scharfeckigem Stoßgrat herausgebohrt (Abb. 37, Nr. 5).

Bei runden Ringen ist von Produktionsphase 1 zu Phase 3 eine Entwicklung von leicht konischer zu zylindrischer Bohrlochwand zu beobachten (Tab. 28). In Phase 1 wurde ausschließlich mit leicht konischer Lochwand ausgebohrt (Abb. 37, Nr. 2). Der Stoßgrat ist im Allgemeinen sehr kurz. Das deutet darauf hin, dass die Spitze der Seitenarme des Bohrers spitz geschliffen wurde. Zwischen Stoßgrat und Lochwand ist oft keine Ecke festzustellen. Besonders bei Ringen mit zylinderförmigen Innengegenständen kommen auch breitere Stoßgrate mit scharfer Ecke zur Lochwand vor.

Unter den wenigen aufgenommenen Produktleisten mit runden Ringen der Produktionsphasen 2A und 2B befinden sich sowohl Ringe, die mit leicht konischer oder fast vertikaler Lochwand

<sup>344</sup> Drei Leistenfragmente aus Bef. 475 unter 103 Fragmenten mit ähnlichen Bohrermaßen (Fundnr. 01/474-258, -6305, -6310); zwei von drei Fragmenten aus Bef. 609 mit ähnlichen Bohrermaßen (Fundnr. 01/573-7 und -63). Es betrifft in beiden Fällen die gängigsten Bohrprofilgruppen, die in allen Fundkomplexen ab Bef. 475 gefunden wurden. Deshalb lässt sich nur schwer feststellen, ob sie als Abfälle von ein und demselben Bohrer zu betrachten sind.

und gerundeter Ecke zum Stoßgrat herausgebohrt wurden (Abb. 37, Nr. 4), als auch Ringe, die mit (nahezu) vertikaler Lochwand und scharfer Stoßgratecke herausgebohrt wurden (angedeutet mit „zylindrisch“: Abb. 37, Nr. 5). Bemerkenswert dabei ist, dass anfangs (in Fundkomplex 2 und 3: Produktionsphase 1 bis 2A) in neu auftretenden Bohrprofilgruppen – d. h. mit Bohrern der ersten Generation – ausschließlich zylindrisch gebohrt wurde, während später – in Bef. 609 (Produktionsphase 2B) – mehr als die Hälfte der runden Ringe aus den Produktleisten mit leicht konischer Wand herausgebohrt wurde, sowohl mit neuen Maßen als auch mit bereits in Produktionsphase 2A vorkommenden Maßen.<sup>345</sup>

In Produktionsphase 3 hatten alle Bohrlöcher für Ringe, runde sowie flache, eine nahezu vertikale Lochwand mit scharfer Ecke zum Stoßgrat (Abb. 37, Nr. 5). In der gleichen Produktionsphase gab es bei Zylindern, die von zwei Seiten herausgebohrt wurden, ebenfalls Bohrlöcher mit zylindrischer Lochwand. Zwei Leisten, bei denen der Zylinder von *einer* Seite herausgebohrt wurde, hatten jedoch eine stark konisch zulaufende und konkav gebogene Lochwand mit scharfer Ecke zum Stoßgrat (Abb. 71B).

Ähnlich konkav konisch zulaufend sind auch die Wände vieler der Löcher der Produktionsphase 0, aus denen unbekannte Objekte von einer Seite sowie runde Ringe von zwei Seiten herausgebohrt wurden (s. Kap. 3.4.2; Abb. 83). Eine ähnliche Form der Lochwand haben auch die Durchbohrungen in einer Knochenleiste aus der Konstanzer Neugasse mit einer einseitig ausgebohrten Scheibe mit konvexer Oberseite (ein Knopf?; Abb. 109).<sup>346</sup> Im Gegensatz zu den einseitig herausgebohrten Zylindern der Phase 3.IV waren bei den genannten einseitigen Durchbohrungen die Spitzen der Seitenarme spitz geschliffen, so dass keine Ecke zum Stoßgrat zu erkennen ist.

Eine Erklärung für diese Entwicklungen ist in der stabilisierenden Wirkung zu suchen, die eine konisch zulaufende Lochwand auf den Bohrer hat, gegenüber einer zylindrischen Lochwand, bei der der Widerstand gemindert ist und deshalb Arbeitskraft und Zeit gespart wird (s. Kap. 3.1.3.2). Eine solche stabilisierende Wirkung hängt mit der Größe des Durchmessers des Bohrers bzw. Bohrloches im Verhältnis zur Wandhöhe der Bohrseite bzw. der Höhe des herauszubohrenden Objektes zusammen. Der Vorteil einer konischen Lochwand – d. h. dass die Seitenteile des Bohrers an den Spitzen an der Außenseite konisch geformt sind – ist umso größer, je größer der Durchmesser im Verhältnis zur Höhe der Lochwand ist und damit auch zur Objekthöhe. Der Effekt des schräg stehenden Bohrers ist bei einem runden Ring mit großem Durchmesser und geringer Höhe ausgeprägter als bei einer kleinen runden Perle mit kleinem Durchmesser und verhältnismäßig hoher Lochwand. Erstens ist der Höhenunterschied zwischen beiden Seiten des Bohrprofils bei einem Bohrer mit großem Durchmesser für Ringe mit geringer Höhe sowohl absolut als auch relativ gesehen größer. Zweitens wirkt sich der nachteilige Effekt, der dadurch erzeugt wird, bei einer runden Perle durch ihre Form weniger stark aus als bei einem runden Ring: Die Perle bleibt rund, der Ring wird an einer Seite hoch, an der anderen Seite dünn und bricht leicht.

In dem vergleichsweise schmalen Bohrloch einer länglichen Perle dagegen, sorgt die relativ hohe Lochwand, die im Verhältnis noch höher ist als die für eine runde Perle, in gewissem Maße dafür, dass der Bohrer nicht schräg gehalten wird. Wahrscheinlich übt auch bei der Bohrung einer runden Perle die Lochwand ein wenig diesen Effekt aus. Eine Änderung der Richtung der Drehspuren an der Lochwand ist zwischen beiden Bohrseiten bezeichnenderweise v. a. bei Bohrlöchern für Ringe zu beobachten und kaum bei Bohrlöchern für Perlen.

Insoweit stimmt das oben beschriebene Verhältnis zwischen den Wandformen der Bohrlöcher und den unterschiedlichen Produkten mit den Erwartungen überein, die sich aus den Überlegungen zum stabilisierenden Effekt der konischen Bohrlochwand ergeben. Es lässt sich jedoch nicht der

345 Alle leicht konisch herausgebohrten Ringe aus Fundkomplex 2 und 3 (Abfälle aus Produktionsphase 1 und 2A) können wegen ihrer übereinstimmenden Maße mit Bohrern der Phase 1 herausgebohrt worden sein, während alle zylindrisch herausgebohrten Ringe neue Maße zeigen. Dadurch nimmt der Gesamtanteil der leicht konisch herausgebohrten Ringe in Tab. 28 von Fundkomplex 2 bis 4 ab.

346 Fundnr. 85/238, nicht datiert.

Wandel von der leicht konischen zur zylindrischen Lochwand bei den runden Ringen erklären und auch nicht das vollständig zylindrische Herausbohren der flachen Ringe in Produktionsphase 3. Bei Bohrungen für flache Ringe ist die Objekt- bzw. Lochwandhöhe im Verhältnis zum Durchmesser noch kleiner als bei runden Ringen. Durch den flachen Wulst wird nahezu keine und durch die Lochwand nur eine geringe stabilisierende Wirkung in horizontaler Richtung erzeugt. Der Bohrer wird deshalb v. a. durch die Innenauffüllung stabilisiert. Sowohl bei flachen wie auch bei runden Ringen sind in der Produktionsphase 3 ausschließlich zylinder- bis perlenförmige Innenauffüllungen zu verzeichnen. Wie in Kap. 3.3.5 erwähnt, geht von diesen zylinder- bis perlenförmigen Innenauffüllungen eine stärker stabilisierende Wirkung aus als von den ringförmigen Innenauffüllungen oder Innenringen, die in den Produktleisten der Produktionsphase 1 innerhalb der runden Ringe überwiegen. Deshalb ist eine Beziehung zwischen dem Wechsel von ring- zu zylinderförmigen Innengegenständen und dem Wechsel von leicht konischen zu zylindrischen Lochwänden zwischen den Produktionsphasen 1 und 3 zu vermuten. Lässt man die Perlenproduktion außer Betracht,<sup>347</sup> so scheint in der Produktionsphase 1 generell die stabilisierende Wirkung leicht konischer Lochwände dem Nachteil des größeren Zeit- und Arbeitsaufwandes sowohl bei ring- wie auch zylinderförmigen Innengegenständen vorgezogen worden zu sein. Für Phase 1 ließen sich nun folgende, rein hypothetische Bemerkungen anschließen. Man entschied sich für eine Verdopplung der Materialausnutzung durch das Herausbohren von Innengegenständen und für leicht konische Lochwände. Dabei wurden die relativ hohen Fehlerquoten sowie der Arbeits- und Zeitaufwand bewusst oder unbewusst in Kauf genommen. So ist z. B. der Anteil der Produktleisten an der Gesamtheit der Leisten aus Produktionsphase 1 relativ hoch (s. Kap. 3.4.3.5). Die schlechtere Stabilisierung der Bohrer bei der Bohrung von zwei Ringen im Vergleich zu den Bohrungen mit Innenzylindern oder -perlen könnte eine höhere Fehlerquote bewirkt haben. Das könnte der Grund dafür sein, dass Bohrungen mit Resten von zwei Ringen gegenüber Bohrungen mit Innenzylindern in den Produktleisten überwogen, weil diese ja immerhin als Leisten mit Fehlbohrungen zu betrachten sind. Es ist denkbar, dass die stabilisierende Wirkung der zylindrischen Innenauffüllung erst dadurch ins Bewusstsein rückte, dass die Fehlerquote bei ihr viel geringer war.

In den Produktionsphasen 2A und 2B, in denen neben zylindrisch herausgebohrten Perlen ausschließlich runde Ringe ohne Innenauffüllung herausgebohrt wurden, waren die Lochwände der Ringbohrungen – vielleicht unter dem Einfluss der Perlen – sowohl leicht konisch als auch zylindrisch. Der relativ kleine Außendurchmesser dieser Ringe und die schwere Mittelspitze haben in diesen Fällen vermutlich für eine höhere Bohrerstabilität gesorgt. Das Breiten-Höhen-Verhältnis liegt dem kleineren Durchmesser zufolge auch mehr bei der Höhe als in den meisten Ringbohrungen der Produktionsphasen 1 und 3.

Ein weiterer Faktor könnte bei der Form der Lochwand eine Rolle gespielt haben, nämlich der Umfang der Produktion. Bei einer Produktion kleineren Umfangs spielt ein größerer Arbeits- und Zeitaufwand pro Bohrung, die man bei einer konischen Bohrlochwand erwarten kann, eine weitaus geringere Rolle als bei einer Massenproduktion. Die Wahl stark konischer Lochwände bei Zylindern oder Knöpfen, die in geringeren Zahlen angefertigt wurden als Perlen, verwundert bei diesem Sachverhalt nicht. Bei Funden durchbohrter Leisten von anderen Fundorten wurden Leisten mit konischer Bohrlochwand ausschließlich in Fundkomplexen geringen Umfangs gefunden, während die größten Fundkomplexe sämtlich in erster Linie zylindrisch ausgebohrte Löcher verzeichnen. Auch unter den Leistenfunden der Konstanzer Münzgasse ist die Produktionsphase 1 mit ihren fast ausschließlich leicht konisch ausgebohrten Bohrlöchern zahlenmäßig weitaus seltener vertreten als die Produktionsphasen 2 und 3 (s. Kap. 2). Die leicht konische Lochwandform bei den Funden dieser Phase deckt sich also mit der Hypothese, dass in dieser Phase nur in geringem Umfang produziert wurde. Bemerkenswert ist, dass die Bohrlöcher der Produktionsphase 0, deren Abfall in viel geringerem Maße anfällt als bei Produktionsphase 1, noch stärker konisch ausgebohrt wurden.

---

347 In Kap. 3.4.3.1 zeigt eine Analyse an der Gesamtheit der durchbohrten Leisten und Scheiben – mit sowie ohne Produktreste – dass Perlen nicht zur Produktion der Phase 1 gehörten.

### 3.3.6.2 Die Stärke der Enden der Bohrerspitzen

#### A. Die Seitenarme

Beim Herausbohren eines Gegenstandes schleifen die Seitenarme der Bohrerspitze zwischen der Bohrlochwand und dem Gegenstand einen Streifen Knochenwand ab (Abb. 76; 37). Dadurch entsteht eine Differenz zwischen dem Außendurchmesser des Produktes und dem Durchmesser des Bohrloches, variierend von 0,2 bis 2,5 mm (Tab. 29, vgl. Tab. 37 und 38). Um anhand eines ausgebohrten Loches einen Anhaltspunkt für den Produktdurchmesser zu bekommen, muss diese Differenz vom gemessenen Durchmesser des Bohrloches abgezogen werden. Für die einzelnen Bohrprofilgruppen in den Produktleisten berechnet, variieren die Mittelwerte in der Regel bei Perlen von 0,9 bis 1,6 mm, bei Ringen von 0,6 bis 1,5 mm. Bei beiden gibt es Ausnahmen von bis zu 2 mm (Tab. 29).

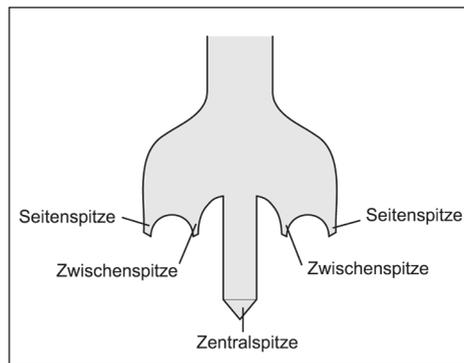


Abb. 76: Schematische Darstellung einer Bohrerspitze mit Benennung ihrer Bestandteile.

Um die Breite der Spitze des Seitenarmes zu errechnen, muss diese Differenz halbiert werden. Damit steht zugleich die Breite des Stoßgrats fest. Bei Bohrlöchern mit leicht konisch ausgebohrter Lochwand ist die gemessene Differenz im Durchschnitt bedeutend kleiner als bei zylindrisch ausgebohrten Löchern, da bei den Erstgenannten – wie im vorigen Absatz (3.3.6.1) erläutert – der Stoßgrat zum Teil sehr schmal sein kann: im Durchschnitt 0,34 mm mit Werten von 0,1 bis 0,7 mm (Tab. 29).

Deutliche Unterschiede sind zwischen den Mittelwerten der Differenzen von Bohrloch- und Produktdurchmessern bei den verschiedenen Produktformen zu verzeichnen. Dabei wächst die Differenz mit dem Anwachsen der Produkt- *casu quo*/bzw. Lochwandhöhe im Verhältnis zur Breite oder zum Produkt- *casu quo*/bzw. Bohrlochdurchmesser. So ist die mittlere Differenz bei länglichen Perlen in Scheiben am größten (1,45 mm), während die mittlere Differenz bei runden Perlen (1,3 mm) größer ist als die bei zylindrisch herausgebohrten runden sowie flachen Ringen (1 mm). Umgerechnet auf Stoßgrat- oder Bohrerspitzenbreite wäre diese bei länglichen Perlen durchschnittlich 0,9 mm, bei runden Perlen 0,7 mm und bei Ringen 0,5 mm. Bemerkenswert ist auch, dass bei runden Perlen, die aus quer gesägten Knochenscheiben zylindrisch herausgebohrt wurden (Produktionsphase 2B), geringere Differenzen gemessen wurden als bei länglichen Perlen in ähnlichen Knochenscheiben. Diese Tendenz kann nicht vom Spiel des Bohrers verursacht worden sein, da das Spiel ja gerade bei größerer Produkthöhe kleiner wird. Die Erklärung liegt darin, dass durch die größere Höhe länglicher Perlen eine größere Länge des Seitenarmes impliziert wird, der dadurch mehr Widerstand erfährt und deshalb stärker sein sollte.

Die Senkung der Mittelwerte der Differenz zwischen Bohrloch und Produkt von 1,4 auf 1,2 mm sowie die sich daraus ergebende Verringerung der Stoßgratbreite von 0,7 auf 0,6 mm bei der Bohrung von Perlen in Bef. 475, 609 und 472 – gegenüber denen aus älteren und jüngeren Befunden

	Breite der Außenarme		Breite der Zwischenarme		Breite der Zentralspitzen			Unterschied Loch-/Produkt-Dm.	
	Dsn.	Zahl	Dsn.	Zahl	Dsn.	Zahl	Bemerkung	Dsn.	Zahl
längliche Perlen (Produktionsphase 2A)	0,73	23			1,91	21		1,45	23
runde Perlen in Scheiben (Phase 2B)	0,49	29			1,84	46		0,98	29
runde Perlen in Leisten	0,63	549			1,97	498		1,27	549
Bef. 195 (Phase 1/2A)	0,68	23			1,81	22		1,36	23
Bef. 475 (Phase 2A)	0,60	184			1,92	175		1,21	184
Bef. 609 (Phase 2B)	0,59	129			1,82	100		1,18	129
Bef. 472 (Phase 3.I)	0,62	57			1,87	54		1,24	57
Bef. 333 (Phase 3.III)	0,75	42			2,04	40		1,50	42
diverse Bef. Phase 3.IV	0,70	102			2,16	61		1,41	102
runde Ringe	0,43	211	0,40	126	3,17	108		0,85	211
ohne Innengegenstand, Lochwand leicht konisch	0,34	4			3,40	5		0,68	4
ohne Innengegenstand, Lochwand zylindrisch	0,59	9			3,51	9		1,17	9
um Innenring, Lochwand leicht konisch	0,35	59	0,40	50	3,64	46		0,69	59
zylindr. Innenauffüllung, Lochw. leicht konisch	0,50	5	0,46	5	3,40	3	Phase 1	0,99	5
perlenförm. Innenauffüllung, Lochw. leicht konisch	0,34	12	0,41	12	3,24	13	Phase 1; 3,19	0,68	12
perlenförm. Innenauffüllung, Lochw. zylindrisch	0,54	39	0,36	39	2,60	41	Phase 3; 2,20	1,07	39
flache Ringe, Lochwand zylindrisch	0,52	85	0,42	63	2,60	52		1,03	85
<b>total</b>	<b>0,57</b>	<b>897</b>	<b>0,41</b>	<b>189</b>	<b>2,18</b>	<b>725</b>		<b>1,14</b>	<b>897</b>

Tab. 29: Stärke der Bohrspitzen (Dsn. = Durchschnittswerte in mm; Dm. = Durchmesser).

mit vermischtem Inhalt (Tab. 29) – könnten durch Messdifferenzen verursacht worden sein. Bei der Bohrung von Ringen sind keine deutlichen Entwicklungen in den Mittelwerten zwischen den unterschiedlichen Fundkomplexen oder Produktionsphasen festzustellen.

Auch wachsen die Mittelwerte bei den verschiedenen Produkten nicht mit dem Durchmesser des Bohrloches oder dem Außendurchmesser des Produktes an, wenngleich die runden Ringe mit den größten Durchmessern (über 21 mm) meist relativ breite Stoßgrate zu verzeichnen haben (0,7 bis 1 mm).

#### B. Die Zwischenspitzen

Ähnlich wie bei den Seitenarmen des Bohrers schleifen die Zwischenspitzen bei der Bohrung von Ringen mit einem Gegenstand im Inneren einen Streifen Knochenwand zwischen den Gegenständen im Inneren und Äußeren ab. Dabei wird an der Außenwand des Innengegenstandes ein Stoßgrat herausgefräst, der sich zur Innenwand des äußeren Gegenstandes hin konisch verjüngt und dort völlig abgeschliffen wird (Abb. 71). Dadurch werden der Innen- und der Außengegenstand an der Innenwand des äußeren Gegenstandes voneinander abgeschnitten. Die mittlere Breite dieses Stoßgrats beträgt sowohl bei flachen als auch bei runden Ringen 0,4 mm (s. Tab. 29). Darin sind weder Unterschiede zwischen den Fundkomplexen und den Produktionsphasen zu verzeichnen noch zwischen den Formen der Bohrlochwände, auch nicht zwischen den verschiedenen Formen der Gegenstände im Inneren. Es ist allerdings aufgefallen, dass bei Bohrungen von zwei Ringen mit leicht konischer Bohrlochwand aus Produktionsphase 1 die Ecke zwischen Ober- und Unterfläche des Stoßgrats größer ist und der Übergang vom Innenring zum Stoßgrat fließend, so dass der Stoßgrat kaum auffällt und als Teil der Außenwand des Innenrings angesehen werden kann (Abb. 71B). Bei zylindrischen bis perlenförmigen Innenauffüllungen aus derselben Produktionsphase setzt der Stoßgrat sich deutlich mit einer scharfen Ecke vom inneren Gegenstand ab (Abb. 71C). Dies ist ein weiterer Hinweis darauf, dass die Innenringe als Produkt vorgesehen waren, während zylindrische oder perlenförmige Innenauffüllungen von Anfang an als Innenauffüllungen gedacht waren.

#### C. Die Zentralspitze

Anders als bei den Zwischen- und Außenspitzen des Bohrers, wächst die Breite der Zentralspitze, hergeleitet aus dem Durchmesser des Innenloches oder Innendurchmessers des (inneren) Gegenstandes, bei allen Produktformen mit dem Durchmesser des Bohrloches/Außendurchmesser des Produktes (Tab. 30). Die Breite variiert bei Ringen von 2,2 bis 4,5 mm, bei Perlen von 1,3 bis ebenfalls 4,5 mm. Dabei weist die Verteilung dieser Breitenmaße in allen Phasen eine Spitze zwischen 1,7 und 2,2 mm auf. Bei vergleichbaren Außendurchmessern sind Unterschiede in der Breite der Zentralspitzen zwischen unterschiedlichen Produktformen und Innengegenständen zu bemerken. So fällt auf, dass die Breiten der Zentralspitzen bei flachen Ringen (mit perlenförmigen Innenauffüllungen) aus Produktionsphase 3 im Verhältnis kleiner sind als bei vergleichbaren runden Ringen mit perlenförmigen Innenauffüllungen der gleichen Produktionsphase sowie der Produktionsphase 1 (Tab. 30). Weniger erstaunlich ist es, dass bei Letzteren die Breiten der Zentralspitzen wiederum kleiner sind als bei den Bohrungen mit zwei Ringen in der Produktionsphase 1. Auffallend dagegen sind die großen Innendurchmesser einiger zylinderförmiger Innenauffüllungen aus derselben Produktionsphase, welche die Innendurchmesser von Ringen im Inneren mit vergleichbaren Durchmessern der Bohrlöcher sogar übertreffen.

Die Innendurchmesser der perlenförmigen Innenauffüllungen runder Ringe mit kleineren Außendurchmessern stimmen in etwa mit denen von Perlen mit vergleichbaren Außendurchmessern überein. Die Innendurchmesser der großen Perlen jedoch sind größer. Runde und längliche Perlen haben vergleichbare Innendurchmesser bei vergleichbaren Außendurchmessern.

Bei Bohrungen ohne Innenauffüllung wird der Durchmesser der Zentralspitze v. a. vom erwünschten Innendurchmesser des Produktes abhängen. Dieser ist bei Ringen im Allgemeinen größer als bei Perlen und wird bei beiden Produktformen mit einem Ansteigen des Außendurchmessers ebenfalls ansteigen. Daneben erhöht sich das Risiko, dass eine Spitze unterhalb einer bestimmten Stärke

runde Ringe					flache Ringe			Perlen	
Fund-komplex	Bohr-profil-gruppe	Durch-schnitt	Zahl	Innengegen-stand	Durch-schnitt	Bohr-profil-gruppe	Zahl	Durch-schnitt	Typ
								1,5–1,7	kleine Perle
7	1	2,2	1	kein				1,6–1,9	kleine Perle
5	2	2,9	3	kein				2,6–2,7	kleine Perle
1	4	2,9	1	kein				2,3	kleine Perle
9	3	3,2	2	kein				2,7–2,8	kleine Perle
3	5	3,7	1	kein					
4/5	6	3,4	3	kein				2,2/2,6	kleine Perle
								2,6	kleine Perle
1	7	2,5	2	perlenförmig					
	8							2,2	kleine Perle
	9							2,5	kleine Perle
4/5	10	4,2	2	kein?	1,4	1	1		
2–6	11	2,4	12	perlenförmig				3	große Perle
5	12								
5–9	13	4,5	5	kein	2,1	3	11		
8	14	2,3	10	perlenförmig				4,5	große Perle
9	15					2			
1	16	2,9	1	Ring	2,1	3	11		
8	17	2,7	13	perlenförmig				3,2	große Perle
1	18	3,6	1	zylindrisch					
6	19	2,5	2	perlenförmig					
1	20	3,5	1	zylindrisch					
					3	4	4		
1	21	3,1	1	zylindrisch					
1	22	3,1	2	perlenförmig					
3	23	3,5	1	perlenförmig					
1	24	3,5	34	Ring					
					2,5	6/8	3/2		
1	25	3,3	11	perlenförmig	3,2	9	3		
1	26	5,0	1	Ring	2,2	7	3		
					2,8	10	5		
					3,2	11	3		
					2,2	13	1		
					2,9	12	11		
					2	14	2		
8	28	3,6	1	perlenförmig	2,6	15	2		
10	27	4,2	1	Ring					
					2,6	16	1		
8	30	4,2	2	große Perle					
2/8	31	3,6	1	große Perle					
9	32	4,2	1	große Perle					

Tab. 30: Zentralspitzenbreiten bei vergleichbaren Außendurchmessern (runde Ringe verglichen mit flachen Ringen und Perlen; Durchschnittswerte in mm).

abbricht. Dieses Risiko wächst, wenn das Spiel des Bohrers zunimmt, u. a. bei der Vergrößerung des Durchmessers des Bohrloches und beim Abnehmen der Höhe der Lochwand. Damit lässt sich sowohl die starke Beziehung zwischen der Breite der Zentralspitzen und dem Außendurchmesser der Produkte erklären als auch die deutlich größeren Breiten der Zentralspitzen bei Einfachbohrungen von Ringen ohne Gegenstand im Inneren als bei Bohrungen von Perlen mit vergleichbarem Außendurchmesser.

Dagegen erfährt eine breitere Zentralspitze mehr Widerstand beim Ausbohren des Zentralloches, so dass mehr Arbeits-/Zeitaufwand erforderlich ist. Diese Vergrößerung des Aufwands wiegt schwerer, wenn die zu durchbohrende Knochenwand stärker ist. Außerdem spielt eine Arbeits-/Zeitersparnis bei einer Massenproduktion eine größere Rolle als bei einer Produktion geringeren Umfangs. Letzteres mag bei den bedeutend stärkeren Zentralspitzen der Bohrer für große Perlen eine größere Rolle gespielt haben als bei den Bohrern für kleine Perlen. Das Herausbohren großer Perlen erfordert ohnehin relativ viel Arbeits-/Zeitaufwand, während ihre Zahl im Vergleich zu den kleineren Perlen relativ klein gewesen zu sein scheint (s. auch Kap. 3.4).

Ungeklärt bleiben die großen Innendurchmesser zylindrischer Innenauffüllungen aus Produktionsphase 1 und die relativ dünnen Zentralspitzen bei den Bohrungen flacher Ringe aus Produktionsphase 3 (Tab. 31). Vielleicht wurde bei Letzterer von einer wirklichen oder vermeintlichen Verringerung des Bruchrisikos ausgegangen, z. B. weil bei der kürzeren Bohrstrecke der Bohrer möglicherweise weniger Spiel hatte als bei den runden Ringen. Die zylindrischen Innenauffüllungen der ersten Produktionsphase könnten eine Neuheit gewesen sein. Höchstwahrscheinlich spielten sie von ihrer Anzahl her nur eine untergeordnete Rolle bei der Produktion.<sup>348</sup>

Bei den Ringleisten aus Produktionsphase 1 sind Breiten der Zentralspitzen unter 2,9 mm Ausnahmen, während sie bei Ringleisten aus Produktionsphase 3 über 80% ausmachen, bei runden noch mehr als bei flachen Ringen.<sup>349</sup> Da eine Perlenproduktion für die Produktionsphase 1 unwahrscheinlich ist und deshalb außer Acht gelassen werden kann, gilt für die ganze Produktionsphase, dass die dünnen Zentralspitzen selten waren. In den Produktionsphasen 2A und 2B wurden viele kleine Perlen herausgebohrt (s. Kap. 3.4) und damit relativ dünne Zentralspitzen häufig benutzt (1,7 bis 2,1 mm; Tab. 31). Anhand der abgebrochenen Zentralspitzen aus Produktionsphase 2A können die Handwerker Hinweise erhalten haben, wo die Grenzen lagen, bei denen die Bohrer abbrachen (s. Kap. 3.1.1.2). Möglicherweise lag die Untergrenze der Breite dort, wo die Zentralspitze ein Loch von 1,7 mm Durchmesser ausbohrte. So fällt auf, dass in Bef. 609 (Produktionsphase 2B) noch fast die Hälfte aller Perlenreste in den Produktleisten Innendurchmesser zwischen 1,4 und 1,7 mm hatte, in Bef. 472 (Produktionsphase 3.I) aber nur eine kleine Minderheit (etwa 10%), während es unter den Produktleisten der Bef. 333, 785 und im Fundkomplex 9 (Produktionsphasen 3.III und 3.IV) keine Perlenreste mit Innendurchmessern unter 1,7 mm gibt, mit Ausnahme vereinzelter Miniperlen.<sup>350</sup> Bemerkenswert ist auch, dass Leisten mit abgebrochenen Zentralspitzen nur aus Produktionsphase 2A bekannt sind und in dem genau so umfangreichen Fundmaterial der Produktionsphase 3 fehlen. Dieselben, zuvor genannten Erfahrungen können dazu geführt haben, dass in der Produktionsphase 3 für das Herausbohren von Ringen schmalere Zentralspitzen benutzt wurden als zuvor. Die

348 Unter 156 geborgenen Leisten mit Resten von Ringen befanden sich sechs Fragmente von Leisten mit deutlich zylindrischer Innenauffüllung.

349 Unter 61 Leistenfragmenten von Ringen aus Fundkomplex 1 (Produktionsphase 1) sind zwei Fragmente mit perlenförmiger Innenauffüllung mit einem Innendurchmesser von 2,5 bis 2,6 mm gefunden worden, die zur gleichen Bohrprofilgruppe gehörten. Unter vier Fragmenten aus Fundkomplex 2 (Produktionsphasen 1 und 2) befindet sich ein ähnliches Fragment mit einem Innendurchmesser von 2,1 mm. Aus Produktionsphase 3 wurden von insgesamt 44 Leisten mit runden Ringen an 38 von ihnen (86%) kleinere Zentralspitzenbreiten als 2,9 mm gemessen, und unter 51 Leisten mit flachen Ringen befanden sich 42 (81%) mit den gleichen Zentralspitzenbreiten. Die Zahl der messbaren Zentralspitzenbreiten an Bohrungen von Ringen aus den Produktionsphasen 2A und 2B reicht für eine Interpretation nicht aus.

350 Daten der Gesamtheit der durchbohrten Leisten, die in Kap. 3.4 analysiert werden, machen deutlich, dass diese Tendenzen Teil der Entwicklungen in der Produktion sind.

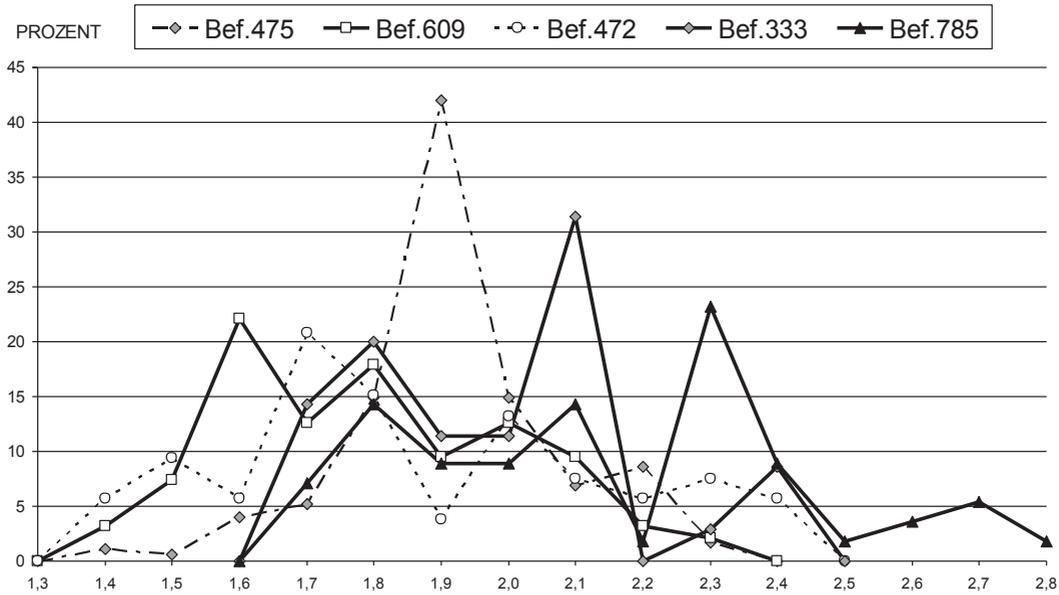


Abb. 77: Frequenzverteilung (in Prozent) der Innendurchmesser der kleineren Perlen in den Produktleisten aus unterschiedlichen Fundkomplexen.

Produktform	Zahl	Durchschnittswert	Bereichspitzen	Bereich
runde Ringe ohne Innengegenstand	16	3,7	2,9–3,4/4,1–4,6	2,2–4,6
runde Ringe um Ring	46	3,6	3,3–3,7	2,7–5,0
runde Ringe um Zylinder	3	3,4	3,1–3,6	
runde Ringe um Perle	58	2,7	2,6–2,8	1,9–3,7
flache Ringe um Perle/Zylinder	50	2,6	1,9–3,2	1,4–3,4
kleine runde Perlen	468	2,0	1,7–2,1	1,3–2,9
längliche Perlen	21	1,9	1,6–2,1	1,5–2,3

Tab. 31: Zentralspitzenbreiten bei den verschiedenen Produktformen (Werte in mm).

schmalsten Spitzen bei den verschiedenartigen Bohrungen von Ringen in dieser Phase liegen alle zwischen 1,9 und 2,1 mm. In der gleichen Größenordnung bewegen sich auch die kleinsten Innendurchmesser der Zylinder aus dieser Phase (2 mm) und auch die Hauptmasse der Innendurchmesser bei den Bohrungen von Perlen in allen Phasen (1,7 bis 2,2 mm; s. Abb. 77). Außerdem liegen sie nur knapp über den kleinsten Innendurchmessern der Perlen der gleichen Produktionsphase 3 (1,7 mm, Miniperlen ausgenommen). Wenn diejenigen Zentralspitzen, die Innendurchmesser von 1,7 mm bei Perlen bohrten, so stark waren, dass sie nicht abbrechen, kann das zur Folge gehabt haben, dass man in Produktionsphase 3 für das Bohren von Ringen und Zylindern solche Zentralspitzen benutzte, deren Mindestbreiten nur knapp darüber lagen. So scheint es in dieser Produktionsphase eine Verbesserung der Arbeitseffizienz gegeben zu haben, die auf Erfahrungen beruhte, die während der Arbeit gewonnen wurden. In der Folge wurden Maße in gewissem Umfang standardisiert. In Produktionsphase 1 dagegen scheint die in Produktionsphase 3 vorhandene Materialkenntnis noch nicht existent gewesen oder nicht zur Förderung der Arbeitseffizienz genutzt worden zu sein.

### 3.3.6.3 Der Unterschied zwischen flachen Ringen mit eckigem und ovalem Schnitt

Bei den flachen Ringen können anhand der Wulstform zwei Gruppen unterschieden werden: solche, die im Querschnitt oval sind sowie eckige (Abb. 68,16–21 u. 73 A bzw. 67 unten links u. 68,23–28). In Einzelfällen ist der Unterschied schwer festzustellen, und auch innerhalb der beiden Gruppen gibt es Unterschiede in dem Grade, in dem der Wulst oval oder eckig ist (z. B. Abb. 68,22). Weiterhin können eckige und ovale Beispiele nahezu übereinstimmende Bohrermaße aufweisen. Dies ist der Fall bei etwa der Hälfte der verschiedenen Bohrprofilgruppen. Aus diesem Grund wurden flache Ringe mit eckigem und mit ovalem Schnitt bei übereinstimmenden Bohrermaßen zur gleichen Bohrprofilgruppe gerechnet. Es liegt die Vermutung nahe, dass beide mit den gleichen Bohrern angefertigt wurden und dass der Unterschied durch Verschleiß oder Nachfeilen des Bohrers verursacht wurde.

Während im älteren Abfall der Produktionsphase 3 (Bef. 472 und 333, Phase 3.I und 3.III) eckige Beispiele überwiegen, weist das vermutlich überwiegend jüngere Material der Phase 3.IV v. a. Produkte mit ovalem Wulst auf.<sup>351</sup> Innerhalb einer Bohrprofilgruppe kommen die ovalen Beispiele wie diejenigen mit eckigem Schnitt aus jüngeren oder gleichzeitigen Befunden und in keinem einzigen Fall aus älteren Befunden. Deshalb ist anzunehmen, dass die eckigen Wulste mit relativ neuen Bohrspitzen herausgebohrt wurden und die ovalen mit nachgefeilten Bohrspitzen. Der Unterschied ist zu groß und zu eindeutig, um als Ursache den Verschleiß der eisernen Bohrspitze zu vermuten. Diese Hypothese kann durch die geringfügigen Unterschiede der Maße der beiden Wulstformen aus den Gruppen, die den gleichen Durchmesser haben, unterstützt werden. So ist bei den Gegenständen mit eckigem Wulst hin zu solchen mit ovalem Wulst stets eine leichte Abnahme der Durchmesser bei den Bohrlöchern und Außendurchmessern der Produkte zu verzeichnen. Außerdem ist bei einer bestimmten Bohrprofilgruppe eine deutliche Zunahme der Höhe der Innenauffüllung festzustellen, d. h. der Höhe des Bereichs zwischen Zentralspitze und Zwischenspitzen, bei gleichzeitiger Vergrößerung des Innendurchmessers dieser Auffüllung, also im oberen Teil der Zentralspitze (Tab. 37b, Gruppe 7; s. auch Abb. 71 F [eckig] bzw. E ([oval]). Falls man die Formen durch Nachfeilen abgerundet hat, wurde dazu wahrscheinlich eine runde Feile benutzt.

## 3.3.7 Die Beziehung zwischen Produkt, Leistentyp und Skelettelement

### 3.3.7.1 Die Beziehung zwischen Produkt und Leistentyp: Die Produkte aus Scheiben

Aus quer gesägten Knochenscheiben wurden ausschließlich Perlen herausgebohrt, sowohl runde wie längliche.

Bei den Perlenresten, die in Scheiben ausgemessen wurden, gibt es bezüglich des Verhältnisses der Breite zur Höhe zwei deutlich unterschiedliche Gruppen. Das Verhältnis zwischen den Maßen der einen Gruppe (Breite 88 bis 126% der Höhe) stimmt mit dem Verhältnis zwischen den Maßen von runden Perlen, die aus Leisten gebohrt wurden, überein (88 bis 149%). Mit einer Ausnahme stammen sie alle aus Bef. 609 (Produktionsphase 2B) und sind der gleichen Bohrprofilgruppe zuzuordnen. Nicht nur das Maßverhältnis, auch die Maße dieser runden Perlen, die aus Scheiben herausgebohrt wurden, stimmen mit denen einer Bohrprofilgruppe von runden Perlen überein, die aus Knochenleisten aus demselben Befund herausgebohrt wurden (Tab. 38a, Gruppe p5).<sup>352</sup> Da nur die Höhen der Perlen in den Scheiben teilweise größer sind, ist es vorstellbar, dass der gleiche Bohrer bei den Leisten und bei den Scheiben benutzt wurde.<sup>353</sup> Einen viel deutlicheren Hinweis

<sup>351</sup> Es ist unwahrscheinlich, dass das quantitative Verhältnis in diesem Fall von Unterschieden in den Fehlerquoten beeinflusst wird, da es zwischen beiden Formen weder Unterschiede in den Maßen noch im Rohmaterial gibt (s. Kap. 3.3.9.2).

<sup>352</sup> Unter 31 Scheibenfragmenten wurden Perlen mit Außendurchmessern von rund 5 mm und Höhen von rund 5 bis 5,7 mm vermessen. Die Durchmesser der Bohrlöcher reichten von 5,7 bis 6,6 mm.

darauf gibt ein Fragment von einer Scheibe aus Bef. 784 (Phase 3.IV: umgelagertes Material), dessen Durchbohrungen zweifellos zur gleichen Bohrprofilgruppe gehören (Tab. 38a, Gruppe p2) wie drei Fragmente von Leisten aus demselben Fundkomplex (Bef. 785 und 790). Alle vier Fragmente wurden möglicherweise aus Produktionsphase 2B umgelagert. Aus Bef. 609 stammt nämlich eine viel größere Zahl von Leistenfragmenten mit Maßen von Durchbohrungen, die mit denen in den geborgenen Scheiben übereinstimmen.

Bei der zweiten Gruppe von Resten von Perlen in den Scheiben ist die Breite der Perlen deutlich kleiner als die Höhe (49 bis 78%). Deshalb wird diese Gruppe insgesamt zu den länglichen Perlen gerechnet. Sie umfasst fünf verschiedene Bohrprofilgruppen mit Außendurchmessern von 3,6 bis 6,3 mm und Perlenhöhen von 5,8 bis 10,7 mm (Tab. 38b). Sie stammen v. a. aus Produktionsphase 2A (Bef. 195 und 475).<sup>354</sup> Aus Produktionsphase 2B (Bef. 609) stammen zwei Scheibenfragmente mit Perlen mit übereinstimmender Form und übereinstimmenden Maßen. Es kamen jedoch noch andere Bohrer zum Herausbohren länglicher Perlen zum Einsatz als diejenigen, die in der eingeschränkten Stichprobe aus Produktionsphase 2A in den Bohrprofilgruppen gefunden wurden. Darauf deuten zwei kleine Scheibenfragmente aus Fundkomplexen mit Abfällen aus den Produktionsphasen 1 bzw. 3 hin, die sehr wahrscheinlich umgelagert wurden und deren Perlen abweichende Maße haben.<sup>355</sup> Bedingt durch die größeren Höhen der länglichen Perlen sind die Scheiben für längliche Perlen deutlich dicker als die für runde Perlen, nämlich 6 bis 9 mm gegenüber 4 bis 6 mm. Das ist wahrscheinlich auch der Grund dafür, dass längliche Perlen ausschließlich aus quer gesägten Scheiben herausgebohrt wurden und als einzige Produktform nicht in Leisten angetroffen wurden. Leisten wurden quer zur Knochenwand durchbohrt, wodurch die Höhe der Lochwand und damit die Produkthöhe und die Stärke der Knochenwand begrenzt waren. Der Lochdurchmesser und damit der Außendurchmesser des Produktes wurde durch die Krümmung der Knochenwand oder die Breite des flachen Teiles der Knochenwand begrenzt. Scheiben dagegen bohrte man parallel zur Knochenwand in der Längsrichtung der Knochenröhre. Dadurch wurde der Außendurchmesser des Produktes v. a. durch die Stärke und nicht durch die Krümmung der Knochenwand eingeschränkt. Auch hatte die Länge des geraden Teils der Knochenröhre im Allgemeinen kaum Einfluss auf die Höhe des Produktes. Deshalb eignen sich Scheiben besonders für das Herausbohren von länglichen Perlen, bei denen die Höhe größer ist als der Außendurchmesser.

Kleine Perlen können ebenso gut aus Scheiben wie aus Leisten herausgebohrt werden. Große Perlen und Ringe – flache ebenso wie runde – sowie Zylinder, wie sie im Konstanzer Produktionsabfall angetroffen wurden, konnten nicht aus den quer gesägten Knochenscheiben hergestellt werden. Eine Ausnahme bilden die Ringe im Miniaturformat, von denen nur wenige Beispiele oder Abfälle vorhanden sind. Längliche Perlen mit Höhen von 6 bis 9 mm können zwar auch aus Leisten mit ähnlicher Stärke herausgebohrt werden (s. Kap. 3.3.7.3; Tab. 32). Da sich aber nur die dicksten Knochen- bzw. Leistenteile eignen, würde das – verglichen mit dem Herausbohren von runden Perlen und Ringen – zu einer relativ ineffizienten Ausnutzung des Rohmaterials und zu einer umständlichen und somit ineffizienten Arbeitsweise führen. Hingegen kann berechnet werden, dass aus einem quer in Scheiben gesägten Rindermetapodium mehr runde Perlen hergestellt werden können, als wenn das Rindermetapodium in Leisten gespalten würde (s. Kap. 3.4.5.4 bzw. 3.4.4.5).<sup>356</sup>

353 Die Maße der Produkthöhen haben sich im Allgemeinen als ungenau erwiesen, bedingt durch zum Teil schwierige Messumstände. Weiterhin kann die Produkthöhe dadurch variieren, dass die beiden Bohrhälften unterschiedlich aneinander anschließen (z. B. gebogen oder überlappend). Ein weiterer Grund ist, dass die Höhe des vollständigen Produktes zum Teil anhand der Höhe von nur einer Bohrhälfte rekonstruiert wurde.

354 Die Tatsache, dass es keine Scheibenfragmente in den nicht umgelagerten Funden der Produktionsphase 3 gab, sie in den umgelagerten Fundkomplexen nur spärlich vorkamen und ihre Maße mit denen aus Produktionsphase 2 übereinstimmen, lässt die Vermutung aufkommen, dass die gemessenen Scheibenfragmente, die aus den Fundkomplexen 8 und 9 stammen, umgelagerte Stücke sind.

355 Fundnr. 01/792 (Bef. 704: Ablagerungsphase Q2: Grubenverfüllung unter Schwemmschicht Q3); 01/817 (Bef. 783: Ablagerungsphase 3.IV).

356 Der Grund für die Bevorzugung von Leisten für die Produktion von kleinen Perlen ist in der Arbeitseffizienz zu suchen. Dies wird in Kap. 3.4 besprochen.

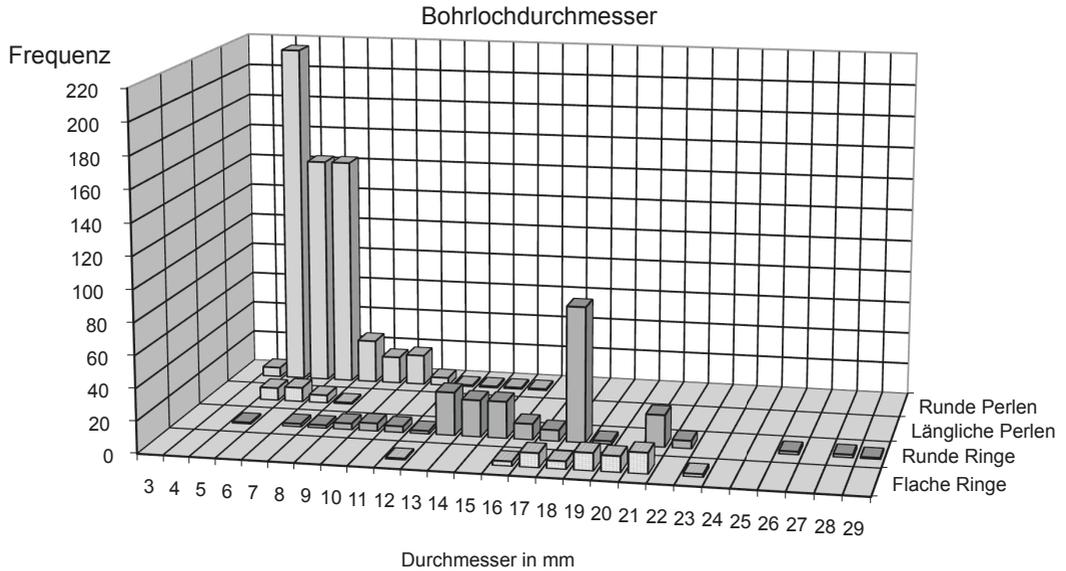


Abb. 78: Frequenzverteilung der Bohrlochdurchmesser bei unterschiedlichen Produktformen.

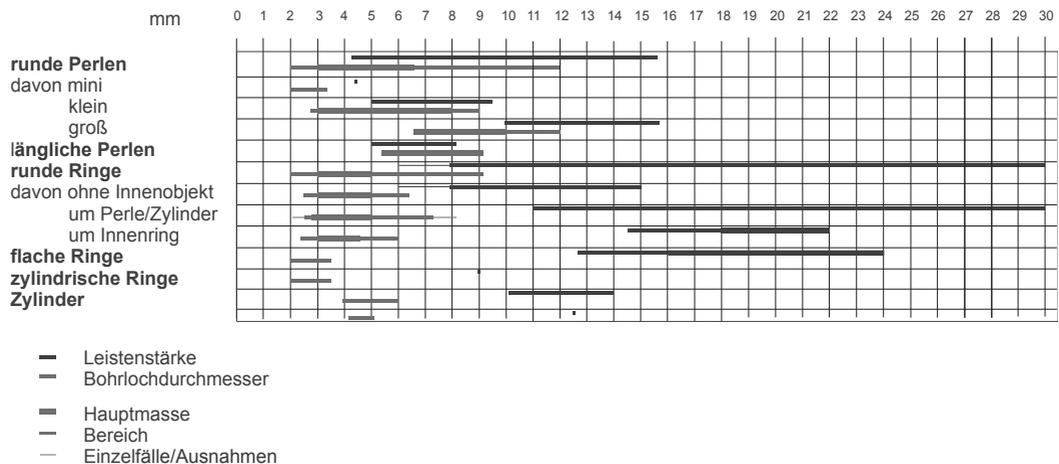


Abb. 79: Maßbereiche der Leistenstärken (schraffierte Balken links) und Bohrlochdurchmesser (schwarze Balken rechts) bei unterschiedlichen Produktformen.

An dieser Stelle ist zusammenfassend festzustellen, dass aus Scheiben in der Produktionsphase 2A ausschließlich längliche Perlen herausgebohrt wurden und in der Produktionsphase 2B zusätzlich auch runde Perlen.

### 3.3.7.2 Die Maße der unterschiedlichen Produkte und die Beziehung zu den Maßen der Bohrlöcher und der Leisten

Der Außendurchmesser und die Höhe des herauszubohrenden Produktes geben vor, wie die Leisten beschaffen sein müssen und welche Maße gebraucht werden. Diese Maße zeigen für die unterschiedlichen Produktformen zwar spezielle Unterschiede, aber es gibt auch starke Überlappungen (Tab. 32 u. 33; Abb. 78 u. 79). Dagegen gibt es bei dem Verhältnis zwischen Außendurchmesser

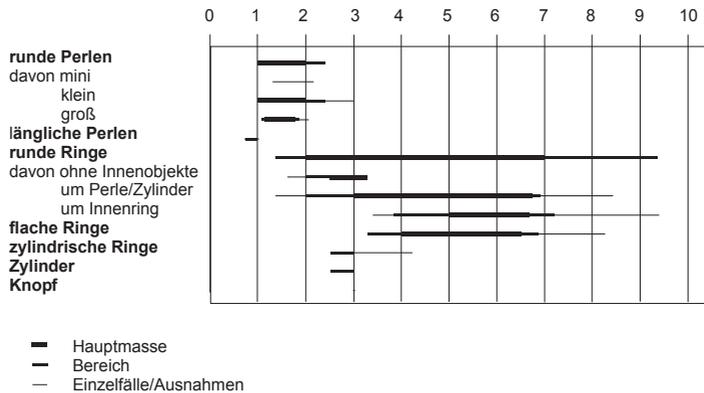


Abb. 80: Bereiche des Verhältnisses von Lochdurchmesser zu Leistenhöhe bei unterschiedlichen Produktformen.

und Höhe des Produktes kaum Überlappungen (Tab. 32). Dass sich die Produktformen deutlich voneinander abheben, spiegelt sich auch im Verhältnis zwischen dem Durchmesser der Lochwand und der Stärke der Leisten wider, in diesem Falle aber mit deutlichen Überlappungen (Abb. 80). Dies lässt sich dadurch erklären, dass die Leistenstärke wegen der Stärke der Knochenwand größer sein konnte, als das für die erwünschte Produkthöhe notwendig war. Auch wurden manche Produkte aus Leisten(-teilen) herausgebohrt, deren Stärke kleiner war als die Höhe des vollständigen Produkts. Zum Teil können solche Produkte mit unvollständiger Form hinterher aussortiert und weggeworfen oder trotz ihrer Unvollständigkeit benutzt worden sein, z. B. als Billigware von sekundärer Qualität. Solches bezeugen u. a. viele Beispiele von Gebetsschnüren aus jüngerer Zeit.<sup>357</sup> Bei vielen, wenn auch nicht bei allen durchbohrten Leisten ohne Produktreste ist anhand der Kombination des Lochdurchmessers und des Verhältnisses zwischen Lochdurchmesser und der kleinsten durchbohrten Leistenstärke zu vermuten, welches Produkt herausgebohrt wurde. So ist der Lochdurchmesser bei länglichen Perlen kleiner oder gleich groß wie die Leistenstärke. Bei runden Perlen ist er mindestens so groß, ist aber selten identisch und im Allgemeinen ein- bis zweimal so groß wie die Leistenstärke.<sup>358</sup> Bei den übrigen Produktformen (runde, flache und zylindrische Ringe sowie Zylinder) ist der Lochdurchmesser immer mehr als zweimal so groß wie die kleinste durchbohrte Leistenstärke.<sup>359</sup> Während sich das Verhältnis Außendurchmesser zu Höhe bei Perlen mit dem Ansteigen des Außendurchmessers nicht generell ändert, steigt es bei Ringen im Allgemeinen an. Das gilt in gleichem Maße für die Bohrlöcher, aus denen sie herausgebohrt wurden. So ist bei runden Ringen ohne Innengegenstand der Durchmesser des Bohrloches mit Größen zwischen 5,5 und 15 mm, zwei- bis 3,3-mal so groß wie die kleinste Stärke des Bohrloches. Bei runden Ringen

357 u. a. antiquarische Rosenkränze des 19. bis 20. Jahrhunderts aus dem Elsass sowie moderne Perlenschnüre und Knochenperlen aus Indien und Pakistan (Sammlung des Verfassers).

358 Nur vier oder fünf von 548 Leistenfragmenten mit Resten kleiner Perlen zeigen außerdem leere Bohrlöcher, deren Durchmesser das 2,2- bis 2,4-Fache der Leistenstärke beträgt. Zwar wurden in zwei weiteren Leistenfragmenten von Perlen Bohrlöcher mit Durchmessern herausgebohrt, die 2,6- bzw. dreimal so groß sind wie die Stärke der Leistenfragmente. Diese müssen offensichtlich dermaßen unvollständige Perlen erbracht haben, dass diese kaum brauchbar gewesen sein können. Anscheinend wurde erst nach einigen Fehlprodukten das Ausbohren der zweiten Leistenhälfte eingestellt und die Leiste mit den übrigen, halb ausgebohrten Perlen weggeworfen. – Bei flachen Perlen, die nicht in Konstanz, aber wohl andernorts angetroffen wurden und deren Höhe kleiner ist als ihr Durchmesser, kann der Durchmesser des Bohrloches das 2- bis 3,5-Fache der Stärke betragen (gemessen an Beispielen aus Deventer [Lindenstraat] und Zutphen [Stadhuis] in den Niederlanden).

359 Gemessen wurde die Lochwandhöhe der voll ausgebohrten Löcher ohne Produktreste, quer über dem Loch und über der Stelle des Loches, wo das vermutete bzw. das in anderen Löchern vorhandene Produkt seine größte Höhe gehabt haben dürfte. Registriert wurden der höchste gemessene Wert in einem Leistenfragment sowie der niedrigste gemessene Wert. Die niedrigsten Werte wurden hier benutzt.

	Dm. (mm)	Stärke (mm)		Dm. : min. bis max. Stärke	Dm. : min. Stärke	Außen- Dm. (mm)
		Gesamtbe- reich	Haupt- bereich			
runde Perlen	4,4–15,7	2,1–12,0	3,0–6,5/8,0	1,0–2,4(3,0)	1,0–2,0	3,5–15,0
mini	4,4	2,1–3,4	2,1	1,0–2,2	2,1–2,2	3,5
klein	5,0–9,5	2,7–9,0	3,0–7,5/8,0	1,3–2,4(3,0)	1,0–2,0	3,8–8,3
groß	10,0–15,7	6,6–12,0	6,5–10,0	1,1–2,0(2,6)	1,2–1,8	8,5–15,0
längliche Perlen	5,0–8,0	5,5–9,0	5,5–9,0	0,7–1,1	0,8–1,0	3,6–6,3
runde Ringe	5,5/8,0–30,0	2,0–6,6/8,0	3,0–5,0	1,3–9,5	2,0–6,0/7,0	4,5/7,0–28,0
ohne Innengegenstand	5,5–15,0	2,5–6,5	3,0–5,0	2,0–3,3	2,5–3,3	4,5/7,0–13,6
um Perle/Zylinder	11,0–30,0	2,1–7,3/8,0	3,0–5,0	(1,5)/2,0– 6,0/7,0	3,0–7,0	11,0–28,0
um Innenring	14,5–22,0	2,0–5,5	3,0–5,0	3,7–7,0	5,0–7,0	13,6–21,0
runder Innenring						7,5–11,5
flache Ringe	12,7/16,0–24,0	2,4–5,5	3,0–4,5	3,2–7,0(8,0)	4,0–7,0	11,7–23,0
zylindrische Ringe	9,0	2,0–3,5		2,5–3,0/4,5	2,8–4,5	8,0
Zylinder	10,0–14,0	4,0–6,0		2,0–3,0	2,4–3,0	8,5–11,0
Knopf	12,6	4,0–5,0		2,5–3,0	3,0	12,0

Tab. 32 (linke und rechte Seite): Maße und Maßverhältnisse bei den verschiedenen Produktformen (Dm. = Durchmesser).

	Leistenbreite		
	Durchschnitt	Zahl	Hauptbereich
Perlen	17,6	323	8,0–26,0
mini	16,3	2	14,0–18,0
klein	17,4	300	8,0–26,0
groß	20,6	20	14,6–25,3
längliche Perlen	7,0	8	6,0–8,0
runde Ringe	19,8	105	12,4–30,0
ohne Innengegenstand	17,7	9	15,4–20,4
um Perle/Zylinder	19,0	43	15,3–24,0
um Ring	20,4	43	16,3–26,0
flache Ringe	23,2	33	12,5/18,5–30,0

Tab. 33 (linke und rechte Seite): Die Leistenbreite (in mm) und ihr Verhältnis zu den Bohrlochmaßen bei den verschiedenen Produktformen.

mit perlen-/zylinderförmiger Innenauffüllung, bei denen der Durchmesser des Bohrloches erst bei 11 mm beginnt, ist der Durchmesser des Bohrers nur ausnahmsweise kleiner als die dreifache Stärke der Bohrlochwand.<sup>360</sup> Bei runden Ringen mit Innenring und bei flachen Ringen (Durchmesser der Bohrlöcher ab 14,5 bzw. 12,7 mm) beträgt der Durchmesser sogar mindestens das Vierfache der Tiefe des Bohrloches, von Ausnahmefällen abgesehen. Bei den Zylindern dagegen, deren Bohrlöcher mit 10 bis 14 mm ähnliche Durchmesser aufweisen wie die der runden Ringe ohne Innengegenstand, beträgt der Durchmesser des Loches das 2,4- bis 3-Fache seiner Tiefe. Dieses Verhältnis ähnelt dem der runden Ringe ohne Innengegenstand sowie dem der zylindrischen Ringe und des vermutlichen Knopfes; die Differenz zwischen Durchmesser und Lochtiefe ist aber größer als bei den Perlen.

<sup>360</sup> Bei vier von 92 Leistenfragmenten wurden kleinere Werte berechnet.

Höhe		Innen-Dm.		Wulstbreite	Außen-Dm.: Höhe	Innen-Dm.: Außen-Dm.
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)			
Gesamt- bereich	Haupt- bereich	Gesamt- bereich	Haupt- bereich	(mm)		
2,6–12,7	3,0–12,7	0,8–4,5	1,3–3,2		0,9–1,4	0,2–0,5
2,6	2,6	0,8–1,4	0,8–1,4		1,4	0,23
3,2–7,5	3,0–7,5	1,3–3,8	1,3–3,8		0,9–1,4	0,26–0,5
7,0–12,7	7,0–12,7	2,1–4,5	2,1–3,2		1,0–1,4/1,6	0,21–0,34
6,0–11,0	6,0–11,0	1,5–2,4	1,5–2,4		0,5–0,8	0,36–0,45
1,4–6,2	2,0–4,0	2,2–15,3	2,5–15,3	1,1/2,0–6,3	2,4–6,8	0,3–0,64
1,4–6,2	2,0–4,0/5,0	2,2–4,6		1,1–4,7	2,4–3,0/4,0	0,3–0,5
2,0–5,3	3,0–4,0	4,9–15,3		2,1–6,9	3,0/3,7–5,6	0,46–0,64
3,0–5,6	3,0–4,0	8,3–12,7	10,0–12,7	2,7/3,3–4,5	3,6/4,5–6,5	0,53–0,63
2,5–5,5	2,5–5,5	2,7–5,0		2,3–3,8	2,8–3,9	
1,4–4,2	2,0–4,2	4,4–8,7	5,8–7,8	3,6–8,0	5,0/5,7– 7,6/8,4	0,3–0,46
0,9–1,2	0,9–1,2	4,3		1,8–2,0	6,7–9,0	0,55
4,2–5,0	4,2–5,0	2,0–2,5		3,2–4,3	2,0–2,5	0,23–0,27
		2,3		5		

Leistenbreite : minimale Lochhöhe			Leistenbreite : Lochdurchmesser		
Durchschnitt	Bereich	Hauptbereich	Durchschnitt	Bereich	Hauptbereich
4,2	1,7–9,0	1,8–7,0	2,7	1,2–5,4	1,4–4,4
7,8	6,7–9,0	6,7–9,0	3,7		
4,2	1,9–7,9	2,2–8,0	2,7		
2,7	1,7–7,2	1,8–3,0	1,9		
1,0	0,9–1,2	0,9–1,2	1,2	1,0–1,4	1,1–1,2
6,2	2,9–9,7	3,4–7,6	1,3	0,8–3,5	1,1–1,19
4,7	2,9–7,4	4,0–5,6	1,9		
6,1	3,4–9,7	3,4–6,0	1,3		
6,6	3,9–9,3	5,0–9,0/7,0	1,1		
6,9	4,0–12,4	5,0–8,0	1,2	1,0–1,9/2,4	1,0–1,4

So kann bei einer Leiste mit Bohrlöchern, die größer als 10 mm sind, bei Stärken der Lochwand unter 6,5 mm ausgeschlossen werden, dass daraus runde oder längliche Perlen herausgebohrt wurden. Im Hinblick auf den Abfall aus der Konstanzer Münzgasse bleiben runde oder flache Ringe sowie eventuell Zylinder oder Knöpfe als mögliche Produkte übrig. Bei Stärken der Lochwand unter 4 mm fallen auch die letzten beiden als Möglichkeit mit großer Wahrscheinlichkeit weg. Anhand der Maße ausgebohrter Leisten ohne Produktreste kann im Allgemeinen nicht zwischen runden und flachen Ringen unterschieden werden.

Zwischen den Produktformen mit starken Überlappungen in den genannten Bereichen sind ebenfalls Unterschiede bei den Breitenmaßen der Leisten und ihrem Verhältnis zur Leistenstärke zu verzeichnen (Tab. 34). Die Minimalbreite der Leiste muss mindestens etwas größer sein als der Außendurchmesser des Produktes, weil sonst die Leiste beim Bohren der zweiten Bohrhälfte leicht bricht

und den Bohrer nicht mehr im Loch stabilisiert.<sup>361</sup> Eine lineare Beziehung zwischen Leistenbreite einerseits und Produktdurchmesser oder Durchmesser des Bohrloches im Zusammenhang mit der Stärke des Bohrloches andererseits wird jedoch dadurch durchkreuzt, dass in etlichen Leisten mehrere Reihen von Bohrlöchern nebeneinander herausgebohrt wurden. Wenn auch das Produkt mit seinen Maßen in der Breite und Höhe der Leiste ein Mindestmaß voraussetzte, wurden die wirklichen Leistenmaße wohl stark von den Möglichkeiten beeinflusst, die das benutzte Knochenteil bzw. Skelettelement zu erfüllen in der Lage war.

### 3.3.7.3 Die Beziehung zwischen Produkt und Skelettelement

Die unterschiedlichen Produkte stellen unterschiedliche Anforderungen an das Rohmaterial (s. Kap. 3.1.5). Es ist deshalb nicht verwunderlich, dass zwischen den verschiedenen Produkten Unterschiede in der Auswahl und den Vorzügen bei den Skelettelementen festgestellt werden können. Dabei spielen nicht nur die Anforderungen der Produkte und die Eigenschaften der Skelettelemente eine Rolle, sondern auch die Verfügbarkeit der Knochen und die Frage, wie das Material zwischen den gleichzeitig angefertigten Produkten verteilt wurde (vgl. Kap. 3.2.3 und 3.4). So kann die Massenproduktion eines bestimmten Produktes dazu führen, dass andere Produkte vorzugsweise aus Skelettelementen angefertigt wurden, die sich nicht für die Anfertigung des betreffenden Massenproduktes eignen. Die Folge davon kann gewesen sein, dass für die Anfertigung eines bestimmten Produktes unterschiedliche Skelettelemente bevorzugt wurden.

Da erst in Kap. 3.4 geklärt werden kann, wie das Verhältnis in den benutzten Skelettelementen und den verschiedenen Produktformen in den einzelnen Produktionsphasen quantifiziert werden kann, werden die Unterschiede bei der Auswahl der Skelettelemente sich hier auf einige Bemerkungen zur Beziehung zwischen den Produkthanforderungen und den Eigenschaften der Skelettelemente beschränken.

Von den beiden am häufigsten benutzten Skelettelementen – nämlich Rindermetapodien und -unterkiefer – wurden Metapodien, Metacarpen sowie Metatarsen für die Anfertigung von sämtlichen unterschiedenen Produkten eingesetzt, während in den untersuchten Unterkiefern ausschließlich Bohrungen für Ringe – sowohl runde als auch flache – angetroffen wurden (Tab. 34). Die dünnen, jedoch flachen Unterkiefer eignen sich für die Produktion von Gegenständen mit größeren Durchmessern und eingeschränkter Höhe (Durchmesser von 30 bis 40 mm bei Höhen von 3,5 bis 4, gelegentlich bis 5 mm).<sup>362</sup> Bei Rindermetapodien wird der maximale Durchmesser flacher Gegenstände von 5 bis 6 mm Höhe (wie z. B. Ringe) im Allgemeinen auf 27 bis 28 mm beschränkt.<sup>363</sup> Dagegen eignen sich Metapodien für Gegenstände mit kleineren Durchmessern (bis 13 oder 15 mm wie z. B. Perlen und Zylinder) zum Teil für Höhen bis über 10 mm (Tab. 32). Dabei ist die Wandstärke und damit die maximal mögliche Höhe der Produkte bei Metatarsen im Allgemeinen größer als bei Metacarpen, so dass sich Metatarsen für gewöhnlich zum Herausbohren von Perlen mit Höhen über 6 mm besser eignen.<sup>364</sup> Aus demselben Grund eignen sich Metatarsen besser zum Herausbohren von Perlen aus quer gesägten Scheiben. So lässt sich die Bevorzugung von Rindermetatarsen vor Metacarpen bei diesen Scheiben erklären, ebenso wie eine übereinstimmende Bevorzugung bei großen

361 Nur in sehr wenigen Ausnahmefällen wurden ein einzelner oder einige Gegenstände an Stellen aus einer Leiste herausgebohrt, an der die Leiste nicht breiter war als das Produkt.

362 Gemessen an unverwerteten *Rami horizontales* aus den Abfallschichten in der Konstanzer Münzgasse.

363 Bei Ringen mit Durchmessern über 23 mm liegt die maximale Leistenhöhe in Metacarpen bei rund 5 mm, in Metatarsen bei rund 6 mm.

364 Die Frequenzverteilung der Leistenhöhen zeigt bei Leisten aus Metacarpen eine starke Senkung kurz über 6 mm, während die Frequenzen bei Metatarsenleisten bis 7,7 mm nur langsam abnehmen. Dieser Unterschied wird durch Messungen von Wandstärken an verschiedenen Stellen an nicht verwerteten Metapodienfragmenten aus den Abfallschichten der Münzgasse bestätigt.

365 Die Hypothese einer solchen Bevorzugung bedarf einer Bestätigung durch die Analyse der durchbohrten Leisten in Kap. 3.4.

Skelettelement	Scheiben		Leisten				
	längliche Perlen	runde Perlen	große runde Perlen	runde Perlen	runde Ringe		flache Ringe
					total	Phase 32	
<b>Rind</b>							
Langknochen (mögl. Metapodium)	1	4	3	70	31	14	6
Metapodien (total)	18	28	23	278	104	34	21
davon Metacarpus	4	8	9	148	48	16	2
davon Metatarsus	14	18	13	88	17	7	16
Langknochen/Metapodien (total)	19	32	26	348	135	48	27
Langknochen (kein Metapodium)				2			
Tibia			3	47	1		
Radius				21	5		
Humerus				1	1		
Femur				1			
übrige Langknochen (total)			3	72	7		
Langknochen total	19	32	29	420	142	48	27
Plattknochen unbestimmt					2		1
Unterkiefer					49	16	63
davon Ramus horizontalis					46	16	63
davon Ramus verticalis					3		
Plattknochen total					51	16	64
Rind total <sup>1</sup>	19	32	29	421	194	64	91
<b>Pferd</b>							
Langknochen unbestimmt				15			
Metapodien (total)	1			19	8	1	
davon Metacarpus				2	2		
davon Metatarsus	1			9	3		
Tibia				4	6	1	
Radius				8	2		
Pferd total <sup>1</sup>	1			46	20	2	
<b>Vergleich Skelettelementgruppen</b>							
(mögl.) Metapodien Rind	19	32	26	348	135	48	27
Unterkiefer Rind					51	16	64
übrige Langknochen Rind			3	72	7		
Rind total (kein Metapodium)			3	73	59	16	64
Langknochen Pferd	1			46	20	2	
total kein Metapodium Rind	1		3	130	84	18	64
Rind total <sup>1</sup>	19	32	29	421	194	64	91
Pferd total <sup>1</sup>	1			46	20	2	
1 inkl. nicht als Lang- oder Flachknochen gedeutete Fragmente							

Tab. 34: Verwendung von Skelettelementen für unterschiedliche Produkte.

Perlen. Große Perlen konnten nur an bestimmten Stellen der Metacarpen herausgebohrt werden. Wenn der Perlendurchmesser wuchs, stieg im Allgemeinen auch der Anteil der Metatarsen in einer Bohrprofilgruppe an. Um Metatarsen für größere Perlen und quer gesägte Scheiben zu sparen, konnte es günstiger sein, für kleinere Perlen relativ mehr Metacarpen zu benutzen.<sup>365</sup> An den Bohrlöchern lässt sich nicht feststellen, ob runde oder flache Ringe herausgebohrt wurden. Deshalb sollten an dieser Stelle die Unterschiede erörtert werden, die es in den Mengen der ver-



Abb. 81: Produktionsphase 3. Innenseite einer Unterkieferleiste mit spongiöser Knochenwand und Zahnwurzelhöhle – obwohl die Beschaffenheit an dieser zweiten Bohrseite deutlich sichtbar war, wurde trotzdem weitergebohrt. Wegen der Zahnwurzelhöhle riss dabei das Innenloch des Innengegenstands aus und die äußere Seitenspitze des Bohrers hinterließ infolgedessen einen Kratzer auf dem Ring (im Bild unten; Phase 3.III, Bef. 333).

schiedenen eingesetzten Skelettelemente gibt, die für beide Produktformen eingesetzt wurden. Aus gegebenem Anlass geschieht dies unter starkem Vorbehalt.

So wurden Reste von runden Ringen häufiger in Metapodienleisten gefunden als in Leisten aus Unterkiefern (Tab. 34). Bohrungen für flache Ringe wurden dagegen häufiger in Unterkieferleisten als in Metapodienfragmenten angetroffen. Es ist denkbar, dass zum Herausbohren von flachen Ringen im Gegensatz zu runden Ringen Unterkiefer gegenüber Metapodien vorgezogen wurden, weil ihre Maximalhöhen kleiner waren als bei runden Ringen. Die Höhen, die an Resten von flachen Ringen in den Produktleisten gemessen bzw. rekonstruiert wurden, liegen nahezu alle innerhalb des oben genannten, nutzbaren Höhenbereichs der *Rami horizontales*. Demgegenüber wurden für 10% der runden Ringe Höhen von 4 bis 6,3 mm abgeleitet oder gemessen und für ein Drittel Höhen über 3,5 mm. Wohl deshalb wurden Unterkiefer zum Herausbohren von flachen Ringen mit allen angetroffenen Durchmesser (bis 23 mm) und nur für kleinere runde Ringe mit Durchmessern bis etwa 18 mm und Höhen unter 4 mm benutzt. Relativ häufige Fehlprodukte durch die Abdrücke von Zahnwurzelkanälen in den aus Unterkiefern herausgebohrten Ringen können jedoch die Zahlenverhältnisse zwischen Unterkiefern und Metapodien bei den Produktleisten zugunsten von Unterkiefern beeinflusst haben. Wegen der Zahnwurzelkanäle würde man eigentlich erwarten, dass auch für flache Ringe Metapodien gegenüber Unterkiefern bevorzugt wurden, es sei denn, die Abdrücke der Zahnkanäle hätten nicht gestört, z. B. bei der Verwendung der flachen Ringe als Kern von mit Stoff überzogenen Knöpfen. Die vielen vollständig herausgebohrten flachen Ringe mit Abdrücken, die im Abfallmaterial landeten, sprechen jedoch eher für das Gegenteil (Abb. 81).

Bemerkenswerter ist das Vorherrschen von Metacarpen bei Produktleisten mit runden Ringen in allen Phasen, dem ein Vorherrschen von Metatarsen bei Produktleisten mit flachen Ringen gegenübersteht. Bei Metatarsen können dünne flache Produkte mit den oben angegebenen maximalen Durchmessern auf verschiedene Weise aus kräftiger, massiver Knochenwand herausgebohrt werden. Bei Metacarpen sind dagegen solche Durchmesser oder Breiten nur schwer zu erreichen, ohne dass die Koaleszenznaht das Produkt durchquert. Gerade aus Produktionsphase 1 sind zahlreiche Beispiele von Ringleisten aus Metapodien vorhanden, die sich während des Bohrens entlang einer Koaleszenznaht in der Mitte der Leiste gespalten haben. In Produktionsphase 1 scheint aufgrund des Durchmessers bei Produkten bis 21 mm beim Herausbohren runder Ringe nicht zwischen Metatarsen und Metacarpen differenziert worden zu sein (Tab. 35a).<sup>366</sup> In den späteren Produktionsphasen dagegen wurden aus Metacarpen keine runden Ringe mit Durchmessern über etwa 15 mm heraus-

<sup>366</sup> Das einzige Fragment eines Ringes mit einem größeren Außendurchmesser (27 mm; Bef. 427, Fundnr. 01/415-1) wurde bezeichnenderweise aus einem Metatarsus herausgebohrt. Es ist die Frage, ob dieses in den Produktionsphasen 1 bis 2B isolierte Fragment nicht ein Irläufer sein kann. Parallelen sind nur aus Produktionsphase 3 bekannt, unter den Bohrlöchern der Leisten ohne Produktreste genauso wie in den Produktleisten. Aus Produktionsphase 1 sind weiter keine Bohrlöcher bekannt, aus denen Ringe mit Durchmessern über ca. 23 mm herausgebohrt worden sein können (Kap. 3.4; Tab. 39).

	Metacarpus		Metatarsus		Metapodien		Unterkiefer	
	Bereich	Zahl	Bereich	Zahl	Bereich	Zahl	Bereich	Zahl
Phase 1 (Fundkomplex 1–3)	8,1–20,8	26	7,8–ca. 27	8	7,8–ca. 27	54	9,9–18,2	24
Phase 2 (Fundkomplex 4–5)	7,1–9,1	4		0	7,1–9,1	4		0
Phase 3 (Fundkomplex 6–9)	12,1–14,6	14	12,3–24,7	7	12,1–24,7	34	10,0–14,5	10

Tab. 35a: Bereiche der Außendurchmesser (in mm) runder Ringe in den am häufigsten verwendeten Skelettelementen.

Produktionsphase	Phase 1	Phase 2A		Phase 2B	Phase 3.IV	Gesamtbereich
Fundkomplex	1	3	4	5	8/9	
Rind, Tibia	21,0					21,0
Radius	17,5/21,0		17,5	12,5		12,5–21,0
Pferd, Tibia	10,0–15,9	17,8		12,8	8,0	8,0–17,8
Radius	20,3–20,4			11,6		11,6–20,4
Metatarsus	10,0			7,4	14,7	7,4–14,7
Metacarpus				7,0–13,1		7,0–13,1
Metatarsus/-carpus	20,3			13,0	8,2	8,2–20,3

Tab. 35b: Außendurchmesser (in mm) runder Ringe in den übrigen Skelettelementen.

gebohrt. Für eine Gruppe von größeren runden Ringen mit Durchmessern von etwa 21 bis 30 mm wurden in Produktionsphase 3 ausschließlich Metatarsen benutzt. Ansonsten fehlen Produktleisten mit Resten runder Ringe mit Durchmessern größer als etwa 15 mm in den Produktionsphasen nach Phase 1.<sup>367</sup> Vielleicht sollte damit vermieden werden, dass bei Bohrungen die Koaleszenznaht überquert wurde.<sup>368</sup> Die Nutzung von Metacarpus für Ringe mit Durchmessern über 15 bis 16 mm wäre dabei nur in Ausnahmefällen möglich.<sup>369</sup> Darin wäre ein weiterer Hinweis auf eine Zunahme der Arbeitseffizienz und ‚Professionalisierung‘ nach der Produktionsphase 1 zu sehen.

Radien und Tibien von Rind und Pferd wurden zum Herausbohren von Perlen und runden Ringen benutzt. Aus Produktionsphase 3 fehlen jedoch Tibien- und Radienfragmente mit Resten sowohl von runden als auch von flachen Ringen. Tibien- und Radienfragmente mit Perlenresten sind nur in den Fundkomplexen mit umgelagertem oder vermischtem Abfall vorhanden (Fundkomplexe 7, 8 und 9, Ablagerungsphase 3.III und 3.IV). Durchbohrungen mit Resten großer Perlen sind nur aus Rindertibien bekannt, nicht aus Rinderradien.

Die Wandstärke der Radien und Tibien von Rind und Pferd ist im Allgemeinen, d. h. an vielen Stellen der Diaphyse, etwas kleiner als bei den Metapodien. Bei Tibien können, ähnlich wie bei Metacarpus, an den Ecken größere Wandstärken auftreten, aus denen größere Perlen herausgebohrt werden können. Zum Herausbohren von Ringen eignen sie sich nur beschränkt, da die Knochenwand der Diaphyse ausgeprägter als bei Rindermetapodien leichte Unregelmäßigkeiten und leichte

367 Einige Fragmente aus Bef. 195 (Anfang Produktionsphase 2, möglicherweise vermischt mit Phase 1) können mit Bohrern aus Produktionsphase 1 herausgebohrt worden sein. Es besteht die Möglichkeit, dass diese Fragmente Irrläufer aus Ablagerungen der Produktionsphase 1 sind.

368 Vgl. die Analyse der Spaltpuster in Kap. 3.4.

369 Zwei Fragmente von Produktleisten mit Resten flacher Ringe mit einem Durchmesser von 19 mm, bei denen die Koaleszenznaht nicht durchquert wurde, wurden aus auffallend großen Metacarpus hergestellt (Fundkomplex 9: Fundnr. 01/793-75 und 01/817-4932). Die rekonstruierte Produkthöhe von 3 mm liegt unter den Produkthöhen, welche für runde Ringe über 16 mm Durchmesser abgeleitet wurden. Trotzdem wurde in beiden Leistenfragmenten eine Bohrung nicht vollendet, weil sich die Knochenwand in der benötigten Stärke nicht über die erforderliche Breite der Leiste hinzog.

Skelettelement	Zahl	Außendurchmesser (mm)
Rind, Tibia	48	4,0–5,6/10,0
Radius	21	4,0–5,7
Humerus	1	4,7
Femur	1	4,1
Metacarpus	148	3,5–9,8/14,0
Metatarsus	88	3,5–9,3/10,5–13,0
Pferd, Tibia	4	5,0–7,4
Radius	8	4,1–7,5
Metacarpus	2	5,0
Metatarsus	9	4,1–8,1

Tab. 36: Außendurchmesser runder Perlen in unterschiedlichen Skelettelementen.

Krümmungen aufweist, die in Längsrichtung verlaufen. Sowohl Tibien als auch Radien haben ein Nahrungsloch (*Foramen nutricium*), das eine für Bohrleisten geeignete Fläche störend durchkreuzt und zwar so, dass sein Verlauf schlecht von außen einzuschätzen ist.

Bei Pferdetibien und -radien sind diese Nachteile nur wenig geringer: die Wandstärken können etwas kräftiger sein, während die flachen Teile, v. a. beim Pferderadius, weniger Unregelmäßigkeiten aufweisen. In Übereinstimmung mit diesen Eigenschaften wurden in den Produktleisten aus Pferderadien und -tibien runde Perlen mit Durchmessern bis 7,5 mm angetroffen, in Leisten aus Rinderradien und -tibien hauptsächlich kleine Perlen mit Durchmessern bis 5,7 mm. In Rindertibien wurden einige große Perlen mit Durchmessern von 9 bis 10 mm gefunden (Tab. 36).

In Rinderhumeri und -femora, deren Wände überwiegend noch dünner und stärker gebogen sind als bei Tibien und Radien, wurden nur kleine Perlen mit Durchmessern unter 5 mm gemessen.<sup>370</sup>

Bei Pferdemetapodien ist die Knochenwand relativ stark, ähnlich wie bei Rindermetapodien, und es fehlen Krümmungen in der Querrichtung. Allerdings fehlen ähnlich starke Ecken wie bei Rindermetapodien und Tibien, an denen eine erhöhte Wandstärke das Herausbohren großer Perlen ermöglicht. Auch wird die meist flache Seite zum Teil von einem störenden Foramen durchquert, während alle Seiten im Allgemeinen stärker röhrenförmig gerundet sind als bei Rindermetapodien. Sie eignen sich deshalb zum Herausbohren von runden Perlen mit Höhen bis 7 oder 8 mm aus nicht allzu breiten Leisten sowie zum Herausbohren von runden oder länglichen Perlen aus quer gesägten Scheiben. Zum Anfertigen von breiten, flachen Leisten für Ringe sind sie aber weniger geeignet. Unter den hier analysierten Produktleisten befindet sich ein Beispiel für die Nutzung von quer gesägten Scheiben mit einer länglichen Perle. Abgesägte Distal- und Proximalenden von Pferdemetapodien (Kap. 3.2) sowie ausgebohrte Scheiben ohne Produktreste (Kap. 3.4) bestätigen diese Verwendung der Pferdemetapodien. Daneben wurden sie zum Herausbohren von runden Ringen (mindestens bis etwa 20 mm Durchmesser) und runden Perlen (mindestens bis etwa 8 mm Durchmesser) (Tab. 35b und 36) genutzt.

Obwohl die Unterschiede in der Auswahl der Skelettelemente in den verschiedenen Produktionsphasen erst im nächsten Kap. 3.4 ausführlich analysiert werden, sind bezüglich der Nutzung der oben besprochenen Skelettelemente zum Herausbohren von Ringen einige Vorbemerkungen zu machen. Ähnlich wie bei Rindermetapodien, scheint in der Produktionsphase 1 aufgrund des Produktdurchmessers nicht zwischen den unterschiedlichen Skelettelementen differenziert worden zu sein (Tab. 35b). Obwohl sie sich in unterschiedlichem Maße zum Herausbohren von runden Ringen

<sup>370</sup> Diese Daten, die zum Teil auf sehr eingeschränkten Zahlen beruhen und möglicherweise durch quantitative Unterschiede in Fehlbohrungen beeinflusst wurden, sind in der Analyse der durchbohrten Leisten in Kap. 3.4 zu bestätigen.

eigen, scheinen Radien, Tibien und Metapodien von Rind und Pferd in dieser Phase alle in ähnlicher Weise zum Herausbohren von Ringen benutzt worden zu sein und zwar aus dem ganzen aus dieser Phase bekannten Durchmesserbereich von etwa 8 bis 21 mm. Nur aus Unterkiefern fehlen auffälligerweise Ringreste mit Außendurchmessern über 18,3 mm. In den Produktionsphasen 2A und 2B, aus denen nur runde Ringe mit kleinen Durchmessern unter 14 mm bekannt sind, wurden diese – zumindest in Bef. 609 (Produktionsphase 2B) – überwiegend in Pferdeknochen vorgefunden, obwohl auch Metacarpen und Radien vom Rind benutzt wurden.<sup>371</sup> In Produktionsphase 3 wurden Metapodien und Unterkiefer vom Rind sowie möglicherweise Pferdeknochen für runde Ringe mit Durchmessern bis 15 mm eingesetzt, während größere Ringe nur in Metatarsen angetroffen wurden.<sup>372</sup> In den Produktionsphasen 2B und 3 scheint es also eine Strategie bei der Auswahl bestimmter Knochen für ausgewählte Produktformen mit spezifischen Durchmessern gegeben zu haben, die mit den unterschiedlichen Eigenschaften der verschiedenen Knochen zusammenhängen, während eine solche Strategie in Produktionsphase 1 vermutlich gefehlt hat. Diese Hypothese wird im nächsten Kap. 3.4 anhand der Analyse durchbohrter Leisten aus ausgewählten Befunden näher getestet.

### 3.3.8 Schlussbemerkung

Anhand der durchbohrten Leisten und Scheiben mit Produktresten können wichtige zusätzliche Informationen gewonnen werden, welche nicht den losen Produkten und durchbohrten Leisten ohne Produktreste zu entnehmen sind. Diese betreffen nicht nur die Produktpalette und die Formenpalette der Produkte, sondern auch das Profil der Bohrspitzen. So ist an dem Bohrprofil u. a. der Versuch abzulesen, mit einer Durchbohrung mehrere Produkte erhalten zu wollen. Außerdem können neue Informationen zur Technik abgeleitet werden. Durch solche Informationen lassen sich Bausteine zur Formulierung von Modellen entwickeln, die sich auf die Strategien zur Materialausnutzung und zur Lösung technischer Probleme beziehen. Dies wird durch den außergewöhnlichen Umstand ermöglicht, dass sich große Mengen an Produktleisten auf verschiedene, zeitlich aufeinander folgende Produktionsmuster oder -phasen verteilen.

Dagegen ist der Versuch, die Nutzung unterschiedlicher Bohrer zu analysieren, zum Teil gescheitert. Es gibt zu viele unsichere Faktoren, deren Einfluss nicht genau bestimmt werden kann. Aber es kam durch die Darstellung der Umstände ein Prozess in Gang, der diese Faktoren problematisierte. Und gerade diese Problematisierung ist es, aus der sich neue Erkenntnisse zur Bohrtechnik entwickeln konnten.

Das quantitative Verhältnis in den Beziehungen der Daten der Produktleisten ist in diesem Kapitel aus gegebenem Anlass nur in Ansätzen behandelt worden und zwar insofern, als dass sich daraus Informationen ergeben, die nicht aus der Analyse der Gesamtheit der durchbohrten Leisten und Scheiben abzuleiten sind. Diese Analyse erfolgt im nächsten Kapitel.

---

371 Die aufgrund der Skelettelemente bestimmbaren Ringleisten aus Bef. 475 (Phase 2A) reichen zahlenmäßig nicht für Aussagen zur Auswahl der Skelettelemente aus.

372 Pferdeknochen mit Resten runder Ringe aus Periode 3B von JUNKEs' Periodeneinteilung anhand von Keramik sind nur in Befunden mit sekundär umgelagertem Verarbeitungsabfall von Knochen gefunden worden und können aus den Produktionsphasen 2A oder 2B stammen.

Gruppe	Komplex	Produkt	Zahl	Lochwand	Loch-Dm.	
					Spitze	Bereich
1	7	ohne Innenobjekt	1	zylindrisch	5,4	
2	4	ohne Innenobjekt	1	zylindrisch	8,1	
2b	5	ohne Innenobjekt	2	leicht konisch	7,9–8,0	
3	9/5	ohne Innenobjekt	3	zylindrisch	9,0–9,2	
4	1	ohne Innenobjekt	1	zylindrisch	9,2	
5	3	ohne Innenobjekt	1	zylindrisch	9,2	
6	4	vermutl. ohne Innenobjekt	2	zylindrisch	9,7–10,1	
6b	5	ohne Innenobjekt	1	zylindrisch	10,2	
7	1	Innenperle/-zylinder	3	leicht konisch	11,0–11,4	
8	8/9	Innenperle	3	zylindrisch	10,9	
9	5	Innenobjekt?	1	leicht konisch	10,9	
10b	5	ohne Innenobjekt	1	leicht konisch	12,3	
10	4	ohne Innenobjekt	3	leicht konisch	13,0–13,3	12,4–13,3
11	2/6/8/9	Innenperle	15	zylindrisch	13,0–13,5	
12	5	Innenobjekt?	3	zylindrisch	(13,6)–14,0	
13	5/9	ohne Innenobjekt	3	leicht konisch	13,9–14,0	13,9–14,3
13b	4	Innenobjekt?	1	zylindrisch	(14,0)	
14	7–9	Innenperle	25	zylindrisch	13,8–14,5	
14b	6–8	Innenperle	4	zylindrisch	14,2–14,6	
15	9	Innenobjekt?	1	zylindrisch	14,3	
13c	3	ohne Innenobjekt	2	zylindrisch	14,6–15,0	
16	1	Innenring	1	leicht konisch	14,5	
17	8/9	Innenperle	21	zylindrisch	15,2–15,7	14,9–15,2/17,0
18	1	Innenzylinder	2	zyl.; leicht kon.	15,8	
19b	6	Innenperle?	3	zylindrisch	15,9–16,1	
19	7	Innenobjekt?	1	zylindrisch	(15,8)	
20	1	Innenzylinder	3	leicht konisch	16,1	
21	1	Innenzylinder	1	leicht konisch	17,0	
22	1	Innenperle/-zylinder	3	leicht konisch	16,6–16,8	
22a	1	Innenobjekt?	1	leicht konisch	17,0	
23	3	Innenperle	1	konisch	18,0	
24	1	Innenring	73	leicht konisch	17,9–18,5	17,9–18,7
25	1	Innenperle	13	leicht konisch	18,4/18,6	18,4–18,6
26	1	Innenring	1	leicht konisch	19,8	
27	1	Innenring	22	leicht konisch	21,2–22,0	
28	8/9	Innenperle/-zylinder	2	zylindrisch	22,8/(22,1)	
30	8	große Innenperle	2	zylindrisch	(26,0)/26,4	
31	2/8	große Innenperle	1	zylindrisch	(28,0–28,4)	
32	9	große Innenperle	1	zylindrisch	(30,0)	

Tab. 37a (linke und rechte Seite): Bohrprofilgruppen runder Ringe  
(in mm, Schätzwerte in Klammern; Dm. = Durchmesser).

Außen-Dm.		Innen-Dm.		Produktgröße		Außen-Dm. : Höhe		Dm. Innen- objekt
Spitze	Bereich	Spitze	Bereich	Spitze	Bereich	Spitze	Bereich	
4,4		2,2		(0,7)		(3,1)		
7,1		2,5						
7,0-7,4		3,0-3,1		2,5-3,0		2,5/2,8		
8,1-8,2		3,2-3,3		2,0-2,6		4,1		
7,8		3,0		3,1		2,5		
8,2		3,7		(1,5)				
9,1		3,3		3,0-3,4		2,7-(3,0)		
9,1		3,6		3,8		2,4		
9,9-10,0		5,6-5,8		2,0-2,5		4,8-5,0		4,3-4,6
10,0		4,9-5,0		2,1-2,3		4,4-(4,7)		4,3-4,6
10,3		(3,9)		3,8		(2,7)		
11,6		(5,5)		3,8		3,1		
11,9-12,0		4,2		4,9		2,4		
12,0-12,5		5,8-6,2	5,8-6,2/6,7	2,7-3,3	2,4/3,6	4,1-4,3	3,1-4,5/5,2	5,3-5,6/5,8
12,5-12,7		6,4-6,5		3,7-3,9	3,7->4,0	(3,3)-(3,4)	(2,5/3,3-3,4)	
12,9-13,1		4,5-4,6		4,6-5,1		2,5-2,6		
(13,6)		(4,9)		5,4		(2,5)		
12,7-13,3		6,0-6,4		3,0-3,4	2,9-3,7/4,0	3,7-4,0/4,3-4,4	3,3-4,4/5,0	5,3-5,8/6,2
12,9-13,5	12,9-13,8	6,7-6,8		2,9-3,2		(3,5)		5,6-5,7/6,2
13,3		5,2				6,8		4,5
13,2/13,6		4,1-4,4		6,2		2,2		
13,6		8,3		(2,0)		6,8		7,5
14,1-14,9		6,7-7,3	6,5-7,3	3,0-3,4	2,7-4,0	4,4-4,9	3,9/4,4-5,6	5,8-6,7
15,0		7,4-7,7		3,3				6,8
15,0-15,3		7,8-8,0		3,0-3,2				6,9/7,5
15,1		6,8		3,4				
15,0-15,8		8,8-9,0		4,9-(>3,5)				8,2-8,4
16,2		8,6						7,6
15,8-15,9		9,5-9,8		3,3				8,9-9,0
(16,5)		(10,5)		3,1				
16,8		8,7						8,2
17,5	17,1-18,0	10,3-10,6	9,9-11,0	3,3-3,5	3,0-3,9			9,1-9,9/10,2
17,8-18,0	17,6-18,1	10,7-11,1	10,5-11,1	3,3-3,4	3,1-4,1			9,7-10,2/10,5
18,5		11,0						10,5
20,3-20,9	20,3-21,4	11,8-12,8		5,6				11,0-11,5
20,8/(21,0)		(8,1)/8,7		3,6/5,0				7,1-7,2
24,7-24,8		14,0-14,1		4,2-5,0		5,0/5,9		12,2
(27,0)		13,8		5,2-5,3		(5,1)		12,8
28,0		15,3		4,5		6,2		13,3

Gruppe	Komplex	Produkt	Zahl	Lochwand	Loch-Dm.	
					Spitze	Bereich
1	6	oval + Perle	2	zylindrisch		12,7
2	9	eckig	1	zylindrisch		(15,2)
3	<b>7; 9; 6; 8<sup>2</sup></b>	eckig + Perle	11	zylindrisch		16,2–16,5
3a	6,8	oval/eckig + Perle	3	zylindrisch		16,0–16,3
4	<b>8; 9</b>	oval + Perle	8	zylindrisch		(17,3)/17,6
5	<b>7; 9</b>	oval + Perle	3	zylindrisch		18,0–18,4
6a	<b>7; 8; 9</b>	oval + Perle	3	zylindrisch		18,8–19,8
6b	<b>7; 9</b>	eckig + Perle	3	zylindrisch		19,5–19,8
7a	6	oval + Zylinder	2	zylindrisch		19,6
7b	6	eckig + Perle	3	zylindrisch		19,6–19,8
8a	9	oval + Perle	1	zylindrisch		19,8
8b	9	eckig	1	zylindrisch		19,2
9	<b>7; 8</b>	oval + Perle	3	zylindrisch		18,8–19,0
10	8; 9	oval + Zylinder	10	zylindrisch		19,6–20,4
10a	9	eckig	1	zylindrisch		(20,0)
11	8	oval	7	zylindrisch		19,8–20,6
12	<b>8; 6; 9</b>	oval	15	zylindrisch		20,9–21,7
13	7	oval	3	zylindrisch		21,0–21,9
13a	7	eckig	2	zylindrisch		21,4–21,8
15	6	oval	6	zylindrisch		21,7–22,1
15a	6	eckig	6	zylindrisch		21,5
16	<b>8; 9</b>	oval/eckig	4	zylindrisch		23,3–23,8
1 Innenobjekt vorhanden, keine Maße bekannt						
2 Komplexe mit größten Anteilen an Messdaten fett						

Tab. 37b (linke und rechte Seite): Bohrprofilgruppen flacher Ringe (in mm, Schätzwerte in Klammern; Dm. = Durchmesser). Fett: Komplexe, aus denen die meisten Messdaten stammen.

### 3.4 Die Daten der durchbohrten Leisten

#### 3.4.1 Die Arbeitsweise bei der Verarbeitung der Daten

Die Daten von insgesamt 4465 Fragmenten durchbohrter Knochenleisten und Scheiben wurden in eine digitale Datenbank aufgenommen. Die Daten verteilen sich auf folgende Fundkomplexe:

- Produktionsphase 0: 30 Fragmente, sämtlich ausgewählt anhand optischer Merkmale.<sup>373</sup>
- Produktionsphase 1: 1083 Fragmente, ausgewählt teilweise aus stratigraphischen, teilweise aus optischen Gründen. Sie stammen hauptsächlich aus den Ablagerungsphasen Q3 und Q6–Q9 nach PFROMMER (s. Kap. 2).
- Produktionsphase 2A: 1288 Fragmente, ausgewählt aus Bef. 475 in den älteren Aufschüttungen mit Material dieser Phase (Q12), vor dem Bau der Holzverschalung.
- Produktionsphase 2B: 635 Fragmente, ausgewählt aus Bef. 609a (Schnitt 3), der jüngsten Schicht mit Material aus dieser Phase.
- Produktionsphase 3: 1301 Fragmente, ausgewählt aus Bef. 472 mit primär gelagertem, unvermishtem Material (Ablagerungsphase 3.I; s. Kap. 2).

Daten von 128 Fragmenten aus Bef. 195b wurden nicht in die Auswertung einbezogen, da ihre chronologische Einordnung unklar ist.<sup>374</sup>

Außen-Dm.		Innen-Dm.		Produkthöhe		Außen-Dm. : Höhe		Dm. Innen- objekt
Spitze	Bereich	Spitze	Bereich	Spitze	Bereich	Spitze	Bereich	
	11,7–(11,9)		(4,2)–4,4		1,4–(2,6)	4,6/8,4		4,0
	14,5		6,0		2,4	6,0		vorhanden <sup>1</sup>
15,0–15,1	14,7–15,3		5,6–6,0		2,4–2,7	5,5–7,1	(4,8)–(7,6)	4,7–5,0
	15,4		5,6–5,8		2,1–3,0	5,1–7,5		4,8–5,2
	16,4–16,6		6,5–6,8		2,4–2,9	6,3–6,9	5,8–(8,3)	5,7/6,0
	17,4–17,6		5,9–6,2		2,8–3,2	5,5/6,3		5,3
	17,9–18,1		5,8–6,2		3,0	5,9–6,0		5,0–5,5
	18,3–18,4		5,7–6,2		2,2–3,7	5,0–(5,3)	5,0–8,4	5,0–5,6
	18,4		6,2–6,5		2,6–2,7	6,9		5,4–5,6
	18,4/18,8		6,1–6,2		3,0–3,8	6,3–7,0	5,0–7,0	5,4–5,5
	17,9		6,0		2,8	7,5		5,5
	18,1		6,2					5,6
	18,2–18,3		7,8–8,4		2,7–3,2	6,8–6,9	5,7–6,9	7,2
	18,7–19,5		6,2–7,0	3,0	2,2–3,2	6,1–6,5	6,1–7,0	5,8–5,9
	18,6		6,1		3,8	5,8		
	18,7–19,1		7,1–7,4	2,9–3,3	2,5–3,3/4,2	5,7–(6,4)	5,7–7,6	6,3–6,7
	20,1–20,7	7,7–7,9	7,3–7,9		2,0–3,2	6,4–7,6	5,2–7,6	6,3/6,6–7,2
	19,8/20,6		6,7		3,4–3,5	5,9–6,1		5,6
	20,2/20,6		6,4–6,5		3,8	5,4		5,0–5,4
	20,7–21,1	7,4–7,6	6,9–7,6		2,7–3,6	(5,8)–7,8		6,2–6,4
	20,7		6,9		2,9	5,8–7,4		6,3
	22,5–23,5	7,4–7,8	7,4–8,7		2,7–4,0			6,6

Es wurden Messdaten jedes Fragments sowie dessen osteologische Daten und Daten von Verarbeitungsspuren aufgenommen.<sup>375</sup>

Folgende Informationen wurden in die Datenbank aufgenommen: Das verwendete Skelettelement wurde verzeichnet. Bei Rindermetapodien wurde außerdem – soweit es sich feststellen ließ – noch verzeichnet, ob es sich um relativ große oder kleine Exemplare handelte. Bei den Verarbeitungsspuren wurde u. a. die Form der Bohrlochwand registriert. Es interessierte ferner, ob und auf welche Weise das Knochenende entfernt wurde. Es wurde registriert, entlang welcher Linie der Knochen in der Länge gespalten wurde. Es wurde aufgezeichnet, welche Seiten der Leiste mit einem Zieh- oder Hackmesser abgeflacht oder anderweitig bearbeitet wurden. Die Form der Leistenränder wurde ebenfalls beachtet. Anhand der nicht vollendeten Bohrungen wurde festgestellt, an welcher Knochen- oder Knochenseite angefangen wurde. Anhand von Spuren in der Lochwand wurde herausgefunden, von welcher Seite die Bohrung beendet wurde (s. Kap. 3.1). Bei Meißelspuren wurden Ort, Breite und Einstichseite des Meißels verzeichnet.

Gemessen wurde die vorhandene Leistenlänge, die zum Bohren benutzte Länge und – soweit vorhanden – die größte messbare vollständige Leistenbreite von denjenigen Teilen, die zum Bohren benutzt worden waren. Die Durchmesser der Bohrlöcher in einer Leiste wurden entsprechend ihrer Größe in Gruppen eingeteilt, und es wurde jeweils von einem Bohrloch pro Gruppe das Maß

373 Es wurden nur diejenigen Fragmente mit entsprechenden optischen Merkmalen aufgenommen, die während der Auswertung zur Verfügung standen. Einige Fragmente von innerhalb der Umfassungsmauer, bei denen bei einer früheren Materialdurchsicht ähnliche Merkmale beschrieben wurden, standen während der Auswertung nicht zur Verfügung.

374 Nach Mitteilung J. PFROMMERS handelt es sich um eine Grube, die des Längeren und zur gleichen Zeit wie verschiedene Ablagerungsphasen offen lag.

375 Die Messdaten wurden mit einer digitalen Schiebellehre aufgenommen, die direkt mit einem Computer verbunden war.

Gruppe	Komplex	Zahl	Form	Loch-Dm.		Außen-Dm.		Innen-Dm.	
				Spitzen	Bereich	Spitzen	Bereich	Spitzen	Bereich
p1	6/8	2	p	4,4		3,5		0,8/1,4	
p2	5	53	p	5,2–5,3	4,7/4,9–5,6	3,9–4,3	3,8–4,6	1,4–1,7	1,3–1,8
p2	9	4	p	5,0–5,2		4,1–4,2		1,5–1,7	
p3	1(2x)/3	9	p	5,3/5,7	5,3–5,7	4,0–4,3	4,0–4,6	1,5	1,4–1,7
p3	4	7	p	5,5–5,6	5,4–5,7	4,1–4,3		1,6/1,8	1,4–1,8
p4	4	103	p	5,7–5,9	5,6–6,2	4,6–4,7	4,5–5,2	1,8–1,9	1,5–2,0
p5	5	46	p	5,8–6,4	5,4–6,9	4,6–5,0	4,5–5,2	1,6–1,9	1,5–2,0
p5a	5	27	p	6,0–6,1	5,7–6,6	5,0–5,2	4,6–5,4	1,7–2,0	1,6–2,0
p5	6	25	p	5,9–6,2	5,7–6,3	4,7–5,0	4,5–5,2	1,4–1,9	1,4–2,0
p5	7	17	p	6,0–6,2	5,8–6,3	4,7–4,9	4,4–5,2	1,7–1,9	1,7–2,1
p5	8/9(2x)	19	p	5,8–6,1	5,8–6,5	4,6–4,9	4,5–5,2	1,7–1,9	1,7–2,3
p6	1(2x)/3	8	p	6,3–6,4	5,9–6,4	5,0–5,2	4,7–5,2	1,8–2,0	
p7	8	1	p	6,8–6,9		5,3		2,3	
p7	3	5	p	6,7–7,0	6,7–7,5	5,3–5,4	5,3–5,5	1,7–2,0	
p8	5	21	p	6,0–6,1/6,3/6,6	6,0–6,7	5,2–5,4	5,2–5,5	1,9–2,0	1,8–2,1
p9	4	43	p	6,5–7,4	5,8–7,8	5,6–5,8	5,3–5,8	1,9–2,0	1,6–2,3
p7a	1–3	8	p	6,7–7,0/7,4–7,5	6,7–7,8	5,8–6,1	5,6–6,1	1,9–2,1	1,8–2,4
p7/9	8/9	3	p	6,8–6,9		5,6/5,9		2,0–2,1	
p10a/7	8/9	5	p	7,3–7,5		5,7–5,8	5,6–5,8	2,0	2,0–2,1(2,3)
p10	8/9(11x)	26	p	7,4–7,7	7,3–7,9	6,0–6,1	5,8–6,4	2,0–2,1/2,3–2,4	1,9–2,8
p10	7	20	p	7,6–8,3	7,4–8,3	6,1–6,4	6,0–6,5	2,1/2,4	1,9–2,4
p10	6	29	p	7,3–7,5/7,8–7,9	7,3–8,2	6,1–6,4/6,5–6,6	5,9–7,0	1,7/2,0/3,3	1,7–2,4
p10	5	3	p	7,2–7,3/7,8	7,2–7,8	6,3–6,4	6,0–6,4	2,1–2,3	
p10	4	30	p	7,4–7,5	7,3–7,8	6,0	5,9–6,4	2,1–2,2	2,1–2,3
p11	8/9(3x)	11	p	8,5	7,8–9,0	6,6–6,8	6,6–6,9	2,3–2,4	1,9–2,5/2,8
p12	8/9	13	p	8,8/9,0–9,1	8,7–9,2	7,5	7,2–7,8	2,6–2,7	2,0/2,6–2,7
p12a	5	1	p	8,9		7,8		2,3	
p13	8/9(5x)	6	p	9,4–9,6	9,1/9,4–9,6	8,1–8,2	8,0–8,3	2,7–2,8	2,1/2,7–2,8
p14	5	1	p	9,9		8,5		ca. 2,2	
p15	3	1	p	10,3		9,3		2,2	
p15	5	1	p	10,7		9,0		2,6	
p15	6	2	p	10,2/10,8		8,8/9,5		2,2	
p15	7(4x)/8(2x)/9	20	p	10,7	10,2–11,0	9,3	8,7–9,5	2,5–2,6	2,5–3,1
p16	1	1	p	11,0		10,0		2,2	
p16	5	1	p	11,3		9,8		2,6	
p17a	8	1	p	ca. 11,5		10,6		ca. 2,3	
p17	5	1	p	12,5		10,5		2,5	
p18	5	1	p	13,8		12,3		3,0	
p19	4	1	p	14,3		13,0		4,5	
p20	9	1	p	15,7		14,7		ca. 3,2	

Tab. 38a (linke und rechte Seite): Bohrprofilgruppen runder Perlen (in mm, Schätzwerte in Klammern; Dm. = Durchmesser).

Produkthöhe		Außen-Dm. : Höhe				Loch-Dm. : Aussendm.	
Spitzen	Bereich	Spitzen	Bereich	Mittelwert	Zahl	Spitzen	Bereich
2,6/?		1,35				0,9	
4,0(3,5)-(4,1)	3,2-4,5	1,01-1,07	0,93-1,20	1,05	38	1,0-1,3	0,9-1,5
4,0-4,1		1,01/1,05		1,03	2	0,9-1,0	
4,0/4,8	3,3/4,0-4,8	0,9/1,0-1,1	0,88-1,24	1,04	6	1,1-1,2/1,4	0,7-1,6
4,1	3,4/4,1	1,0/1,2	1,01/1,20	1,11	2	1,2/1,5	
3,7-4,2	3,6-4,3/6,0	1,08-1,22	0,78-1,30	1,14	33	1,0-1,2	
4,4/4,8-5,1	4,2-5,1	0,99-1,10	0,93-1,17	1,03	22	1,0-1,4	
5,0-5,7	4,4->7,8	0,9-1,3				0,9-1,1	0,6-1,4
4,0-5,0	4,0-5,0/5,4	1,04-1,18	0,93-1,25	1,10	7	1,1-1,2	1,1-1,4
4,4-4,5/4,8-5,0	3,8-5,0	0,99-1,09	0,94-1,24	1,05	9	1,1-1,5	
4,6/5,0	3,8-5,4	0,88-1,03/1,21	0,88-1,29	1,04	10	1,2-1,3	
4,7-4,8		1,02-1,06	0,97-1,06	1,03	4	1,2	1,0-1,6
4,6		ca. 1,14				1,5-1,6	
4,7-4,8							
(4,8)-5,0	4,2/4,6-5,3	1,02-1,11	0,99-1,18	1,07	14		
4,8-5,3	4,3-6,2	1,02-1,20	0,90-1,28	1,09	18	1,1-1,6	0,2-2,0
5,4-6,3	4,7-6,3						
5,0/6,0		ca. 0,98-0,99	0,98-1,13				
5,0/5,4		<1,07/1,16					
6,0	5,0-6,6	1,02	0,97-1,07	1,01	11	1,4-1,6	
6,0	5,7-6,2	1,01-1,08	1,01-1,08	1,06	4	1,4-1,6	1,3-2,2
6,0	4,8/5,6-6,6	1,03	0,98-1,32	1,10	9	1,2-1,4	0,8-1,9
5,2/6,0		1,06/1,22	1,06/1,22	1,14	2	1,0/1,2/1,5	
5,6-5,8/6,0	4,7-6,8	1,05-1,11	0,93-1,28	1,06	6	1,3-1,6	1,0-2,0
6,0	5,0/6,0-6,7	1,10-1,16	0,97-1,33	1,11	8	1,4/1,7	
6,3-7,0		1,14-1,19	0,93-1,19	1,09	8	1,3-1,5/1,6-1,8	1,3-1,8
						1,1	
6,0-7,1		1,16-1,21	1,16-1,37	1,23	4	1,3-1,5	
ca. 8,0		1,07				1,4	
						1,1	
						1,7	
						1,4	
	7,0-9,0	1,08/1,11	1,08-1,11	1,10	2	1,4-1,5/1,6-1,7	1,3-1,9
						1,1	
		1,08				1,5	
						0,9	
>10,0						2,0	
>9,0						1,5	
8,4		1,55				1,3	
ca. 13,0						1,0	

Gruppe	Komplex	Zahl	Form	Loch-Dm.		Außen-Dm.		Innen-Dm.	
				Spitzen	Bereich	Spitzen	Bereich	Spitzen	Bereich
t1	1	1	t	5,1		1,5		1,5	
t2	$3(2x)/4(3x)/9$	6	t	5,4–5,5	5,4–5,8	4,2	4,4–4,2	6,1/6,9/7,8	
t3	$4(3x)/8(2x)/9$	6	t	6,0–6,1	6,0–6,3	4,5–4,7	4,5–5,0	2,0	2,0–2,4
t4	$4/9(2x)$	6	t	6,9–7,1	6,9–7,4	5,3–5,4	5,3–5,8	2,1	1,9–2,3
t5	9	1	t	8,2		6,3		2,1	

Tab. 38b (linke und rechte Seite): Bohrprofilgruppen länglicher Perlen (in mm, Schätzwerte in Klammern; Dm. = Durchmesser).

des Durchmessers registriert. Dabei wurde der Bohrlochdurchmesser auf halber Strecke zwischen Lochrand und Bruchgrat gemessen. Da die Maße sowohl an verschiedenen Stellen innerhalb eines Loches wie auch in verschiedenen Löchern einer Größengruppe um bis zu 0,8 mm variieren (Kap. 3.3.5), wurde innerhalb dieser Variation ein möglichst repräsentatives Maß gewählt. Für jede der in einer Leiste unterschiedenen Durchmessergruppen wurde die kleinste und die größte Stärke der Bohrlochwand an der Stelle, an der die Knochenwand am dicksten war, quer über ein ausgebohrtes Loch hinweg gemessen und zwar dort, wo der zu erwartende Gegenstand am höchsten war: bei Perlen z. B. quer über die Mitte eines Bohrloches. In jeder Leiste wurde für jede der voneinander unterschiedenen Durchmessergruppen gezählt, wie viele Bohrlöcher es in einer Reihe über die ganze Leistenlänge hinweg gab. Wenn es in einer Leiste mehrere Lochreihen nebeneinander gab, wurde zusätzlich die Zahl der Lochreihen registriert.<sup>376</sup> Wenn die Zahl der Löcher in den verschiedenen Reihen unterschiedlich hoch war, dann wurde die Reihe mit den meisten Bohrlöchern als Basis zugrunde gelegt; zusätzlich wurden die Abweichungen von dieser Höchstzahl registriert. Für das Ergebnis der vorhandenen Bohrlöcher einer Durchmessergruppe wurde die Höchstzahl der Löcher in einer Reihe mit der Zahl der vorhandenen Lochreihen multipliziert und vom Produkt die registrierten Abweichungen von der Höchstzahl abgezogen. Um die Zahl der herausgebohrten Gegenstände dieser Durchmessergruppe zu erhalten, wurde die Zahl der nicht oder nicht vollständig ausgebohrten Löcher sowie der Löcher, in denen sich Reste abgebrochener Teile von ausgebohrten Produkten befanden, von der Zahl der vorhandenen Bohrlöcher abgezogen.

### 3.4.2 Produktionsphase 0

30 Leistenfragmente, deren Durchbohrungen durch eine konische Lochwand gekennzeichnet sind, wurden der Produktionsphase 0 zugeschrieben (Abb. 82). Sie stammen aus Schnitt 2 am Fischmarkt und Bef. 195a (Ablagerungsphase Q3 nach PFROMMER) – beide außerhalb der Umfassungsmauer – sowie aus einigen Befunden innerhalb der Mauer (s. Kap. 2.3.2.1).

Die Leisten wurden aus den Lang- und Plattknochen von Rindern und Pferden angefertigt: 23 Fragmente aus Langknochen und drei Fragmente (12%) aus Plattknochen. Unter den Langknochen befinden sich Metapodien und Tibien sowohl von Rindern wie auch von Pferden. Es wurden etwa gleich viele Pferde- wie Rinderknochen festgestellt. Ein Leistenfragment wurde aus einem abgesägten Stück Geweih angefertigt.

Anhand der Durchbohrungen werden die Leistenfragmente in zwei Gruppen unterteilt.

Zwölf Fragmente haben Durchbohrungen mit Durchmessern von 10,5 bis 17 mm, die von einer Seite her ausgebohrt wurden.<sup>377</sup> Alle Löcher wurden zuerst von der Innenseite des Knochens ge-

<sup>376</sup> Unvollständige Löcher wurden voll mitgezählt. Leistenfragmente ohne Teile der Leistenränder oder -enden wurden nicht mitgezählt. Trotzdem ist mit Doppelzählungen von Bohrlöchern in verschiedenen Fragmenten einer gebrochenen Leiste zu rechnen.

Produkt <span>­</span> h <span>­</span> o <span>­</span> h <span>­</span> e		Au <span>­</span> ßen <span>­</span> ­Dm. : H <span>­</span> o <span>­</span> h <span>­</span> e				Loch <span>­</span> ­Dm. : Au <span>­</span> ssendm.	
Spitzen	Bereich	Spitzen	Bereich	Mittelwert	Zahl	Spitzen	Bereich
6,8		0,5				1,55	
6,1/>6,9/7,8		0,6–(0,7)				1,2/1,5	
6,4/7,3	>5,0–7,3	0,7–0,8				1,5	1,4–2,0
>8,0/9,0/10,7	>8,0–10,7	0,5–0,7				1,6	1,3–1,9
						1,9	

ringf­u­gig, bis h­o­ch­st­e­n 1 oder 1,5 mm Tiefe, angebohrt. Danach wurde der gew­u­n­s­ch­t­e Gegenstand von der Au­ßenseite aus bis fast zur Innenseite (mindestens 3,5 bis 4,5 mm tief) ausgebohrt. Auf diese Weise wurde vermieden, dass der Gegenstand beim Herausbrechen durch Absplittern der Knochenwand besch­adigt wurde.

Da keine Reste von unvollst­andig herausgebohrten Gegenst­and­e­n in den Bohrl­o­ch­e­r­n gefunden wurden, ist die Form dieser einseitig herausgebohrten Gegenst­and­e­n unklar. Die ausgebohrten Mindesttiefen deuten darauf hin, dass die Gegenst­and­e­n 3,5 bis 4,5 mm hoch waren. Die gemessenen Durchmesser der L­o­ch­e­r variieren pro Leiste und verteilen sich u­ber die ganze Breite von 10,5 bis 17 mm, ohne dass darin getrennte Gruppen von Durchmessern erkennbar sind. Auch die Lochwand nimmt von der Oberfl­ache des Knochens zum Bruchrand hin pro Leiste eine variable Form von einer fast geraden Linie bis hin zu einer konkaven an. Die Leistenbreite schwankt von 14,6 bis 32 mm; die St­arke der Knochenwand liegt zwischen 3,5 und 6 mm.

Das Verh­altnis zwischen dem Lochdurchmesser und der Wandst­arke betr­agt ­ah­nlich wie bei Ringen 1 : 2 bis 1 : 4,3, mit einer Ausnahme von 1 : 1,7 bis 1,8. Insgesamt wurden 45 Gegenst­and­e­n aus einer Gesamtleistenl­ange von 77 cm mit einer Knochenoberfl­ache von 148 cm<sup>2</sup> herausgebohrt. Es entstand durchschnittlich ein Gegenstand auf 3,3 cm<sup>2</sup> der gemessenen Knochenoberfl­ache.<sup>378</sup> An acht Leistenenden blieben durchschnittlich 19,4 mm Knochenl­ange ungenutzt.

Alle einseitig ausgebohrten Leistenfragmente wurden aus Langknochen angefertigt – etwa die gleiche Zahl von Pferden wie von Rindern. Von beiden wurden Tibien und Metapodien benutzt.

17 Leistenfragmente haben L­o­ch­e­n mit Durchmessern von 22 bis 26 mm, die von zwei Seiten bis etwa zur halben Tiefe ausgebohrt wurden (Abb. 83). Ein weiteres Leistenfragment wurde von einer Seite mit einem Durchmesser von 25 mm bis fast zur anderen Seite ausgebohrt.<sup>379</sup> In zwei Leistenfragmenten sind Reste von Ringen in Bohrl­o­ch­e­r­n mit Durchmessern zwischen 25 und 26 mm vorhanden, deren Wulst einen runden Schnitt mit einem Durchmesser von etwa 5 mm hat (Abb. 83).<sup>380</sup> Da eine Innenf­u­llung fehlte, l­asst sich nicht feststellen, ob ­ah­nlich wie in Produktionsphase 1 Innenringe mit kleineren Durchmessern (bis 15 mm) die Produktzahl erh­o­hten.

Die Mindestst­arke der ausgebohrten Leistenteile betr­agt 4 mm, die gr­o­ßte ausgebohrte St­arke 7 mm. Die Leistenbreite variiert von 22 bis 37 mm. In den verschiedenen Leisten verschm­alert sich die Lochwand unterschiedlich stark sowohl in gerader als auch in gekr­u­mmter Linie und zwar von

377 Weil sich die Ma­ße zwischen dem Rand des Bohrloches und dem Bruchrand stark unterscheiden und zudem die Lochwandformen variieren, wurden die Lochdurchmesser bei der Produktionsphase 0 am Bruchrand gemessen.

378 Ungenutzte Leistenteile an acht Leistenenden wurden mitgerechnet. Ohne diese betr­agt die gesamte Leistenl­ange 61 cm und die Oberfl­ache 112 cm<sup>2</sup> (2,5 cm<sup>2</sup> pro Gegenstand). Da nicht alle gemessenen L­o­ch­e­n vollst­andig vorhanden sind, sind die tats­achlich genutzten L­ang­e­n und Oberfl­achen gr­o­ß­e­r als die gemessenen, die hier als Rechenhilfe im Vergleich mit anderen Fundkomplexen dienen.

379 M­o­glicherweise war eine zweiseitige Bohrung beabsichtigt und die Bohrung an der zweiten Seite ist flacher ausgefallen, weil sich das Innenobjekt fr­u­hzeitig gel­o­st hat. Darauf deuten Kratzer an der zweiten Bohrseite hin. Das St­u­ck stammt aus Bef. 195a.

380 Diese Ringreste wurden nicht in die Auswertung in Kap. 3.3 einbezogen.



Abb. 82: Durchbohrte Leisten und Metapodienenden, die der Produktionsphase 0 zugeschrieben werden.



Abb. 83: Produktionsphase 0. Detail einer Bohrleiste mit zweiseitig konisch ausgebohrten Löchern und einem Ringrest.

beiden Seiten (Abb. 37, Nr. 1 und 3). Die Fragmentzahl ist zu gering, um die Durchmesser in getrennte Gruppen einzuteilen. Insgesamt wurden 32 Durchbohrungen bei einer gesamten Leistenlänge von 90 cm mit 214 cm<sup>2</sup> Knochenoberfläche ausgeführt. Bei dreien von ihnen (9%) entstand kein brauchbarer Ring. Würde die Produktzahl durch Innenringe verdoppelt, ließen sich etwa 55 bis 60 Ringe als Ertrag vermuten. In dem Fall wäre der Ertrag an Produkten pro Leistenlänge oder Knochenoberfläche ähnlich groß wie bei den kleineren, einseitig ausgebohrten Löchern. Dabei ist die mittlere Länge der nicht benutzten Leistenendteile mit durchschnittlich 24 mm größer als bei den kleineren Löchern. Dieser Unterschied ist durch die größere Leistenbreite bedingt, die zum Ausbohren mit größeren Durchmessern benötigt wird.

Außer den Langknochen von Rindern und Pferden wurden Plattknochen für diese größeren Durchbohrungen sowie ein Geweihfragment benutzt. Ein Leistenfragment wurde aus einem Rindermetacarpus hergestellt, der entlang der Lateral-Medialachse gespalten war, so dass die Koaleszenznaht in der Mitte der Leiste verlief, ähnlich wie bei vielen Leisten der Produktionsphase 1.



Abb. 84: Abfall durchbohrter Leisten, typisch für Produktionsphase 1, M 1 : 3.

Die Leisten der Produktionsphase 0 wurden mit relativ viel Zeitaufwand bearbeitet und in eine flache Form gebracht. Sie zeigen meist an vielen unterschiedlichen Seiten Schnittflächen, die von relativ großer Sorgfalt zeugen. In der Bearbeitung und in den dabei entstandenen Formen der langen Kanten ist keinerlei Systematik oder Muster zu erkennen. Sogar die Enden wurden in manchen Fällen mit einem Ziehmesser bearbeitet. Auch die Bohrungen wurden sorgfältig gesetzt: oft genau aneinander anschließend, ohne dass sie auch nur ein einziges Mal überlappten. In ein paar Leisten jedoch besteht zwischen den Bohrlöchern ein Abstand von 2 bis 5 mm. Gebohrt wurde meistens genau bis an die Grenze der geeigneten Leistenteile, ohne diese zu überschreiten. Die restlichen Teile wurden jedoch nicht für kleinere Durchbohrungen genutzt. Damit hätte man die verwertete Gesamtlänge durch mindestens fünf zusätzliche Gegenstände um 7% vergrößern können. In einer Leiste wurden dadurch 5 cm geeignete Leistenlänge nicht verwendet. In keinem Leistenfragment ließen sich unterschiedliche Durchmessergruppen beobachten. Auffällig dagegen ist, dass es kaum eine Standardisierung der Durchmesser und Lochwandprofile gibt. Fast bei jedem Leistenfragment ist der Lochdurchmesser anders. Während man bei einseitigen Bohrungen immer von der Außenseite der Knochen aus bohrte, wurde die Anfangsseite bei den zweiseitigen Durchbohrungen innerhalb einer Leiste gewechselt. Möglicherweise war es üblich, nach dem Ausbohren der ersten Hälfte die Leiste umzudrehen und von der anderen Seite weiter zu bohren. Mit dieser Seite begann man dann bei der nächsten Bohrung.

Auch beim Rohmaterial gibt es keine Standardisierung oder Hinweise auf eine Systematik in der Beschaffung. Während in allen anderen Komplexen mehr als die Hälfte der Leisten aus Rindermetapodien angefertigt war, ist in der Knochenauswahl der Produktionsphase 0 kein dominantes Element erkennbar. Andererseits ist der Anteil der Pferde- im Vergleich zu Rinderknochen in Produktionsphase 0 höher als in den anderen Komplexen. Eine systematische, standardisierte Rohmaterialbeschaffung von bestimmten Knochen wie Rindermetapodien und -unterkiefern ist bei Pferdeknochen höchst unwahrscheinlich, da Pferde im Gegensatz zu Rindern nicht systematisch, sondern nur vereinzelt geschlachtet wurden. Es ist schwer vorstellbar, dass ein so hoher Anteil an Pferdeknochen bei einer groß angelegten Produktion vorkommt. Der gesamte untersuchte Leistenabfall könnte von einem von den Bewohnern selbst geschlachteten Pferd und einem Rind stammen. Dabei ist bemerkenswert, dass bei einem Leistenfragment aus Pferdeknochen auf der natürlichen Oberfläche eine Verwitterung zu sehen ist, die auf den Schnittflächen fehlt (Abb. 83). Dieses deutet

darauf hin, dass der Knochen vor der Verarbeitung ausgekocht wurde, z. B. um Fett und Sehnenreste zu entfernen (s. Kap. 3.1).

Zusammenfassend scheint die Verarbeitung einen sehr begrenzten Umfang gehabt zu haben und in relativ zeitaufwendiger Weise, ohne Zeitdruck und ohne viel Vorplanung, ausgeführt worden zu sein. Man nahm sich die Zeit, die Leisten genauso anzufertigen, wie es in dem Moment für ein bestimmtes Knochenstück am besten erschien und führte die Bohrungen in Ruhe und konzentriert aus, so dass nur wenige Bohrungen fehlgingen. Wenn die Leiste mit dem betreffenden Durchmesser ausgebohrt war, warf man sie weg, schiff den Bohrer und fing mit einer neuen Leiste an, die vielleicht sogar erst noch angefertigt werden musste. Man hatte es nicht nötig, die unbenutzten Reste bereits verwendeter alter Leisten zu nutzen und sie mit einem kleineren Bohrer auszubohren. Wahrscheinlich war ausreichend Rohmaterial vorhanden, ohne dass es systematisch in größeren Mengen beschafft wurde. Die Nutzung eines Abfallstücks von der Geweihverarbeitung deutet auf Aktivitäten anderer Zweige des Knochen und Geweih verarbeitenden Handwerks hin. Allerdings kann der Abfall von verschiedenen Produktionen verschiedener Werkstätten stammen. So könnten aus dem Geweihfragment, das die größten gemessenen Lochdurchmesser hat, Spielsteine herausgebohrt worden sein. Die einseitig herausgebohrten Gegenstände, deren Form nicht bekannt ist, können von einer anderen Werkstatt erarbeitet worden sein als die zweiseitig ausgebohrten Knochenringe. Letztere fehlen in den Befunden, deren Füllung um 1272 oder früher zu datieren ist.<sup>381</sup> Während es bei den einseitig herausgebohrten Gegenständen möglich ist, dass sie in der Zeit vor 1272 angefertigt wurden, wurden die Knochenringe vermutlich zwischen 1272 und 1311 hergestellt. Es stellt sich die Frage, ob die 18 zweiseitig ausgebohrten Leistenfragmente nicht derselben Produktion entstammen wie die Leisten, die Produktionsphase 1 zugeordnet wurden. Es würde sich dann um die Leisten handeln, die mit stärker konisch geschliffenen Bohrern mit größeren Durchmessern ausgebohrt wurden. In der Rohmaterialauswahl schließen sie an die Leisten aus Produktionsphase 1 mit vergleichbaren Bohrlochdurchmessern an. Auch der Fehleranteil und die Spaltweise des Metacarpus stimmen mit Beobachtungen zu Produktionsphase 1 überein.

### 3.4.3 Produktionsphase 1

#### 3.4.3.1 Materialauswahl

Insgesamt wurden 1083 Fragmente durchbohrter Leisten und Scheiben aufgenommen (Abb. 84). Die Auswahl erfolgte in erster Linie aufgrund optischer Eindrücke. Sämtliche Fragmente aus den Fundkomplexen der stratigraphischen Folge von Bef. 704 bis 565 rechts unten in der Harris-Matrix von JUNKES wurden in die Stichprobe aufgenommen, weil darin die optisch der Produktionsphase 1 zugehörigen Fragmente überwiegen. Eine Ausnahme bildet der vorletzte Bef. 282, aus dem 13 Leistenfragmente ausgewählt wurden. Zusätzlich wurden einige Fundkomplexe aufgenommen, deren stratigraphische Stellung nicht bekannt war, die aber ausschließlich Fragmente der Produktionsphase 1 enthielten,<sup>382</sup> sowie einige Fragmente aus Fundkomplexen, die überwiegend anderen Produktionsphasen zugeordnet wurden.<sup>383</sup>

Das aufgenommene Fundmaterial enthielt elf Fragmente quer gesägter Scheiben und 42 Leistenfragmente, die dem Aussehen nach einer anderen Produktionsphase zugeschrieben wurden.<sup>384</sup> Die

381 In Bef. 1529 und 1640a wurden fünf Leistenfragmente mit kleineren, einseitigen Durchbohrungen gefunden. Drei weitere Leistenfragmente aus Befunden von vor 1272 (Bef. 1045 und 2393) standen nicht für die Datenaufnahme zur Verfügung.

382 Bef. 346 (nachträglich von PFROMMER in Ablagerungsphase Q8 eingeordnet), 640 und 644.

383 Aus Bef. 195 und 195a, links unten in der Harris-Matrix von JUNKES.

384 Zur Phasenzugehörigkeit der Scheiben s. Kap. 3.3. Bei sieben der elf Scheibenfragmente und den genannten Leistenfragmenten wird eine stratigraphische Verlagerung aufgrund der abweichenden Farbe, der Winzigkeit des Fragments und/oder Oberflächenerosion und zusätzlich der Form der Durchbohrungen vermutet.

Dm.-Gruppe	Produkt	Loch-Dm.	Produkt-Dm.	Dm. Innenring	Leistenzahl	Leisten %	Löcherzahl	Löcher %	Produktzahl	Produkte %
r2	Ring	7,6	ca. 6,5-7,0		1	0,1	1	0,0	1	0,0
r6	Ring	9,3-10,0	ca. 9		4	0,4	14	0,6	14	0,4
r7	Ring um Zylinder	10,8-11,1	ca. 10		12	1,3	52	2,3	52	1,4
r10	Ring	11,5-12,2	ca. 11,0-11,5		18	2,0	48	2,1	48	1,3
r12/13	Ring	13,2-13,8	ca. 12,5-13,0		22	2,4	60	2,7	60	1,6
r16	Ring um Ring	14,2-14,8	ca. 13	7,5	10	1,1	24	1,1	48	1,3
r18/20	Ring um Zylinder	15,3-16,2	ca. 15		40	4,3	136	6,0	136	3,5
r21/22	Ring um Zylinder	16,4-17,5	ca. 16		69	7,5	191	8,5	191	5,0
r24 <sup>1</sup>	Ring um Ring	17,5-18,6	17,1-18,0	9,4-9,9	451	49,0	1012	45,0	2024	52,8
r25 <sup>1</sup>	Ring um Perle	18,4-19,1	17,6-18,1		72	7,8	161	7,2	161	4,2
r26	Ring um Ring	19,5-20,0	18,5	10,5	77	8,4	152	6,8	304	7,9
r27	Ring um Ring	20,6-22,2	20,3-20,8	11,0-11,2	126	13,7	341	15,2	682	17,8
r33	?	22,5-23,0	(21,5-22,0?)	(ca. 12?)	16	1,7	50	2,2	100	2,6
r34	?	23,8-24,0	(ca. 23?)	(ca. 13?)	2	0,2	6	0,3	12	0,3
<b>total</b>					<b>920</b>	<b>100,0</b>	<b>2248</b>	<b>100,0</b>	<b>3833</b>	<b>100,0</b>

<sup>1</sup> Zuweisung der Bohrungen z. T. nicht eindeutig; Durchmessergruppen können vermischt sein

Tab. 39: Produktionsphase 1. Produkte pro Durchmessergruppe (in mm, Zahlen ohne Abzug von Fehlbohrungen; Dm. = Durchmesser).

Produkt-Dm. (in mm)	Außenringe		Außen- und Innenringe	
	Zahl	%	Zahl	%
6,5-10,0	67	3,0	1103	28,8
11,0-13,6	132	5,9	681	17,8
14,5-15,0	136	6,0	136	3,5
16,0-21,0	1857	82,6	1857	48,4
21,0-23,0?	56	2,5	56	1,5
<b>total</b>	<b>2248</b>	<b>100,0</b>	<b>3833</b>	<b>100,0</b>

Tab. 40: Produktionsphase 1. Übersicht der Produktzahlen (Zahlen ohne Abzug von Fehlbohrungen; Dm. = Durchmesser).

Bohrlöcher der übrigen 1030 Leisten wurden auf der Grundlage der Lochdurchmesser in Gruppen eingeteilt, die möglicherweise von unterschiedlichen Bohrprofilen herrühren. Dabei wurde außerdem das Verhältnis vom Lochdurchmesser zur Wandstärke berücksichtigt sowie andere Merkmale wie die Form der Lochwand und darin vorhandene Produktreste.<sup>385</sup> Diese Gruppen werden in der Folge als „Durchmessergruppen“ bezeichnet und damit von den Bohrprofilgruppen unterschieden, die in Kap. 3.3 anhand unvollständig ausgebohrter Gegenstände betrachtet wurden.

So wurden 70 Leistenfragmente isoliert, aus denen Perlen herausgebohrt wurden, die Löcher mit 4,5 bis 13 mm Durchmesser hinterließen, sowie fünf Leistenfragmente, aus denen man Perlen oder Ringe herausgebohrt haben könnte, bei denen das Loch einen Durchmesser von 7,6 bis 7,8 mm hatte und 953 Leistenfragmente, aus denen Ringe herausgebohrt wurden. Bei 25 Leistenfragmenten wurden zwei, in einem Fragment drei verschiedene Bohrer benutzt. Unter der Voraussetzung, dass sämtliche Bohrungen in einer Leiste in der gleichen Werkstatt und Zeitperiode stattgefunden haben, kann aus dem Vorkommen von mehreren Durchmessergruppen in ein und derselben Leiste geschlossen werden, dass die betreffenden Durchmessergruppen in dieselbe Zeitperiode bzw. Produktionsphase fallen. So ließen sich alle sieben unterschiedenen Durchmessergruppen von Bohrern, mit denen Perlen produziert wurden, miteinander verbinden und mit einer einzigen Durchmessergruppe eines Bohrers verbinden, mit dem Ringe hergestellt wurden (r4). All diese Durchmessergruppen unterscheiden sich durch eine zylindrische Bohrlochwand von den übrigen Durchmessergruppen. Letztere enthalten alle Bohrungen mit einer leicht konischen Lochwand für Ringe. Die Durchmessergruppe r4 ist somit die einzige Durchmessergruppe mit zylindrischen Bohrungen für Ringe, und sie ist außerdem die einzige Durchmessergruppe für Ringe, die derselben Zeitperiode oder Phase zuzuordnen ist wie die Perlenleisten. Keine der 14 Durchmessergruppen von Bohrungen für Ringe mit leicht konischer Bohrlochwand hat sich in einer Leiste zusammen mit Bohrungen für Perlen befunden. Dagegen wurden sechs dieser Durchmessergruppen für Ringe durch Kombinationen innerhalb der Leisten miteinander verbunden. Im Gegensatz zu den obigen Durchmessergruppen von Perlenbohrungen sind Leisten mit Produktresten dieser Durchmessergruppen leicht konischer Ringbohrungen mehrheitlich nicht oder nur in geringem Umfang aus späteren Fundkomplexen bekannt.

Die oben stehenden Beobachtungen führen zu der Annahme, dass die Durchmessergruppen von Ringbohrungen mit leicht konischer Lochwand der Produktionsphase 1 zuzuordnen sind. Hingegen gehören die Perlenleisten und die fünf Leistenfragmente der Durchmessergruppe r4 mit Ringbohrungen, zusammen mit den bereits als umgelagert gekennzeichneten Scheiben- und Leistenfragmenten, zur Produktionsphase 2.

Die weitere Materialanalyse der Produktionsphase 1 hat sich deshalb auf 951 Leistenfragmente beschränkt, die zu den oben erwähnten 14 Durchmessergruppen leicht konischer Ringbohrungen gehören.

#### 3.4.3.2 Produkte

Die 951 Leistenfragmente, die der Produktionsphase 1 zugeschrieben werden, wurden im Prinzip alle von zwei Seiten mit einem in den meisten Fällen leicht konischen Lochwandprofil ausgebohrt. Insgesamt 2236 Durchbohrungen wurden gezählt. Diese hatten Durchmesser von 7,6 bis etwa 24 mm. Auf Grundlage der Verteilung der Lochdurchmesser ließen sich 14 Durchmessergruppen unterscheiden (Tab. 39). Die Benennung dieser Gruppen orientierte sich soweit wie möglich an den

<sup>385</sup> In Leisten, in denen sich Produktreste befinden, beträgt die Wandstärke bei runden Perlen nur in wenigen Fällen weniger als die Hälfte des Bohrlochdurchmessers und nur in zwei Bohrungen großer Perlen 40% bis ein Drittel des Lochdurchmessers. Vermutlich wurden die daraus herausgebohrten Perlen als fehlerhafte Produkte kaum in Schnüren verwendet und unter den tausenden entsorgten losen Perlen wiedergefunden. Ringleisten dagegen haben nur ausnahmsweise eine Wandstärke von mehr als der Hälfte des Durchmessers und nie mehr als zwei Drittel. Die mithilfe mehrerer Kriterien aufgestellten Gruppen von Bohrern der für Produktionsphase 1 ausgewählten Leisten halten sich in diesen Grenzen.

Benennungen der Bohrprofilgruppen aus den Leisten mit Objektresten, die in Kap. 3.3 beschrieben wurden. Einige Durchmessergruppen können Bohrungen verschiedener Bohrprofile enthalten. So setzt sich die umfangreichste Durchmessergruppe r24/25, deren Verteilung zwei Spitzen aufweist, aus Löchern zweier Bohrprofilgruppen zusammen: aus Löchern der Gruppe r24 mit zwei konzentrischen Ringen und einem Lochdurchmesser von 17,5 bis 18,6 mm und weiterhin aus Löchern der Gruppe r25 mit einem Ring um eine Perle und einem Lochdurchmesser von 18,4 bis 19,1 mm. Die Unterschiede zwischen diesen beiden Bohrprofilgruppen können allerdings durch das Schleifen eines Bohrers entstanden sein. Ähnliches gilt für die Durchmessergruppen r18/20 und r21/22 mit einer Verteilung mit nur einer Spitze und sowohl Resten von konzentrischen Ringen als auch Ringen um Perlen oder Zylinder.

In zehn der 14 Durchmessergruppen wurden Reste von Ringen mit rundem Wulstschnitt angetroffen, die in Bohrlöchern verblieben waren. Bei den übrigen Gruppen lassen die zweiseitige Bohrung und das Verhältnis zwischen dem Durchmesser des Bohrloches und der Stärke der Lochwand ebenfalls Ringe als Produkt vermuten. Es betrifft die beiden Gruppen mit den größten und den kleinsten Durchmessern. Die Durchbohrung mit dem kleinsten Durchmesser von 7,6 mm stammt aus einer Leiste mit 4 mm Wandstärke, in der sich weitere Durchbohrungen von Ringen der Bohrprofilgruppe r27 befinden. Das Produkt, das aus dieser kleinsten Durchbohrung stammt, könnte mit dem inneren Ring von einer Bohrung mit zwei Ringen von der Bohrprofilgruppe r16 zu vergleichen sein. Dieser Ring stellt mit einem Außendurchmesser von 7,5 mm den kleinsten Ring dar, der aus dieser Produktionsphase bekannt ist.

Während Durchbohrungen mit Durchmessern unter 15 mm weniger als 10% betragen, haben über 90% der Durchbohrungen Durchmesser zwischen 16 und 22 mm. Am zahlreichsten sind Durchbohrungen von rund 18 mm der Durchmessergruppe r24/25, die fast die Hälfte aller Durchbohrungen ausmachen.

Aus den Bohrlöchern von vier Durchmessergruppen sind nachweislich zwei Ringe herausgebohrt worden. Darunter befindet sich auch die soeben genannte umfangreichste Durchmessergruppe r24. In den beiden Durchmessergruppen mit den größten Durchmessern, deren Bohrprofile unbekannt sind (r33 und r34), ist ebenfalls eine Bohrung mit zwei Ringen zu vermuten. Damit könnten aus 1585 von insgesamt 2248 gezählten Bohrlöchern zwei Ringe anstelle von einem Ring (s. Tab. 39) herausgebohrt worden sein. Dadurch würde sich die Zahl der insgesamt aus den 2248 Löchern herausgebohrten Produkte auf 3833 erhöhen, wenn man die unvollständig ausgebohrten Löcher mitzählt. Während 90% der Außenringe Außendurchmesser zwischen 16 und 21 mm haben, betragen die kleineren Außendurchmesser der vielen Innenringe zwischen 7,5 und etwa 13,5 mm. So muss nahezu die Hälfte der Produktion (46,5%) aus kleineren Ringen mit Durchmessern von 7,5 bis 13,5 mm bestanden haben und die andere Hälfte aus größeren Ringen mit Durchmessern von 16 bis 21 mm (Tab. 40). Nur wenige Ringe hatten Außendurchmesser von 21 bis schätzungsweise 23 mm.

### 3.4.3.3 Rohmaterialauswahl

Die 951 Leistenfragmente wurden, ähnlich wie in Phase 0, hauptsächlich aus Metapodien (Mittelhand- und Fußknochen), Tibien (Schienbein), Radien (Speiche) und Mandibulae (Unterkiefer) von Rind und Pferd angefertigt (Tab. 41). Vereinzelt wurden auch andere Plattknochen vom Rind benutzt wie beispielsweise zwei Schädelfragmente (Cranium), ein Schulterblatt (Scapula) und ein Rippenfragment bezeugen. Bei zwei Humerusfragmenten (Schenkel) ist die Bestimmung nicht ganz sicher. Bemerkenswert ist ein Femurfragment (Wade) eines Schweins.

Anders als in Phase 0 ist der Anteil der Pferdeknochen relativ gering (6%). Dagegen wurden zwei Drittel der Leistenfragmente aus Rindermetapodien angefertigt. An zweiter Stelle stehen Rinderunterkiefer, aus denen gut ein Zehntel der Leistenfragmente angefertigt wurde. Damit ähnelt das Verhältnis zwischen Lang- und Plattknochen dem der Phase 0.

Pferdeknochen wurden v. a. für größere Löcher (ab 16 mm) sowie für die wenigen aller kleinsten Löcher (bis 11 mm) benutzt (Tab. 42). Für die Gesamtheit der kleineren Löcher bis zu 12 mm

Skelettelement	Ph. 1 total		Ph. 2A total		Ph. 2A Leisten		Ph. 2A Scheiben		Ph. 2A kl. Perlen	
	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%
<b>Grosssäuger</b>	<b>193</b>	<b>20,3</b>	<b>275</b>	<b>21,6</b>	<b>261</b>	<b>22,4</b>	<b>14</b>	<b>12,6</b>	<b>235</b>	<b>21,8</b>
Tibia	0	0,0	4	0,3	4	0,3	0	0	4	0,4
Radius	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0	0	0,0
Costa (Rippen)	1	0,1	0	0,0	0	0,0	0	0	0	0,0
unbestimmt	96	10,1	91	7,1	91	7,8	0	0,0	88	8,2
Langknochen unbestimmt	88	9,3	152	11,9	138	11,8	14	12,6	126	11,7
unbest. (kein Metapodium Rind)	4	0,4	9	0,7	9	0,8	0	0	0	0,0
Langknochen (kein Metapod. Rind)	4	0,4	19	1,5	19	1,6	0	0	17	1,6

<b>Rind</b>	<b>712</b>	<b>74,9</b>	<b>925</b>	<b>72,5</b>	<b>832</b>	<b>71,5</b>	<b>92</b>	<b>82,9</b>	<b>774</b>	<b>71,9</b>
total Metapodien	500	52,6	615	48,2	524	45,0	90	81,1	476	44,2
davon Metacarpus	220	23,1	221	17,3	202	17,4	18	16,2	113	10,5
davon Metatarsus	120	12,6	259	20,3	203	17,4	56	50,5	181	16,8
davon Metacarpus oder -tarsus	160		135	10,6	119	10,2	16	14,4	182	16,9
total Radius/Tibia	25	2,6	170	13,3	170	14,6	0	0,0	170	15,8
davon Radius	7	0,7	79	6,2	79	6,8	0	0,0	79	7,3
davon Tibia	18	1,9	88	6,9	88	7,6	0	0,0	88	8,2
davon Radius oder Tibia	0		3	0,2	3	0,3	0	0,0	3	0,3
Humerus	2	0,2	2	0,2	2	0,2	0	0,0	2	0,2
Femur	0	0,0	2	0,2	2	0,2	0	0,0	2	0,2
Mandibula	85	8,9	2	0,2	2	0,2	0	0,0	1	0,1
davon Ramus horizontalis	66	6,9	2	0,2	2	0,2	0	0,0	1	0,1
davon Ramus verticalis	19	2,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Scapula	1	0,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cranium	2	0,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Plattknochen unbestimmt	4	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Langknochen unbestimmt	93	9,8	124	9,7	122	10,5	2	1,8	113	10,5
Langknochen (kein Metapodium)	0	0,0	9	0,7	9	0,8		0,0	9	0,8
unbestimmt (kein Metapodium)	0	0,0	1	0,1	1	0,1	0	0,0	1	0,1

<b>Pferd</b>	<b>45</b>	<b>4,7</b>	<b>74</b>	<b>5,8</b>	<b>70</b>	<b>6,0</b>	<b>4</b>	<b>3,6</b>	<b>67</b>	<b>6,2</b>
total Metapodien	12	1,3	30	2,4	26	2,2	4	3,6	24	2,2
davon Metacarpus	5	0,5	4	0,3	4	0,3	0	0,0	4	0,4
davon Metatarsus	3	0,3	14	1,1	13	1,1	1	0,9	12	1,1
davon Metacarpus oder -tarsus	4	0,4	12	0,9	9	0,8	3	2,7	8	0,7
total Radius/Tibia	26	2,7	24	1,9	24	2,1	0	0,0	24	2,2
davon Radius	10	1,1	12	0,9	12	1,0	0	0,0	12	1,1
davon Tibia	15	1,6	12	0,9	12	1,0	0	0,0	12	1,1
davon Radius oder Tibia	1	0,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Mandibula	1	0,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
unbestimmt	0	0,0	2	0,2	2	0,2	0	0,0	2	0,2
Langknochen unbestimmt	8	0,8	18	1,4	18	1,5	0	0,0	17	1,6

<b>Schwein</b>	<b>1</b>	<b>0,1</b>	<b>1</b>	<b>0,1</b>	<b>1</b>	<b>0,1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0,1</b>
Femur	1	0,1	1	0,1	1	0,1	0	0	1	0,1

<b>total</b>	<b>951</b>	<b>100,0</b>	<b>1275</b>	<b>100,0</b>	<b>1164</b>	<b>100,0</b>	<b>111</b>	<b>100,0</b>	<b>1077</b>	<b>100,0</b>
--------------	------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	------------	--------------	-------------	--------------

Tab. 41a: Übersicht der für durchbohrte Leisten verwendeten Skelettelemente pro Produktionsphase (Ph. = Produktionsphase).

Ph. 2B total		Ph. 2B Leisten		Ph. 2B Scheiben		Ph. 3 total		Ph. 3 Perlen		Ph. 3 Ringe	
Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%
<b>104</b>	<b>19,2</b>	<b>104</b>	<b>19,2</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>201</b>	<b>15,5</b>	<b>141</b>	<b>20,1</b>	<b>73</b>	<b>11,4</b>
0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
7	1,3	7	1,3	0	0,0	17	1,3	9	1,3	8	1,3
92	17,0	92	17,0	0	0,0	184	14,2	132	18,8	65	10,2
0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
5	0,9	5	0,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

<b>469</b>	<b>74,0</b>	<b>378</b>	<b>69,7</b>	<b>91</b>	<b>98,9</b>	<b>1097</b>	<b>84,4</b>	<b>558</b>	<b>79,6</b>	<b>565</b>	<b>88,6</b>
408	64,4	322	59,4	86	93,5	722	55,5	500	71,3	235	36,8
139	21,9	138	25,5	1	1,1	287	22,1	192	27,4	98	15,4
208	32,8	147	27,1	61	66,3	308	23,7	234	33,4	80	12,5
61	9,6	37	6,8	24	26,1	127	9,8	74	10,6	57	8,9
19	3,0	19	3,5	0	0,0	4	0,3	3	0,4	1	0,2
8	1,3	8	1,5	0	0,0	2	0,2	2	0,3	0	0,0
9	1,4	9	1,7	0	0,0	2	0,2	1	0,1	1	0,2
1	0,2	1	0,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
1	0,2	1	0,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
1	0,2	1	0,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
1	0,2	1	0,2	0	0,0	289	22,2	1	0,1	300	47,0
1	0,2	1	0,2	0	0,0	289	22,2	1	0,1	300	47,0
0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
38	6,0	33	6,1	5	5,4	82	6,3	54	7,7	29	4,5
1	0,2	1	0,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

0,0

<b>62</b>	<b>9,8</b>	<b>61</b>	<b>11,3</b>	<b>1</b>	<b>1,1</b>	<b>2</b>	<b>0,2</b>	<b>2</b>	<b>0,3</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>
12	1,9	11	2,0	1	1,1	1	0,1	1	0,1	0	0,0
6	0,9	5	0,9	1	1,1	1	0,1	1	0,1	0	0,0
4	0,6	4	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
2	0,3	2	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
14	2,2	14	2,6	0	0,0	1	0,1	1	0,1	0	0,0
7	1,1	7	1,3	0	0,0	1	0,1	1	0,1	0	0,0
7	1,1	7	1,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
36	5,7	36	6,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

<b>0</b>	<b>0,0</b>										
0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

<b>634</b>	<b>100,0</b>	<b>542</b>	<b>100,0</b>	<b>92</b>	<b>100,0</b>	<b>1300</b>	<b>100,0</b>	<b>701</b>	<b>100,0</b>	<b>638</b>	<b>100,0</b>
------------	--------------	------------	--------------	-----------	--------------	-------------	--------------	------------	--------------	------------	--------------

Skelettelement	Ph. 1 total		Ph. 2A total		Ph. 2A Leisten		Ph. 2A Scheiben		Ph. 2A kl. Perlen	
	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%
<b>Grosssäuger</b>										
<b>total Langknochen</b>	<b>758</b>	<b>89,0</b>	<b>1169</b>	<b>99,8</b>	<b>1058</b>	<b>99,8</b>	<b>111</b>	<b>100,0</b>	<b>984</b>	<b>99,9</b>
<b>total Plattknochen</b>	<b>94</b>	<b>11,0</b>	<b>2</b>	<b>0,2</b>	<b>2</b>	<b>0,2</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>1</b>	<b>0,1</b>
<b>total</b>	<b>852</b>	<b>100,0</b>	<b>1171</b>	<b>100,0</b>	<b>1060</b>	<b>100,0</b>	<b>111</b>	<b>100,0</b>	<b>985</b>	<b>100,0</b>
Metacarpus Rind	220	64,7	221	46,0	202	49,9	19	25,3	113	38,4
Metatarsus Rind	120	35,3	259	54,0	203	50,1	56	74,7	181	61,6
<b>total</b>	<b>340</b>	<b>100,0</b>	<b>480</b>	<b>100,0</b>	<b>405</b>	<b>100,0</b>	<b>75</b>	<b>100,0</b>	<b>294</b>	<b>100,0</b>
<b>Rind</b>	<b>712</b>	<b>94,1</b>	<b>925</b>	<b>92,6</b>	<b>832</b>	<b>92,2</b>	<b>93</b>	<b>95,9</b>	<b>774</b>	<b>92,0</b>
<b>Pferd</b>	<b>45</b>	<b>5,9</b>	<b>74</b>	<b>7,4</b>	<b>70</b>	<b>7,8</b>	<b>4</b>	<b>4,1</b>	<b>67</b>	<b>8,0</b>
<b>total</b>	<b>757</b>	<b>100,0</b>	<b>999</b>	<b>100,0</b>	<b>902</b>	<b>100,0</b>	<b>97</b>	<b>100,0</b>	<b>841</b>	<b>100,0</b>

Tab. 41b: Vergleich der einzelnen, für durchbohrte Leisten verwendeten Knochengruppen (Ph. = Produktionsphase).

Durchmesser gilt, dass alle ausgewählten Knochen ähnlich häufig zum Einsatz kamen und dass die Rindermetapodien geringfügiger überwiegen als bei allen anderen Löchern. Am stärksten überwiegen Rindermetapodien bei den Bohrlöchern mittlerer Größe mit einem Durchmesser von 13 bis 22 mm. Der Anteil der Rinderunterkiefer dagegen ist am höchsten bei Durchbohrungen von 16 bis 19 mm Durchmesser, die die Hauptmenge der Durchbohrungen ausmachen. Es sieht also so aus, als ob zum Ausbohren größerer Mengen an Löchern der häufigeren Durchmessergruppen mit Rindermetapodien und Unterkiefern gerade die beiden fleischlosen Rinderknochen bevorzugt wurden, die in größeren Mengen unzerteilt als Schlachtabfälle anfielen (s. Kap. 3.1). Für alle Arten von Lochdurchmessern wurden vereinzelt auch andere Knochen benutzt. Metapodien und Unterkiefer wurden wohl deshalb bevorzugt, weil sie in größeren Mengen zu beschaffen waren. So konnte man zum Bohren einiger Dutzend Löcher mit ungewöhnlichen Durchmessern ein paar geeignete Knochen nehmen, die gerade vorhanden waren. Eventuell kamen sie teilweise auch aus dem eigenen Haushalt. Zum Ausbohren größerer Mengen an Ringen dagegen musste man sich eine größere Menge an Schlachtabfällen beschaffen, die vereinzelt durch die vorhandenen übrigen Knochen ergänzt wurden.

Zum Anfertigen der 500 Leistenfragmente aus Rindermetapodien werden schätzungsweise mindestens etwa 80 Metacarpen und 40 Metatarsen notwendig gewesen sein; für die 85 Fragmente von Kieferleisten etwa 15 Kieferhälften.<sup>386</sup> Die aufgefundenen Fragmente von Tibien dagegen können aus ungefähr vier bis fünf Rindertibien und ungefähr vier Pferdetibien angefertigt worden sein. Dazu würden zwei geschlachtete Pferde und zwei oder drei geschlachtete Rinder ausreichen. Die geschätzten Zahlen an Rindermetacarpen und -metatarsen setzen dagegen die Schlachtung von mindestens 40 bzw. 20 Rindern voraus. Letzteres ist im Rahmen des normalen Haushaltskonsums nicht denkbar und erfordert eine anderweitige Beschaffung der Metapodien. Ferner kann man sich kaum vorstellen, dass die geschätzte Zahl von 15 Kieferhälften innerhalb kurzer Zeit als Haushaltsabfall angefallen sein soll. Bei den anderen genutzten Knochen wäre das dagegen durchaus denkbar.



A

Ph. 2B total		Ph. 2B Leisten		Ph. 2B Scheiben		Ph. 3 total		Ph. 3 Perlen		Ph. 3 Ringe	
Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%
627	99,8	535	99,8	92	100,0	994	77,5	560	99,8	330	52,4
1	0,2	1	0,2	0	0,0	289	22,5	1	0,2	300	47,6
628	100,0	536	100,0	92	100,0	1283	100,0	561	100,0	630	100,0
139	40,1	138	48,4	1	1,6	287	48,2	192	45,1	98	55,1
208	59,9	147	51,6	61	98,4	308	51,8	234	54,9	80	44,9
347	100,0	285	100,0	62	100,0	595	100,0	426	100,0	178	100,0
469	88,3	378	86,1	91	98,9	1097	99,8	558	99,6	565	100,0
62	11,7	61	13,9	1	1,1	2	0,2	2	0,4	0	0,0
531	100,0	439	100,0	92	100,0	1099	100	560	100,0	565	100,0

Die verschiedenen Knochen eigneten sich unterschiedlich gut zum Bohren bestimmter Objekte mit vorgegebenen Maßen. Möglicherweise hat man deshalb für Bohrungen mit gewissen vorgegebenen Durchmessern bestimmte Skelettelemente bevorzugt. So spiegelt sich die differenzierte Eignung der verschiedenen Knochen in der Verteilung der Leistenbreiten wider. Aus Metapodien, vom Rind ebenso wie vom Pferd, wurden v. a. Leisten mit relativ schmalen Breiten zwischen 17 und 26 mm angefertigt und aus Rindermetatarsen vereinzelt breitere Leisten bis 34,5 mm (Abb. 85).

386 Zur Schätzung der Metapodienzahl wurde von durchschnittlich zwei Leisten pro Metapodium ausgegangen. Die Zahl der Leistenfragmente mit einem proximalen Knochenende wurde durch zwei geteilt und zu dem Ergebnis wurde ein Zehntel der Zahl der übrigen Fragmente addiert. Zur Schätzung der Kieferzahl wurde von zwei Leisten pro *Ramus horizontalis* ausgegangen und dann auf Grundlage von den 66 Leistenfragmenten aus *Ramus horizontalis* berechnet. Dabei wurde die Hälfte der Zahl der vollständigen Leisten und ein Viertel der Endfragmente sowie ein Zehntel der übrigen Fragmente addiert.

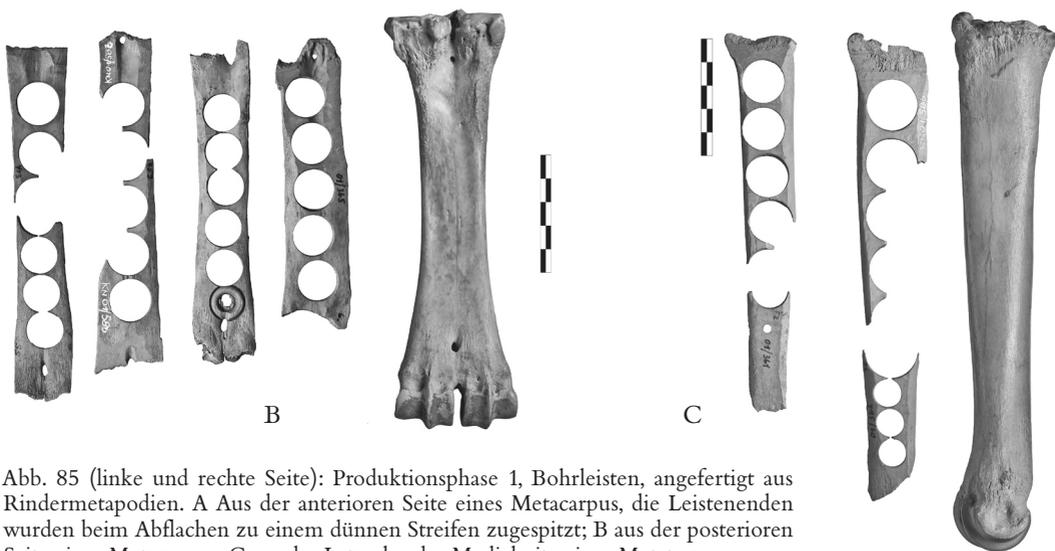


Abb. 85 (linke und rechte Seite): Produktionsphase 1, Bohrleisten, angefertigt aus Rindermetapodien. A Aus der anterioren Seite eines Metacarpus, die Leistenenden wurden beim Abflachen zu einem dünnen Streifen zugespitzt; B aus der posterioren Seite eines Metacarpus; C aus der Lateral- oder Medialseite eines Metatarsus.

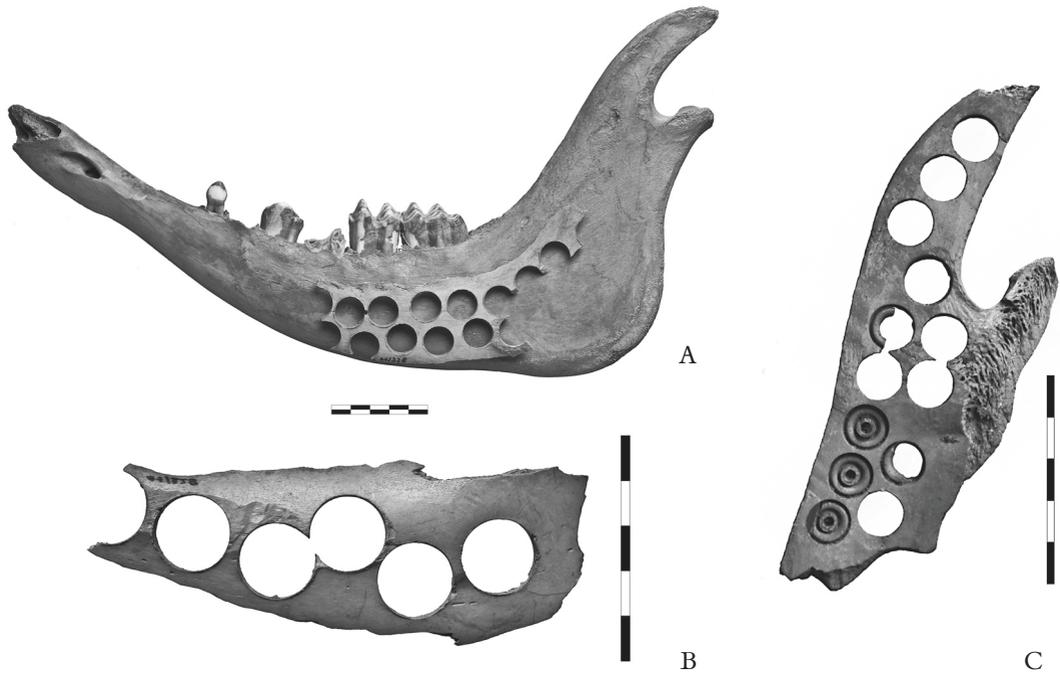


Abb. 86: Produktionsphase 1, Bohrleisten, angefertigt aus Rinderunterkiefen. A aus einem nicht zerteilten Kiefer; B aus dem Horizontalteil (*Ramus horizontalis*); C aus dem Vertikalteil (*Ramus verticalis*).

Aus Radien und Tibien von Rind und Pferd wurden hauptsächlich breitere Leisten angefertigt, die 20 bis 35 mm breit waren. Aus Unterkiefen wurden Leisten unterschiedlicher Form hergestellt. Darunter sind Leisten mit Breiten von 19 bis 30 mm sowie etwa ebenso viele, die größere Breiten von 35 bis 45 mm aufweisen (vgl. Abb. 86A und B). Ein Fragment des Vertikalteils (*Ramus verticalis*) eines Kiefers ist sogar 50 mm breit (vgl. Abb. 86C). Anders als in Produktionsphase 3 wurde sowohl der Horizontalteil (*Ramus horizontalis*: 66 Fragmente) als auch der Vertikalteil (*Ramus verticalis*: 19 Fragmente) des Kiefers zum Bohren benutzt. Ähnlich wie bei den Metapodienenden (s. Kap. 3.2) wurden beide Teile nur vereinzelt voneinander getrennt. In den meisten Fällen bildete die unzerteilte Kieferhälfte das Ausgangsmaterial für die Leistenanfertigung. Obwohl die breitesten Leisten aus Kiefen angefertigt wurden, gab es für sie offenbar keine Präferenz für das Herausbohren größerer Ringe.<sup>387</sup> Offenbar bietet ihre zwar breite, aber flache Knochenwand durch die Unregelmäßigkeiten wenige Möglichkeiten für das Herausbohren großer Ringe. Radien und v. a. Tibien dagegen haben einen relativ großen Anteil an geraden Flächen mit Breiten von rund 30 mm sowie eine regelmäßige Knochenwand von ausreichender Stärke. Bei Rindermetapodien finden sich solche Flächen an der proximalen Hälfte der Medialseite größerer Metatarsen. Diese Hälfte macht etwa ein Achtel der Fläche am Metatarsus aus, die sich dazu eignet, Leisten für das Herausbohren von Ringen herzustellen.<sup>388</sup> Damit stimmt der Anteil der Leistenfragmente aus Metatarsen überein, die breiter als 30 mm sind (12%).

Auch die posteriore Fläche der kräftigsten unter den spätmittelalterlichen Metacarpen kann Breiten von rund 30 mm erreichen. Offenbar standen dem Hersteller von Ringen aus Knochen während Produktionsphase 1 solche Knochen nur beschränkt zur Verfügung: nur drei von 172 Leistenfrag-

387 Wenn man die drei Leisten aus Plattknochen (möglicherweise Unterkiefer) aus Produktionsphase 0 einbezüge, die mit Durchmessern von etwa 22 und 26 mm durchbohrt sind, würde sich dieser Eindruck nicht ändern.

388 Ausgegangen wird von Vergleichsknochen aus den spätmittelalterlichen Schichten der Münzgasse und rund der Hälfte an großen Metatarsen.

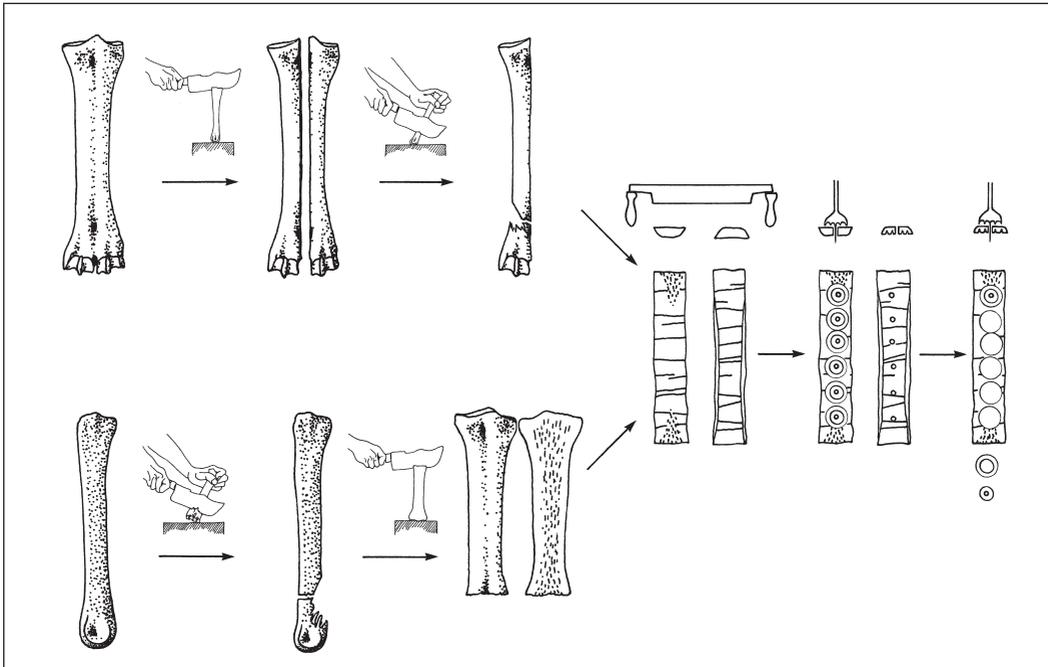


Abb. 87: Rekonstruktion der Arbeitsschritte bei der Anfertigung der Leisten in Produktionsphase 1.

menten aus Metacarpen sind breiter als 26 mm. An den anderen Seiten der Metacarpen mag die Wölbung der Knochenwand die Anfertigung breiterer Leisten behindert haben. Dass trotzdem unter den durchbohrten Leisten dieser Phase fast doppelt so viele Metacarpen- wie Metatarsenfragmente festgestellt wurden, mag verwundern. Es ist nicht auszuschließen, dass bei der osteologischen Bestimmung der Fragmente der Erkennungsgrad unterschiedlich war, zumal unter den entfernten distalen Metapodienenden die Metatarsen überwiegen (Kap. 3.2). Die Metacarpen dominieren hauptsächlich bei Leisten mit den am häufigsten vertretenen Gruppen mit Durchmesser zwischen 17,5 und 22 mm, bei denen auch die nicht näher bestimmten Metapodienfragmente relativ am häufigsten vorkommen (Tab. 42).

#### 3.4.3.4 Die Leistenanfertigung

Bei der Schilderung, wie mit den distalen Enden der Metapodien umgegangen wurde, gab es bereits die Aussage (s. Kap. 3.2.6), dass die Metapodien in unterschiedlicher Weise in der Länge gespalten oder aufgeschnitten wurden. Ein Großteil der Metacarpenleisten wurde aus der ganzen Breite der posterioren oder anterioren Seite hergestellt, wobei deutlich wird, dass die Spaltung in zwei Hälften entlang der Lateral-Medialachse durchgeführt wurde (Abb. 88A). Eine solche Spaltung ist wegen der starken Wölbung von der lateralen oder medialen Seite des Knochens her schwer auszuführen. Die beste Methode ist die Spaltung mit einem Hackmesser von der proximalen Gelenkfläche aus. Das Hackmesser wird dabei auf der proximalen Gelenkfläche an der Oberseite des vertikal aufgestellten Knochens angesetzt und dadurch in den Knochen eingetrieben, dass das andere, das distale Ende auf einen Untergrund geschlagen wird (Abb. 87). Damit die Gefahr des Zersplitterns des Knochens an der Aufschlagseite minimiert wird, ist es besser, dass das Distalende vorher nicht abgeschlagen wird. Ein solcher Vorgang ist an distalen Metapodienenden abzulesen, die von der proximalen Seite her entlang der unterschiedlichen Achsen zerteilt wurden oder an abgeflachten Scheiten oder Leisten anhaften (vgl. Kap. 3.2.6). Es kann auch eine der beiden Hälften der Diaphyse beim Spalten z. B.

Skelettelement	Total		r2	r6	r7		r10		r12	
	Zahl	%	Zahl	Zahl	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%
<b>Grosssäuger</b>	<b>193</b>	<b>20,3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>4</b>	<b>26,7</b>	<b>1</b>	<b>4,5</b>
Radius	0	0,0	0	0	0	0	0	0,0	0	0,0
Costae	1	0,1	0	0	0	0	0	0,0	0	0,0
unbestimmt	96	0,1	0	2	0	0	0	0,0	0	0,0
Langknochen unbestimmt	88	0,1	0	0	0	0	4	26,7	1	4,5
unbest. (kein Metapodium Rind)	4	0,1	1	0	0	0	0	0,0	0	0,0
Langknochen (kein Metapodium Rind)	4	0,1	0	0	0	0	0	0,0	0	0,0

<b>Rind</b>	<b>712</b>	<b>74,9</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>75,0</b>	<b>11</b>	<b>73,3</b>	<b>21</b>	<b>95,5</b>
total Metapodien	500	52,6	0	0	3	25,0	6	40,0	19	86,4
davon Metacarpus	220	23,1	0	0	0	0,0	1	6,7	13	59,1
davon Metatarsus	120	12,6	0	1	1	8,3	3	20,0	4	18,2
davon Metacarpus oder -tarsus	160	16,8	0	0	0	0,0	2	13,3	2	9,1
total Radius/Tibia	25	2,6	0	0	1	8,3	2	13,3	1	4,5
davon Radius	7	0,7	0	0	1	8,3	0	0,0	1	4,5
davon Tibia	18	1,9	0	0	0	0,0	2	13,3	0	0,0
davon Radius oder Tibia	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Humerus	2	0,2	0	0	2	16,7	2	13,3	0	0,0
Femur	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Mandibula	85	8,9	0	0	1	8,3	1	6,7	0	0,0
davon Ramus horizontalis	66	6,9	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
davon Ramus verticalis	19	2,0	0	0	1	8,3	1	6,7	0	0,0
Scapula	1	0,1	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cranium	2	0,2	0	0	1	8,3	0	0,0	0	0,0
Plattknochen unbestimmt	4	0,4	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Langknochen unbestimmt	93	9,8	0	0	0	0,0	0	0,0	1	4,5
unbestimmt (kein Metapodium)	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

<b>Pferd</b>	<b>45</b>	<b>4,7</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>25,0</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>
total Metapodien	12	1,3	0	0	1	8,3	0	0	0	0
davon Metacarpus	5	0,5	0	0	0	0,0	0	0	0	0
davon Metatarsus	3	0,3	0	0	1	8,3	0	0	0	0
davon Metacarpus oder -tarsus	4	0,4	0	0	0	0,0	0	0	0	0
total Radius/Tibia	26	2,7	0	0	1	8,3	0	0	0	0
davon Radius	10	1,1	0	0	0	0,0	0	0	0	0
davon Tibia	15	1,6	0	1	1	8,3	0	0	0	0
davon Radius oder Tibia	1	0,1	0	0	0	0,0	0	0	0	0
Mandibula	1	0,1	0	0	0	0,0	0	0	0	0
unbestimmt	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
Langknochen unbestimmt	8	0,8	0	0	1	8,3	0	0	0	0

<b>Schwein</b>	<b>1</b>	<b>0,1</b>	<b>0</b>							
Femur	1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0

<b>total</b>	<b>951</b>	<b>100</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>100</b>	<b>15</b>	<b>100</b>	<b>22</b>	<b>100</b>
--------------	------------	------------	----------	----------	-----------	------------	-----------	------------	-----------	------------

Tab. 42a: Produktionsphase 1. Verwendete Skelettelemente pro Durchmessergruppe (Zahl = Zahl der verwendeten Leistenfragmente [da bei einem Fragment mehrere Durchmessergruppen vorkommen können, kann die Summe der Zahlen aller Gruppen größer sein als die Totalzahl der untersuchten Leistenfragmente]).

r16		r18/20		r21/22		r24/25		r26		r27		r33		r34
Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl
<b>1</b>	<b>10,0</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>5</b>	<b>7,1</b>	<b>92</b>	<b>17,5</b>	<b>40</b>	<b>51,9</b>	<b>49</b>	<b>30,2</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>0</b>
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	40	0	34	0	19	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	50	0	5	0	27	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0
0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
<b>9</b>	<b>90,0</b>	<b>36</b>	<b>90,0</b>	<b>47</b>	<b>67,1</b>	<b>423</b>	<b>80,6</b>	<b>36</b>	<b>46,8</b>	<b>97</b>	<b>59,9</b>	<b>12</b>	<b>80,0</b>	<b>2</b>
8	80,0	26	65,0	35	50,0	294	56,0	28	36,4	77	47,5	9	60,0	0
2	20,0	13	32,5	24	34,3	128	24,4	13	16,9	22	13,6	3	20,0	0
4	40,0	10	25,0	5	7,1	52	9,9	6	7,8	33	20,4	4	26,7	0
2	20,0	3	7,5	6	8,6	114	21,7	9	11,7	22	13,6	2	13,3	0
0	0,0	0	0,0	6	8,6	4	0,8	0	0,0	5	3,1	1	6,7	0
0	0,0	0	0,0	1	1,4	3	0,6	0	0,0	1	0,6	0	0,0	0
0	0,0	0	0,0	5	7,1	1	0,2	0	0,0	4	2,5	1	6,7	0
0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	6,7	0
0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
1	10,0	2	5,0	10	14,3	68	13,0	1	1,3	1	0,6	0	0,0	0
1	10,0	2	5,0	8	11,4	54	10,3	0	0,0	1	0,6	0	0,0	0
0	0,0	0	0,0	2	2,9	14	2,7	1	1,3	0	0,0	0	0,0	0
0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
0	0,0	0	0,0	0	0,0	4	0,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
0	0,0	8	20,0	6	8,6	51	9,7	7	9,1	14	8,6	1	6,7	2
0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>4</b>	<b>10,0</b>	<b>8</b>	<b>11,4</b>	<b>9</b>	<b>1,7</b>	<b>1</b>	<b>1,3</b>	<b>16</b>	<b>9,9</b>	<b>3</b>	<b>20,0</b>	<b>0</b>
0	0	1	0	2	0	1	0	1	1,3	5	0	1	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0,0	4	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0	1	1,3	1	0	1	0	0
0	0	3	0	6	0	2	0	0	0,0	0	0	3	0	0
0	0	2	0	1	0	1	0	0	0,0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	5	0	1	0	0	0,0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,0	5	0	0	0	0
<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>10</b>	<b>100</b>	<b>40</b>	<b>100</b>	<b>70</b>	<b>100</b>	<b>525</b>	<b>100</b>	<b>77</b>	<b>100</b>	<b>162</b>	<b>100</b>	<b>15</b>	<b>100</b>	<b>2</b>

Skelettelement	Total		r2	r6	r7		r10		r12	
	Zahl	%	Zahl	Zahl	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%
<b>Grosssäuger</b>										
<b>total Langknochen</b>	<b>758</b>	<b>89,0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>9</b>	<b>81,8</b>	<b>14</b>	<b>93,3</b>	<b>22</b>	<b>100,0</b>
<b>total Plattknochen</b>	<b>94</b>	<b>11,0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>18,2</b>	<b>1</b>	<b>6,7</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>
<b>total</b>	<b>852</b>	<b>100,0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>11</b>	<b>100,0</b>	<b>15</b>	<b>100,0</b>	<b>22</b>	<b>100,0</b>
Metacarpus Rind	220	64,7	0	0	0	0,0	1	25,0	13	76,5
Metatarsus Rind	120	35,3	0	1	1	100,0	3	75,0	4	23,5
<b>total</b>	<b>340</b>	<b>100,0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>100,0</b>	<b>4</b>	<b>100,0</b>	<b>17</b>	<b>100,0</b>
<b>Rind</b>	<b>712</b>	<b>74,9</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>75,0</b>	<b>11</b>	<b>100,0</b>	<b>21</b>	<b>100,0</b>
<b>Pferd</b>	<b>45</b>	<b>5,9</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>25,0</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>
<b>total</b>	<b>757</b>	<b>80,8</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>12</b>	<b>100,0</b>	<b>11</b>	<b>100,0</b>	<b>21</b>	<b>100,0</b>

Tab. 42b (linke und rechte Seite): Produktionsphase 1. Vergleich einiger Knochengruppen pro Durchmessergruppe (Zahl = Zahl der verwendeten Leistenfragmente [da bei einem Fragment mehrere Durchmessergruppen vorkommen können, kann die Summe der Zahlen aller Gruppen größer sein als die Totalzahl der untersuchten Leistenfragmente]).

vor dem Distalende auf der dortigen Verwachsungsnaht abgebrochen sein, so dass das Distalende ungespalten am anderen Halbscheit zurückgelassen wurde. Als folgender (Teil)Arbeitsschritt sind die zwei Knochenhälften an der konkaven Innenseite durch die Entfernung von hoch stehenden Rändern in eine flache Form gebracht worden. Das geschah wahrscheinlich mit einem Ziehmesser von der Proximalseite aus, wobei der gegebenenfalls noch anhaftende Rest der distalen Gelenkrolle am Ende dazu dienen konnte, das Messer abzufangen. Darauf deutet eine Reihe paralleler Schnittspuren hin, die an einigen der distalen Metapodienenden zu sehen sind.

Schließlich konnte das Ende abbrechen, mit einem Hackmesser abgehackt werden oder mit dem Ziehmesser durch einen Schnitt rechtwinklig zur Innenfläche nach unten entfernt werden.<sup>389</sup> Danach wurde die Leiste an einer oder mehreren der übrigen Seiten mit dem Ziehmesser bearbeitet. 95% aller Metacarpenfragmente wurden an der Außenseite der Knochen begradigt. 80% der Fragmente wurden an mindestens einer der langen Kanten geglättet. 60% der Metacarpenleisten wurden an allen langen Seiten mit dem Ziehmesser bearbeitet (außen, innen und an beiden Kanten). Die Hälfte der Leisten wurde an beiden Kanten über die ganze Höhe rechteckig zur Bohroberfläche begradigt, ein weiteres Zehntel an einer Kante. Ansonsten wurde die Knochenoberfläche über die ganze Höhe als Leistenkante unbearbeitet gelassen (Abb. 85A). An der posterioren Metacarpenseite bildet die natürliche Knochenoberfläche bereits eine rechtwinklige Kante zur Bohroberfläche (Abb. 85B und 88A). Die Kanten der lateral-medial abgespaltenen anterioren Seite dagegen stehen diagonal zur Bohroberfläche. Ohne dass beide Kanten rechteckig in eine flache Form gebracht wurden, wäre es bei solchen Scheiten nicht möglich, die für das Bohren geeignete Leistenbreite an der Innenseite der Knochen richtig einzuschätzen.

Oft (an mindestens einem Viertel der Enden der Metapodienleisten, Metacarpen sowie Metatarsen) wurden Leistenenden beim Abflachen an der Innen- und Außenseite bewusst oder unwillkürlich zu einem dünnen horizontalen Streifen zugespitzt (Abb. 60a).

<sup>389</sup> Dieser Umgang mit den Metapodienenden ähnelt dem Umgang mit den Kieferspitzen bei der Anfertigung der Unterkieferleisten. Während die Verarbeitung keinem festen Muster folgte, zeigen Fragmente des Unterrandes mit anhaftendem Spitzenteil, dass oft zuerst der Unterrand mit anhaftender Spitze von hinten nach vorne abgeschnitten wurde. Die Spitze konnte dabei abbrechen und entweder am Unterrand oder am Restteil verbleiben. An diesem Restteil wurde sie zum Teil abgeschlagen oder sie brach während der weiteren Verarbeitung zu Leisten ab oder verblieb an den Leisten.

r16		r18/20		r21/22		r24/25		r26		r27		r33		r34
Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl
9	90,0	38	95,0	58	85,3	404	84,2	41	97,6	134	99,3	16	100,0	2
1	10,0	2	5,0	10	14,7	76	15,8	1	2,4	1	0,7	0	0,0	0
10	100,0	40	100,0	68	100,0	480	100,0	42	100,0	135	100,0	16	100,0	2
2	33,3	13	56,5	24	82,8	128	71,1	13	68,4	22	40,0	3	42,9	0
4	66,7	10	43,5	5	17,2	52	28,9	6	31,6	33	60,0	4	57,1	0
6	100,0	23	100,0	29	100,0	180	100,0	19	100,0	55	100,0	7	100,0	0

9	100,0	36	90,0	47	85,5	423	97,9	36	97,3	97	85,8	12	80,0	2
0	0,0	4	10,0	8	14,5	9	2,1	1	2,7	16	14,2	3	20,0	0
9	100,0	40	100,0	55	100,0	432	100,0	37	100,0	113	100,0	15	100,0	2

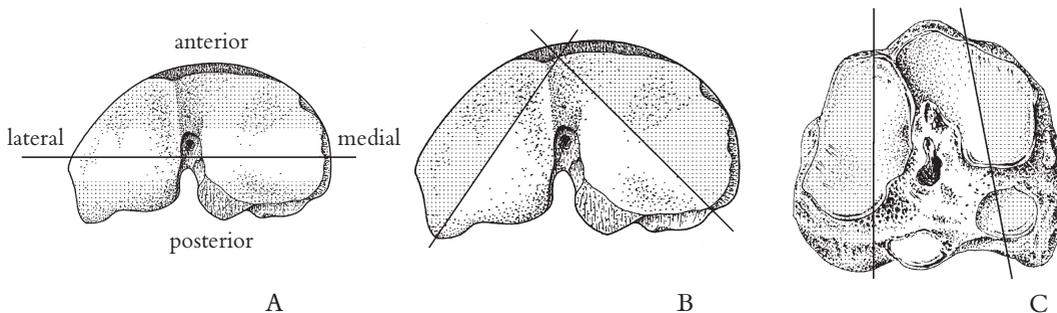


Abb. 88: Produktionsphase 1, Spaltlinien und Bezeichnung der verschiedenen Knochenseiten am Proximalende von Rindermetapodien. A Metacarpus mit Spaltlinie medial – lateral; B Metacarpus mit Spaltlinien des zweiten Spaltmusters; C Metatarsus.

Beim oben beschriebenen Spaltmuster lassen sich aus einem Metacarpus zwei Leisten anfertigen, die dann über die maximal erreichbare Breite verfügen. Besonders die Breite der flachen posterioren Seite wird maximal ausgenutzt, und dabei konnte aus der anterioren Seite auch noch eine zweite Leiste mit einer für Ringe ausreichenden Breite angefertigt werden. Weniger günstig dabei ist, dass die anteriore Seite konvex ist und zum Bohren erheblich begradigt werden musste, wodurch die verfügbare Knochenwandstärke stark verringert wurde. Die flache posteriore Seite war bereits relativ dünn. Ein weiterer Nachteil ist, dass die Koaleszenznaht, die Verwachsungsnah der beiden Metapodienhälften, bei beiden Seiten in der Mitte oder asymmetrisch in der Länge der Leiste verläuft, so dass sie die Bohrlöcher kreuzt (Abb. 85A und B). Eine solche Leiste konnte sich beim Bohren entlang dieser Naht leicht spalten, wie viele Beispiele zeigen. Darin lag sogar der Hauptgrund dafür, dass Bohrungen nicht vollendet wurden.

Der kleinere Teil der Metacarpalleisten wurde so abgespalten, dass die Naht entweder außerhalb der Leiste oder an deren Rand liegt. Solche Leisten stellte man aus dem Knochenstreifen her, der von der Mitte der anterioren Seite bis zur medialen oder lateralen Ecke der posterioren Seite reichte (Abb. 88B). Auf diese Weise entsteht aus dem konvexen Teil der Diaphyse eine Leiste von maximaler Breite. Die noch größere Breite der flachen posterioren Seite wird dabei aber nicht voll ausgenutzt. Aus dem restlichen Teil des Metacarpus können noch ein oder zwei Leisten geringerer Breite angefertigt werden. Vereinzelt Beispiele anders abgespaltenen Leisten können aus den Gegenständen der diagonal abgespaltenen Leisten angefertigt worden sein.

Die meisten Metatarsalleisten wurden aus der ganzen Breite der lateralen oder medialen Kno-

chenseite angefertigt. Diese wurden durch Spaltung auf der Koaleszenznaht voneinander getrennt (Abb. 88C). Vermutlich hat die Spaltung in ähnlicher Weise wie bei den Metacarpen mit einem Hackmesser vom proximalen oder distalen Gelenkende aus stattgefunden. Das erklärt die vielen entlang der Koaleszenznaht halbierten Distalenden (s. Kap. 3.2). Auf diese Weise wurde die Breite der beiden breiteren Seiten der Metatarsen maximal ausgenutzt. Außerdem lag die Koaleszenznaht außerhalb der Leisten. Das mag dazu beigetragen haben, dass bei den Metatarsenleisten nur halb so oft Fehlbohrungen (3,5% der Bohrlöcher) wie in Metacarpenleisten vorkamen, die dann keinen Ertrag brachten.

Wegen dieses zweiten Vorteils der Metatarsen gegenüber den Metacarpen erscheint es ungewöhnlich, dass die Metacarpenfragmente unter den Leisten überwogen und es wäre umso verständlicher, dass unter den Distalenden bedeutend mehr Metatarsen als Metacarpen zu verzeichnen sind, wie bereits in Kap. 3.4.3.3 beschrieben wurde.

Trotzdem wurden einige Metatarsenleisten aus der ganzen Breite der anterioren Seite angefertigt. Mit der Koaleszenznaht in der Mitte und zwei konvexen Rippen an der Seite ist diese Knochenfläche zur Anfertigung von Ringleisten am wenigsten geeignet. Daneben gibt es auch einige Leisten aus Viertelseiten oder der halben Breite der Lateralseite.

Auch die Metatarsenleisten wurden fast alle an der Außenseite der Knochen begradigt (93,5%), obwohl die Knochenoberfläche regelmäßiger ist als bei den Metacarpenleisten. Beide benutzten Metatarsenseiten sind allerdings ein klein wenig konvex. Bei Ringbohrungen, die im Vergleich zu Perlenbohrungen meist relativ große Durchmesser haben, erspart das Abflachen sehr geringer Wölbungen bereits viel Arbeit beim Bohren.

Von den Leisten aus dem Horizontalteil des Unterkiefers, dessen Oberfläche an einer der beiden genutzten Seiten weder Wölbungen noch Unregelmäßigkeiten aufweist, begradigte man nur die Hälfte an der Außenoberfläche.

Anders als bei den Metacarpenleisten wurde nur bei einem Sechstel der Fragmente der Metatarsenleisten eine Kante mit dem Ziehmesser bearbeitet und nur bei 5% der Fragmente beide Kanten. Bei 86% der Metatarsenfragmente ist bei beiden Kanten über die ganze Höhe hinweg die ursprüngliche Knochenoberfläche zu sehen, in 95% nur an einer Kante. Allerdings steht im Gegensatz zum Metacarpus die Knochenoberfläche der Kanten bei beiden der am häufigsten genutzten Metatarsenseiten bereits rechtwinklig zur Bohrfläche.

Bei Metapodienleisten wurde meistens zuerst an der Außenseite des Knochens gebohrt. Während man diese, wie man annehmen darf, mit dem Ziehmesser ausreichend zum Bohren präpariert hatte, konnte die kompakte Knochenwand an den Leistenenden an der Innenseite in spongiöses Knochengewebe übergehen, ohne dass dies an der zuerst angebohrten Außenseite sichtbar war. Dies führte dazu, dass bei 10% der Endfragmente von Metapodienleisten eine oder mehrere Bohrungen in teils spongiöser Knochenwand stattfanden. Bei einem Fünftel dieser 39 Fragmente (1,8% aller Endfragmente von Metapodienleisten) führte dies dazu, dass die Bohrung am Ende nicht vollendet wurde. Während (wie bereits erwähnt) ein Spalten der Leiste der Länge nach während des Bohrens der wichtigste Grund war, stellte eine spongiöse Knochenwand im Allgemeinen den zweitwichtigsten Grund dar, Bohrungen nicht zu vollenden.<sup>390</sup>

Im Horizontalteil des Unterkiefers dagegen wurde, mit einer Ausnahme, immer zuerst an der Innenseite des Knochens gebohrt. Zahnwurzelkanäle und spongiöse Teile waren dafür verantwortlich, dass die ganze Leistenlänge viel ausgeprägter als bei Metapodien an der Innenseite des Knochens unregelmäßig und unberechenbar war (vgl. Abb. 81). Da die Außenseite der Knochen nur teilweise begradigt worden war, führten v. a. Fehleinschätzungen bezüglich der Stärke der Leistenwand an der Außenseite der Knochen bei mehr als 12% der Bohrungen in den Leisten aus den Horizontalteilen des Unterkiefers zu Fehlbohrungen. Das ist deutlich mehr als in anderen Skelettelementen.

---

<sup>390</sup> An 14 der insgesamt 204 nicht vollendeten Bohrungen konnte eine spongiöse Knochenwand als Grund dafür ermittelt werden, dass die Bohrung nicht beendet wurde.

In Radien und Tibien wurden Bohrungen sowohl an der Innenseite der Knochen wie an der Außenseite der Knochen begonnen; in Pferdeknöcheln nur an der Außenseite der Knochen.

Bemerkenswert ist, dass 6,5% aller Leistenenden abgesägt wurden. In allen diesen Fällen wurden die Leisten entweder offensichtlich oder möglicherweise aus Rindermetapodien angefertigt. In zehn Fällen wurde die Leiste am proximalen Metapodienende abgesägt, in einem Fall am distalen Ende. Das Gegenstück zu letzterem Leistenende bilden zwei abgesägte distale Metapodienenden (Tab. 15). An den langen Seiten wurden keine abgesägten Kanten festgestellt.

#### 3.4.3.5 Materialausnutzung

##### A. Die nicht genutzte Länge

Wenn die Länge aller 946 Leistenfragmente zusammengezählt wird, beträgt sie 40,94 m. An 564 Leistenenden, die sich an 548 Leistenfragmenten mit einer Gesamtlänge von 25,46 m befanden, wurden insgesamt 9,65 m (38%) der Länge nicht für Bohrungen genutzt. Umgerechnet auf ein Leistenende blieben durchschnittlich 16,9 mm (1,7 cm) der Länge ungenutzt. Auf eine Leiste mit zwei Enden bezogen würde das hochgerechnet durchschnittlich zweimal 16,9 ist gleich 33,8 mm (3,4 cm) an ungenutzter Fläche ergeben. Zählt man dagegen die separaten Durchschnittswerte für proximale und distale Enden zusammen, dann beträgt die Summe 3,7 cm (36,9 mm). An den 16 vollständigen Leisten wurden durchschnittlich 2,9 cm (28,7 mm) nicht genutzt. Das macht 30% der vollständigen Leistenlänge aus. Die Differenzen in diesen Werten werden durch Unterschiede des Durchschnitts bei verschiedenen Skelettelementen und an den proximalen und distalen Enden hervorgerufen. Lochdurchmesser haben keinen merkbaren Einfluss auf die durchschnittliche Länge der nicht genutzten Leistenenden. Wenn man die Daten der verschiedenen Skelettelemente separat betrachtet, nähern sich die Durchschnittswerte der vollständigen Leisten einerseits und andererseits die Summe der Durchschnittswerte der proximalen und distalen Enden an. Die Durchschnittswerte haben sich möglicherweise durch Leisten erhöht, die wegen der Spaltung während des Bohrens oder aus anderen Gründen nur teilweise genutzt wurden.

Der Anteil der ungenutzten Leistenlänge ist bei Metapodien am größten und bei Horizontalteilen des Unterkiefers am kleinsten. Bei Metatarsen ist die Länge mit 4,4 cm größer als bei Metacarpen (3,7 cm). Dieser Unterschied wurde von der relativ großen Durchschnittslänge an der distalen Seite von Metatarsenleisten hervorgerufen. Außerdem blieb sowohl bei Metatarsen- wie auch bei Metacarpenleisten an der distalen Seite eine größere Länge ungenutzt als an der proximalen Seite. An der distalen Seite der Diaphyse nämlich nimmt die Stärke der Knochenwand zum Knochenende hin früher und allmählicher ab. Außerdem sind die genutzten lateralen und medialen Seiten des Metatarsus an der proximalen Seite bis zu einem Abstand von 1,5 bis 2 cm vom Knochenende flach und am distalen Diaphysenende konvex. Die dadurch benötigte stärkere Abflachung wird die ohnehin schon abnehmende Knochenstärke weiter beeinträchtigt haben, so dass am distalen Ende der Metatarsenleisten durchschnittlich 3 cm nicht zum Bohren genutzt wurden. Die beim Metacarpus genutzte posteriore Knochenfläche ist gerade am distalen Ende am flachsten, während die letzten 4 bis 5 cm vom Proximalende konkav sind. Dadurch ist bei Metacarpenleisten die nicht genutzte Länge am Proximalende länger als beim Metatarsus, und die proximale Gelenkfläche ist am Leistenende seltener erhalten (23 statt 63% der proximalen Leistenenden).

Ausgehend von der durchschnittlichen Metapodienlänge (Tab. 16), bleibt nach Abzug der Durchschnittslänge der entfernten Distalenden (Tab. 18) und der durchschnittlich nicht genutzten Leistenlänge schätzungsweise eine zum Bohren genutzte durchschnittliche Knochenlänge bei Metacarpenleisten von 9 cm und bei Metatarsenleisten von 11,3 cm übrig. Unter den vollständigen Leisten befinden sich sieben Metacarpenleisten, in denen durchschnittlich 8,5 cm zum Bohren von durchschnittlich fünf Löchern genutzt wurden. Die durchschnittliche Länge dieser Leisten von 11,8 cm liegt nahe an der nach Tab. 18b verfügbaren Knochenlänge von 12,4 cm. Fünf dieser Leisten haben Längen zwischen 11,4 und 15,2 cm sowie fünf bis sechs Bohrlöcher auf einer Knochenlänge zwischen 8 und 10 cm. Zwei kürzere Leisten haben vier Durchbohrungen auf einer Knochenlänge

von 4,8 bzw. 7,6 cm. Die einzige vollständige Metatarsenleiste hat eine Länge von 13,5 cm und fünf Bohrlöcher auf einer Knochenlänge von 9,1 cm. Diese genutzte Länge ist um 2 cm kürzer als die in Tabelle 18b berechnete durchschnittlich verfügbare Knochenlänge.

Pro Bohrloch wurden bei den vollständigen Leisten im Durchschnitt 16,2 mm Leistenlänge genutzt: Ein Wert für alle Skelettelemente sowie Metapodien, für den es eine Bestätigung in den Daten der zahlreichen Leistenfragmente mit nur einem Ende gibt. Mit diesem Durchschnitt können in einer durchschnittlichen Metacarpenleiste fünfzehn Bohrlöcher gebohrt werden, in einer Metatarsenleiste sieben. Wenn aus einem Metapodium zwei Leisten angefertigt werden, dann können in einem Metacarpus elf Bohrlöcher gebohrt werden, in einem Metatarsus 14. In etwa 70% der Bohrlöcher wurden zwei Ringe gebohrt, so dass aus einem Metacarpus durchschnittlich 18,8 Ringe gebohrt werden konnten und aus einem Metatarsus 23,9 Ringe. Dies gilt unter der Voraussetzung, dass aus allen Bohrungen die erzielten Objekte entstünden.

#### B. Fehlbohrungen

In 204 aller 2248 Bohrungen (9,1%) wurden Gegenstände nicht vollständig herausgebohrt, so dass sie teilweise im Loch verblieben. Diese Fehlerquote ist in den Metapodienleisten insgesamt mit 8,1% kleiner als in den anderen Knochenarten und in den Metatarsenleisten halb so hoch wie in den Metacarpen (3,5 bzw. 7,1%).

Nicht nur ist in den anderen Knochen die Quote der Fehlbohrungen höher als in den Metapodien, auch ist die Länge der nicht genutzten Endteile der Leisten kürzer. Letzteres könnte zu Ersterem beigetragen haben. Für die Leisten aus dem Horizontalteil des Unterkiefers ist dieser Sachverhalt mit 12% Fehlbohrungen und 2,4 cm ungenutzter Länge am deutlichsten.

Bei Bohrungen mit Innengegenständen mag die Fehlerquote größer gewesen sein. So kann der äußere Ring sich fehlerfrei aus dem Bohrloch gelöst haben, während der Innengegenstand noch am Außenring haftete und beide zu unverwendbaren Stücken machte ohne dass dies an der durchbohrten Abfalleiste zu sehen ist.

#### C. Bohrerkombinationen

Bei zehn der 946 Leistenfragmente (1,1%) wurden zwei verschiedene Bohrdurchmesser festgestellt. In zwei Leistenfragmenten wurde, nachdem einige Bohrungen mit größerem Durchmesser fehlgegangen waren, mit kleinerem Durchmesser weitergebohrt.<sup>391</sup> Dadurch, dass ausschließlich Ringe herausgebohrt wurden, bot ein Wechsel des Bohrdurchmessers (s. o.) relativ wenige Möglichkeiten, die Leisten besser auszunutzen (s. auch das Ende des nächsten Absatzes).

#### D. Die Leistenbreite

Die Breite der Leisten variiert von 11 bis 54 mm, doch liegt sie mehrheitlich zwischen 17 und 26 mm und im Schnitt bei 22,4 mm. Die vorhandene Leistenbreite wurde bei Metapodien maximal ausgenutzt, weitaus besser als bei anderen Knochen. Der Unterschied zwischen dem größten Bohrl Lochdurchmesser und der Leistenbreite beträgt bei Metapodienleisten im Schnitt 3,5 mm. Das ist wenig, eingedenk der Tatsache, dass dabei im Schnitt an jeder Kante weniger als 2 mm zwischen dem Bohrloch und dem Kantenrand übrig blieben. Dieser nicht genutzte Rand war in Metacarpenleisten durchschnittlich etwas schmaler als in Metatarsenleisten. Vielleicht ermöglichten die zum Teil rechteckig geformten Kanten an den Metacarpenleisten eine bessere Breitenausnutzung als die kaum bearbeiteten Kanten der Metatarsen.<sup>392</sup>

391 Oder wurde diese bessere Ausnutzung durch die geringere Maximalbreite der Metacarpenleisten veranlasst? In Metacarpenleisten wurde an durchschnittlich 4,1 mm Breite nicht gebohrt; in Metatarsenleisten an 4,6 mm.

392 Fragmente mit Produktresten waren zum Teil bereits vor der Materialauswahl von Fragmenten ohne Produktreste getrennt worden.

Leisten aus Tibien und Radien von Rind und Pferd sind durchschnittlich 9 bis 10 mm breiter als die größten Bohrlöcher. Ein Viertel dieser Leisten war breiter als 30 mm.<sup>393</sup> In einem der insgesamt 60 Leistenfragmente aus diesen Skelettelementen ermöglichte die vorhandene Leistenbreite von 32 mm sogar das Bohren von zwei Reihen Löchern nebeneinander mit Durchmessern von 11 mm. In rund einem Viertel der Kieferleisten wurden mehrere Reihen Bohrlöcher nebeneinander gebohrt. Über die Hälfte dieser Leisten ist breiter als 30 mm. In einem Fünftel der Leisten aus Horizontalteilen wurden zwei Reihen von Löchern nebeneinander gebohrt. In fünf der 18 Leistenfragmente aus Vertikalteilen wurde in zwei Reihen gebohrt, in zwei Fragmenten sogar in drei Reihen. Letztere beziehen sich allerdings auf die beiden weitaus breitesten Leisten: mit einer Breite von 50 mm und Bohrlöchern mit 11 mm Durchmesser bzw. einer Breite von 54 mm und Bohrlöchern mit 17 mm Durchmesser.

In keinem einzigen der 500 Fragmente von Metapodienleisten, deren Breite erhalten ist, wurden mehrere Reihen nebeneinander gebohrt. Es wurde also nicht nur bei der Anfertigung der Metapodienleisten versucht, eine möglichst große zum Bohren geeignete Leistenbreite zu erreichen, sondern die erhaltene Breite wurde auch, anders als in anderen Knochen, voll ausgenutzt. Die durchschnittliche Leistenbreite aus Metapodien von Rind und Pferd ist mit 21,8 bzw. 23,6 mm kleiner als bei den anderen Knochen. Die Mehrheit (92%) der Metacarpen- sowie Metatarsenleisten ist zwischen 17 und 26 mm breit. Wenn man von dieser Breite 4 mm an ungenutzten und vermutlich auch nicht zum Bohren geeigneten Kanten abzieht, dann stünden 13 bis 22 mm an Leistenbreite zum Bohren zur Verfügung. Innerhalb dieser Spanne liegen zwar nur acht der 14 unterschiedenen Bohrergruppen, diese umfassen aber 92% aller Bohrlöcher. Vermutlich ließ man sich bei der Wahl bestimmter Bohrdurchmesser v. a. durch die Nutzungsmöglichkeiten leiten, die Rindermetapodien für die maximale Breite der Leisten boten. Die Nutzungsmöglichkeiten der Rindermetapodien für eine maximale Leistenbreite bestimmten also maßgeblich die Maße der produzierten Ringe. Beim Anfertigen der Bohrleisten versuchte man offensichtlich, die Metapodien so zu spalten, dass man möglichst breite Leisten erhielt. Die Leistenstärke spielte offenbar eine deutlich untergeordnete Rolle. Anschließend wurde versucht, die Leistenbreite mit Bohrdurchmessern in maximaler Größe optimal auszunutzen. So konnte die Zahl der Bohrungen mit zwei Produkten voll ausgeschöpft werden.

### 3.4.4 Produktionsphase 2A

#### 3.4.4.1 Materialauswahl

Aus Produktionsphase 2A wurden 1288 Fragmente durchbohrter Leisten und Scheiben aus Bef. 475 in PFROMMERS Ablagerungsphase Q12 aufgenommen (Abb. 89). Sie enthalten eine willkürliche Stichprobe von 1072 der Fragmente ohne Produktreste und einen Großteil der Fragmente mit Produktresten (216 Fragmente).<sup>394</sup>

Die 1288 aufgenommenen Fragmente stellen gut ein Achtel (13%) der aus Bef. 475 geborgenen Fragmente durchbohrter Leisten und Scheiben dar. Sie verteilen sich auf 1177 Leistenfragmente und 111 Fragmente gesägter Scheiben.

In der Auswertung wurden Leisten- und Scheibenfragmente hauptsächlich getrennt analysiert. Es sind bei der Analyse kaum Unterschiede von Bedeutung zwischen Fragmenten mit und solchen ohne Produktreste festgestellt worden.

---

393 Acht von 32 Leistenfragmenten, an denen die Breite gemessen wurde.

394 Fragmente mit Produktresten waren bereits zum Teil vor der Materialauswahl von Fragmenten ohne Produktreste getrennt worden.



Abb. 89: Abfall durchbohrter Leisten, typisch für Produktionsphase 2A (Bef. 475).

#### 3.4.4.2 Produkte

##### A. Längliche Perlen

Quer aus dem Knochenschaft gesägte Diaphysenscheiben machen 9,3% (100 Stück) der Fragmente ohne Produktreste und 5,1% (11 Stück) der Fragmente mit Produktresten oder Fehlbohrungen aus (Abb. 90). Aus diesen wurden längliche oder tonnenförmige Perlen gebohrt, deren Höhe oder Länge anderthalb- bis zweimal so groß ist wie der Durchmesser (Abb. 90E).<sup>395</sup> Wie in Kap. 3.3 bereits angedeutet, wurden solche längliche Perlen ausschließlich in Produktionsphase 2A angefertigt.

Von den fünf Durchmessergruppen für längliche Perlen, die in den Leisten mit Perlenresten unterschieden wurden (Kap. 3.3), sind vier Gruppen in der untersuchten Stichprobe zu erkennen (Tab. 43). Von der kleinsten, nicht in der Stichprobe enthaltenen Durchmessergruppe (t1) wurde ein Scheibenfragment in einer Grube im gewachsenen Seeschlamm gefunden, in deren Verfüllung sich hauptsächlich Verarbeitungsabfälle von Knochen der Produktionsphase 2A befanden.<sup>396</sup> Dagegen ist in der Stichprobe ein Scheibenfragment mit Bohrlöchern vorhanden, deren Durchmesser größer ist als in den bereits unterschiedenen Durchmessergruppen. Unter Einschluss dieses Fragments müssen insgesamt sechs Durchmessergruppen von länglichen Perlen mit Produktdurchmessern von 3,6 bis knapp 7 mm unterschieden werden, die sich in Bohrlöchern mit Durchmessern von 5,1 bis 8,75 mm befinden.<sup>397</sup> 90 bis 95% der länglichen Perlen hinterließen nach dem Bohren Löcher mit

<sup>395</sup> Das Verhältnis von Perlendurchmesser zu vollständiger Perlenhöhe variiert von 0,56 bis 7 in den Perlenresten dieser Stichprobe.

<sup>396</sup> Bef. 704 in PFROMMERS Ablagerungsphase Q2. Obwohl stratigraphisch älter als Ablagerungen der Produktionsphase 1, sind die angetroffenen Leisten- und Scheibenfragmente aus optischen und analytischen Gründen einer späteren Produktionsphase zuzuweisen (Kap. 3.4.3.1).

<sup>397</sup> Aufgrund der Maßverhältnisse der Produktreste sind in Bohrlöchern mit 8,75 mm Durchmesser Perlen zu erwarten, deren Durchmesser von etwa 6,9 bis 7 mm reichen.

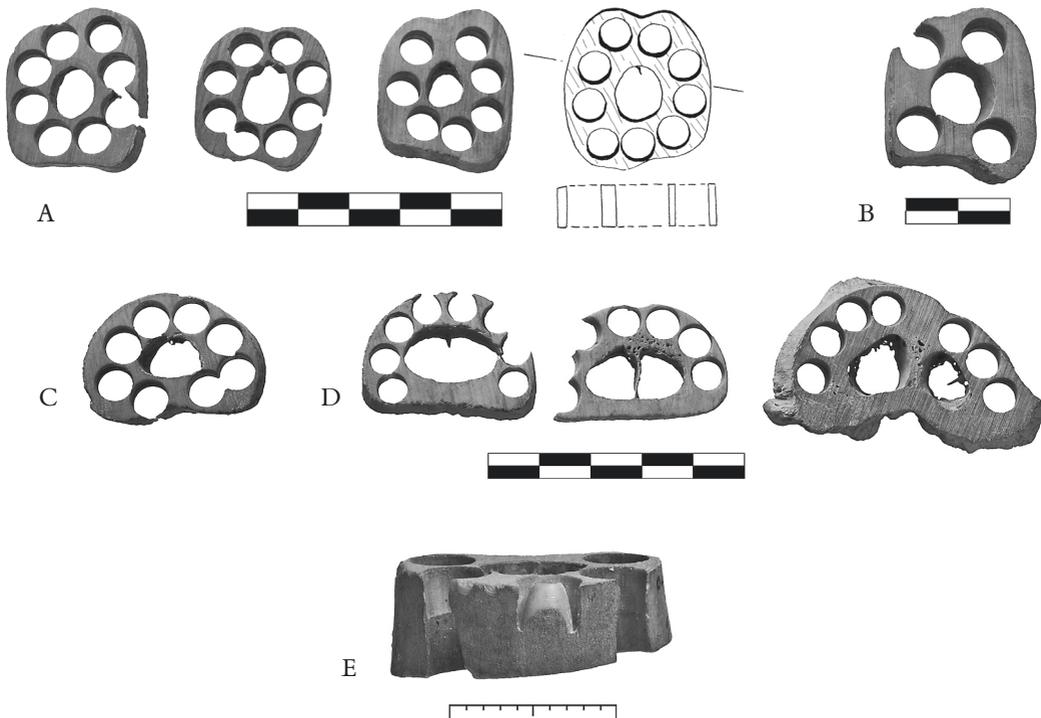


Abb. 90: Produktionsphase 2A, durchbohrte Scheiben aus Bef. 475. A Metatarsenscheiben; B nur an den Ecken ausgebohrte Metatarsenscheibe mit vier Bohrlöchern der größten Durchmessergruppe; C Metacarpenscheibe; D Metacarpenscheiben, die an der Knochenrückseite nicht durchbohrt wurden, weil die Knochenwand zu dünn ist; E Metacarpenscheibe mit an einer Hälfte ausgebohrter länglicher Perle.

Durchmessern zwischen 5,3 und 7,4 mm. Diese Perlen wiesen Durchmesser von 4,2 bis 5,5 mm auf. Der Großteil stammt aus Löchern von etwa 7 mm, deren Produkte nach dem Herausbohren Durchmesser von etwa 5,3 mm erzeugten (Durchmessergruppe t4: etwa die Hälfte aller Löcher), zwei weitere Fünftel oder Viertel der Perlen aus kleineren Löchern mit Durchmessern zwischen 5,3 und 6,6 mm (Durchmessergruppen t2 und t3: Tab. 43). Die Verteilung der Durchmesser dieser drei Gruppen zeigt jeweils zwei Spitzen mit einem Zwischenabstand von 0,5 mm. Ein Indiz für den Anteil der länglichen Perlen an der Gesamtproduktion bilden die 455 gezählten Löcher in Scheibenfragmenten ohne Perlenreste, die 5% aller Löcher in Fragmenten ohne Fehlbohrungen ausmachen.

#### B. Runde Perlen und Ringe

Aus den Knochenleisten wurden hauptsächlich runde Perlen hergestellt (fast 98% der gezählten Löcher in Fragmenten ohne Fehlbohrungen), daneben Ringlein mit rundem Wulst (etwa 2% der gezählten Löcher: Tab. 44).

Aus 97% der Bohrlöcher wurden kleine Perlen herausgebohrt mit Durchmessern von 4,5 bis 6,4 mm aus Löchern von 5,2 bis 8 mm (Abb. 92). Anhand von Produktresten in diesen Löchern wurden in Kap. 3.3 vier Durchmessergruppen unterschieden, deren Durchmesser in den Bohrlöchern sich überlappen. Die Frequenzverteilung der gemessenen Durchmesser in den Bohrlöchern dagegen zeigt drei Spitzen. Bei 5,8 mm liegt eine symmetrische Spitze der Durchmessergruppe p4, die zahlenmäßig mehr als ein Viertel (27%) aller Bohrungen umfasst. Zwei weniger stark ausgeprägte Spitzen liegen mit 7 bis 7,1 mm und 7,4 mm so nah beieinander, dass deren Bereiche sich stark überlappen. In Wirklichkeit fällt der Unterschied kaum auf. Zusammengenommen umfasst der Durchmesserbereich von 6,4 bis 8 mm (p9–p10) zwei Drittel aller Bohrlöcher. Das sind allein über 7000

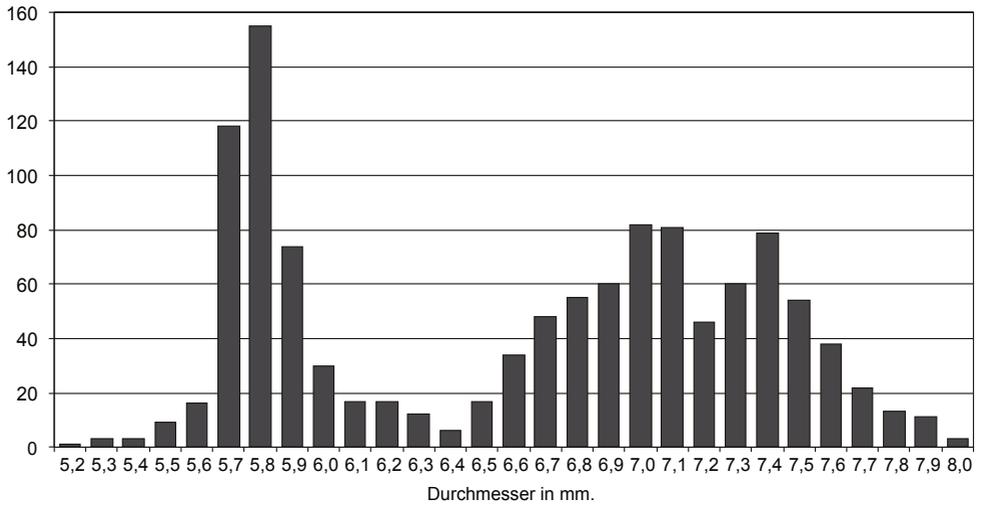


Abb. 91: Produktionsphase 2A. Frequenzverteilung der Bohrlochdurchmesser für kleine Perlen.

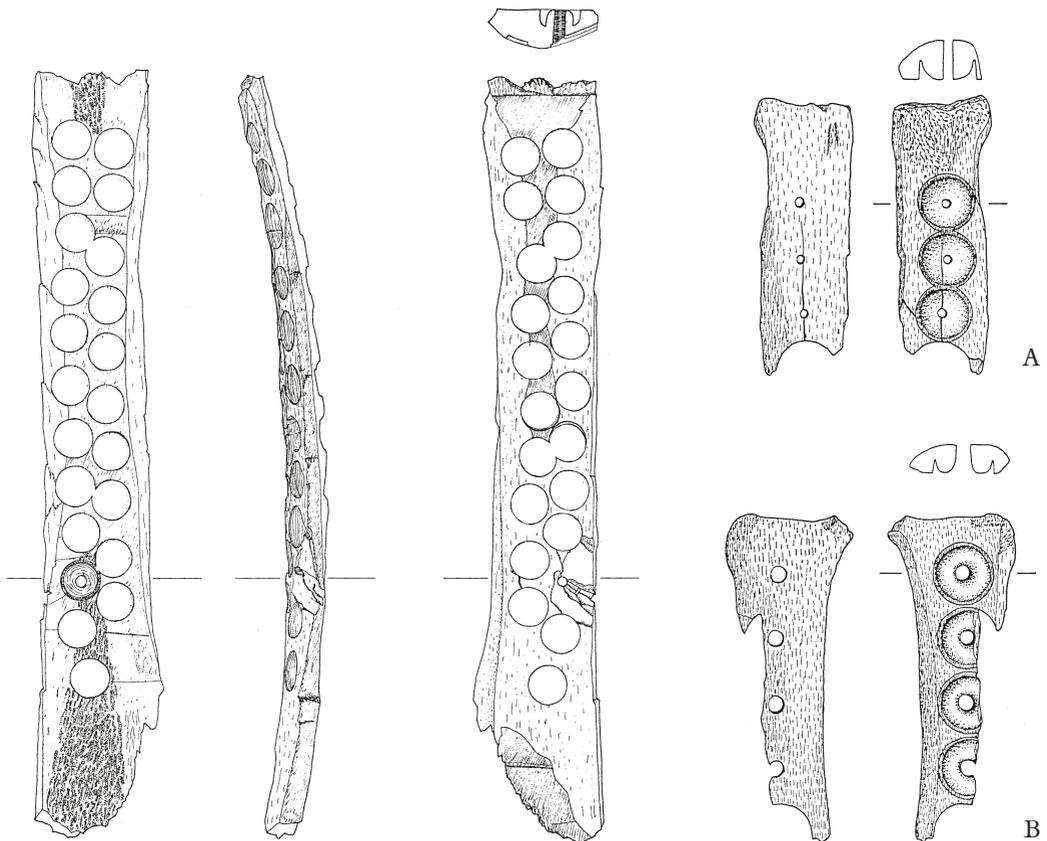


Abb. 92 (links): Durchbohrte Knochenleiste, typisch für Produktionsphase 2A. Knochenleiste aus einem Rindermetacarpus, der an der Vorderseite auf der Koaleszenznaht (Ansicht rechts) und nahe der hinteren Ecke der medialen oder lateralen Knochenseite gespalten wurde. Am distalen Ende ist der Rest einer Hackspur vom Abschlagen des Distalendes zu sehen (rechte und mittlere Ansicht unten). Das proximale Ende (oben) ist wahrscheinlich ohne Absicht beim Abflachen zu einem dünnen Streifen zugespitzt worden. Aus Bohrlöchern in zwei Reihen wurden kleine Perlen herausgebohrt.

Abb. 93 (rechts): Knochenleisten aus Produktionsphase 2A, mit halb ausgebohrten großen Perlen (A) bzw. Ringen (B) (Bef. 228).

Durchmesser-Gruppe	Lochdurchmesser		Leisten total <sup>1</sup>		Löcher total <sup>1</sup>		Leisten exkl. <sup>2</sup>		Löcher exkl. <sup>2</sup>		minimale Scheibenstärke		
	Bereich	Spitzen	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Bereich	Spitze	Dsn.
t2	5,3–5,8	5,5/5,8	22	19,8	141	27,0	19	19,0	117	25,7	5,2–7,8	5,2–7,2	6,1
t3	6,2–6,6	6,2/6,6	21	18,9	130	24,9	18	18,0	108	23,7	5,0–9,0	6,9–8,2	7,5
t4	6,8–7,4	6,9/7,3	59	53,2	228	43,6	55	55,0	206	45,3	6,6–9,4	6,9–9,2	8,0
t5	7,7–8,8	7,7–8,2	8	7,2	24	4,6	8	8,0	24	5,3	8,1–11,7	8,1–8,6	9,3
<b>total</b>	<b>5,3–8,8</b>		<b>111</b>	<b>100,0</b>	<b>523</b>	<b>100,0</b>	<b>100</b>	<b>100,0</b>	<b>455</b>	<b>100,0</b>	<b>5,0–11,7</b>	<b>5,5–9,4</b>	<b>7,6</b>

1 inklusive Leistenfragmente mit Produktresten  
2 nur Leistenfragmente ohne Produktreste

Tab. 43: Produktionsphase 2A. Durchmessergruppen der Scheiben (Maße in mm; Dsn. = Durchschnittswert).

Durchmesser-Gruppe	Lochdurchmesser	Leisten total <sup>1</sup>		Löcher total <sup>1</sup>		Leisten exkl. <sup>2</sup>		Löcher exkl. <sup>2</sup>	
	Bereich	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%
p4	5,2–6,3	520	44,2	3597	32,2	387	39,9	2517	28,3
p9	6,4–7,4/7,8	503	42,7	4724	42,3	415	42,7	3883	43,7
p10	7,2–8,0	345	29,3	2496	22,4	303	31,2	2177	24,5
kleine Perlen	5,2–8,0	1368	116,2	10817	97,0	1105	113,8	8577	96,6
p17	12,0–12,8	11	0,9	36	0,3	11	1,1	36	0,4
p19	13,6–14,3	8	0,7	33	0,3	7	0,7	29	0,3
Perlen total	5,2–14,3	1387	117,8	10886	97,6	1123	115,7	8642	97,3
p12/r6a	8,8–9,8	6	0,5	26	0,2	6	0,6	26	0,3
Ring/Perle?	8,8–14,1	9	0,8	33	0,3	9	0,9	33	0,4
große Perlen <sup>3</sup>	8,8–14,3	28	2,4	102	0,9	27	2,8	98	1,1
r2	8,1	2	0,2	6	0,1	1	0,1	4	0,0
r6/6a	9,1–10,3	29	2,5	97	0,9	25	2,6	86	1,0
davon r6	9,7–10,3	25	2,1	86	0,8	22	2,3	76	0,9
davon r6a	9,1–9,3	4	0,3	11	0,1	3	0,3	10	0,1
r7/9	10,9–11,3	2	0,2	3	0,0	2	0,2	3	0,0
r10/10a	11,7–13,3	29	2,5	88	0,8	24	2,5	73	0,8
davon r10a	11,7–12,2	14	1,2	44	0,4	14	1,4	44	0,5
davon r10	12,3–13,3	15	1,3	44	0,4	10	1,0	29	0,3
r13	13,7–15,5	13	1,1	39	0,3	12	1,2	36	0,4
davon r13b	13,7–14,0	2	0,2	6	0,1	1	0,1	3	0,0
davon r13c	14,5–15,5	12	1,0	34	0,3	12	1,2	34	0,4
r18	15,8–16,0	2	0,2	4	0,0	2	0,2	4	0,0
Ringe total	8,1–16,0	78	6,6	238	2,1	67	6,9	207	2,3
<b>total<sup>4</sup></b>		<b>1177</b>	<b>100,0</b>	<b>11157</b>	<b>100,0</b>	<b>971</b>	<b>100,0</b>	<b>8881</b>	<b>100,0</b>

1 inklusive Leistenfragmente mit Produktresten  
2 nur Leistenfragmente ohne Produktreste  
3 Durchmessergruppen p17, p19 und „Ring/Perle?“ zusammengenommen  
4 Die Gesamtzahl der Leistenfragmente ist kleiner als die Summe der Fragmente mit Bohrungen für Ringe sowie für Perlen, weil mehrere Durchmessergruppen pro Fragment möglich sind.

Tab. 44: Produktionsphase 2A. Durchmessergruppen der Leisten (Maße in mm).

Objekte in der vermessenen Stichprobe, hochgerechnet 56 000 in Bef. 475. Wenn der Durchmesserbereich von 6,4 bis 8 mm mit einer optisch zu unterscheidenden Bohrprofilgruppe verbunden würde, dann wäre es in Anbetracht der großen Zahl von Löchern unvermeidlich, dass der benutzte Bohrer mehrmals nachgeschliffen und vielleicht durch einen zweiten Bohrer mit den vom Augenschein her gleichen Maßen ersetzt worden wäre. Damit wäre in der Frequenzverteilung einerseits die breite, flache Masse in dem Bereich der höheren Durchmesserwerte zu erklären und andererseits die zweite Spitze darin.<sup>398</sup>

In den restlichen Bohrlöchern, die Durchmesser von 8,1 bis 16 mm aufweisen, sind vereinzelt Reste von Ringlein mit rundem Wulstschnitt und ohne Innenobjekt vorhanden (Abb. 93B). Jedoch in einem Leistenfragment mit vier Löchern gibt es Reste großer runder Perlen in Bohrlöchern mit 14,3 mm Durchmesser (vgl. Abb. 93A). In 27 weiteren Leistenfragmenten geben auffallend dicke Leistenhöhen von 6 bis 9 mm, kombiniert mit einem Verhältnis von Lochdurchmesser zu Höhe kleiner als 1,8, Anlass zur Vermutung, dass aus 98 weiteren Bohrlöchern (gut 1% aller Bohrlöcher) große Perlen mit Perlendurchmessern zwischen 8 und 13 mm anstelle von Ringen herausgebohrt wurden (Tab. 44). Weitere 207 Bohrlöcher (2,2% aller Löcher) hinterließen wahrscheinlich oder mit Sicherheit Ringe. Von zwei der sechs darin unterschiedenen Durchmessergruppen sind keine Objektreste in der Stichprobe der Produktionsphase 2A vorhanden, wohl aber in den Stichproben der Produktionsphasen 1 und 2B.

Während die Außendurchmesser der Ringe in der Stichprobe der Produktionsphase 2A etwa denselben Bereich abdecken wie die großen Perlen, ist die Höhe der meisten Ringe größer als die der Produktionsperiode 1 (nämlich 2,5 bis 6,2 mm) und mit derjenigen der kleinen Perlen der gleichen Stichprobe zu vergleichen (3 bis 6,8 mm). Die Maße der Ringe liegen also innerhalb der Grenzen der Perlenmaße und scheinen von Letzteren beeinflusst worden zu sein. Auch die Auswahl des Rohmaterials und die Muster der Leistenanfertigung deuten darauf hin, dass kleinere und größere runde sowie längliche Perlen als das Hauptprodukt dieser Produktionsphase zu betrachten sind und Ringe als reines Nebenprodukt, deren Maße und Form an die Maße der für Perlen angefertigten Leisten angepasst wurden. Deshalb haben die Ringe dieser Produktionsphase relativ kleine Durchmesser und hohe Wulste im Vergleich zu denen der Produktionsphasen 1 und 3 (s. Abb. 75). Man könnte sie als flache Perlen betrachten, bei denen die Ränder des Innenlochs abgerundet sind.

#### 3.4.4.3 Rohmaterialauswahl

Zum Bohren wurden dieselben Langknochen ausgewählt wie in Produktionsphase 1: Metapodien, Radien und Tibien von Rind und Pferd, daneben vereinzelt Humeri (Oberarmknochen) und Femora (Oberschenkel) vom Rind und ein Fragment eines Schweinefemurs (Tab. 41). Auch das Verhältnis von Rinder- zu Pferdeknochen (92,5 zu 7,5%) und der Anteil von Rindermetapodien (70%) ähneln denen von Produktionsphase 1 (Tab. 41b). Anders als in Produktionsphase 1 wurden fast ausschließlich Langknochen und kaum Plattknochen wie Unterkiefer genutzt. Zwei Leistenfragmente vom Horizontalteil des Rinderunterkiefers sind die einzigen Plattknochen in der Stichprobe. Anstelle der Plattknochen wurden mehr Leistenfragmente aus Radien und Tibien vom Rind hergestellt: rund 20%.

Der Grund für diese Bevorzugung ist in der größeren Stärke der kompakten Knochenwand zu sehen, die zum Bohren von runden Perlen (verglichen mit den Ringen der Produktionsphase 1) erforderlich ist, ohne dass diese Knochenwand unbedingt gerade und flach zu sein hätte. Während die meisten kleinen Perlen der Stichprobe der Phase 2A aus Wandstärken von mehr als 3,8 mm herausgebohrt wurden, erreicht die kompakte Knochenwand der Kieferleisten aus Produktionsphase 1 eine solche Stärke nur stellenweise. An vielen Stellen ist die Wandstärke dünner. Das macht

<sup>398</sup> Eine künstliche Arbeitsgrenze zerteilt den Durchmesserbereich bei 7,2 mm in zwei gleich breite Bereiche, ohne die anhand von Perlenresten unterschiedenen Durchmessergruppen p9 und p10 zu trennen.

Kieferleisten nur bedingt für das Herausbohren von kleinen Perlen geeignet.<sup>399</sup> Aus großen Teilen der Radien und Tibien vom Rind und Pferd dagegen lassen sich Leisten anfertigen, deren Wandstärke hauptsächlich bei rund 5 mm liegt.

Radien und Tibien von Rind und Pferd sind gleich stark vertreten. Unter den Leisten sind auch Metacarpen und Metatarsen vom Rind gleich stark vertreten, anders als in Produktionsphase 1.<sup>400</sup> Scheiben wurden fast ausschließlich aus Metapodien vom Rind sowie vereinzelt vom Pferd angefertigt. Dabei sind dreimal so viele Metatarsen- wie Metacarpenfragmente vertreten. Die Eignung der Knochen zum Bohren wird bei Scheiben völlig von der Stärke der Knochenwand vorgegeben. Diese ist in der Diaphyse (Knochenschaft) von Metapodien stärker als in anderen Rinder- und Pferdeknochen (rund 8 mm) und in den Metapodien an den Stellen am stärksten, an denen die Diaphyse im Schnitt an der Außenseite eckig und an der Innenseite rund ist (10 bis 13 mm). Der viereckige Schaft der Rindermetatarsen zeigt im Schnitt vier solche Stellen, der ovale Schaft der Metacarpen nur zwei (vgl. Abb. 90B und D). Außerdem ist die Knochenwand bei Metacarpen an der Hinterseite (posterior) meistens zu dünn, um Perlen parallel zur Wand herauszubohren (4 bis 5 mm: Abb. 90D). Die zum Bohren benötigte Mindestwandstärke hängt direkt vom Perlen- oder Lochdurchmesser ab. So variiert die Mindestwandstärke, in der gebohrt wurde, von knapp 6 mm bei der zahlenmäßig kleinsten Durchmessergruppe (t2) über 7,5 bis 8 mm bei der Gruppe mit den meisten Exemplaren (t4) bis hin zu 9 mm bei der größten Gruppe (t5). Die größten Perlen wurden meist nur an den Ecken herausgebohrt. Dabei wurden nur vier Perlen aus einer Metatarsenscheibe hergestellt (Abb. 90B). Ein starkes Verschieben der Bruchränder in einer Metatarsenscheibe deutet vielleicht an, dass das Herausbohren von fünf großen Perlen an der Vorderseite des Knochens (anterior) Mühe kostete. Durchschnittlich entstanden in Metacarpen 7,5 Stück an kleineren Bohrlöchern und 9,5 Stück in Metatarsen. Die Höchstzahl ist bei Metacarpen neun Stück, bei Metatarsen 13 Stück.<sup>401</sup>

Beim Herausbohren kugelförmiger Perlen aus Leisten wächst die erforderliche Knochen- oder Leistenwandstärke mit dem Durchmesser der Perlen und des Loches, ähnlich wie bei Scheiben. Beim Bohren von Ringen dagegen ist v. a. die Leistenbreite wichtig und eine möglichst breite und wenig gekrümmte Knochenfläche erforderlich. Demzufolge wird mit zunehmendem Durchmesser der Objekte und des Loches der Anteil der Metapodienfragmente größer und der Anteil der Leistenfragmente aus Radien und Tibien nimmt gleichzeitig ab (Tab. 45). Das gilt für Pferdefragmente ähnlich wie für Rinderknochenleisten und ist nicht nur bei Perlen, sondern auch bei Ringen der Fall. Letzteres ist bemerkenswert, da Leisten aus Radien und Tibien sich durchaus zum Bohren von Ringen eignen. Die aus ihnen angefertigten Leisten dagegen eignen sich nur beschränkt für Ringbohrungen. Sie scheinen v. a. zum Bohren kleiner Perlen vorgesehen gewesen zu sein.<sup>402</sup>

Aus den zwei Unterkieferfragmenten in der Stichprobe wurden Perlen der kleinsten Durchmessergruppe (p4: Durchmesser 5,7 mm) und kleine Ringlein (Durchmesser 9,2 mm; Gruppe r6) herausgebohrt. Beide Gruppen können aus einer Knochenwand dünner als 3,8 mm herausgebohrt werden.<sup>403</sup> Auch das Fragment eines Schweinefemurs wurde zum Herausbohren von Perlen der kleinsten Durchmessergruppe (p4) in einer Knochenwand von 3,9 mm Stärke genutzt.

399 In 80% der Leistenfragmente beträgt die Minimalstärke der für kleine Perlen benutzten Knochenwand mehr als 3,8 mm; die Maximalstärke ist bei 96% dieser Fragmente größer als 3,8 mm. Für Löcher des großen Durchmesserbereichs p9–p10 scheinen 3,8 oder 4,4 mm als minimale Wandstärke betrachtet worden zu sein (bei 97% der Leistenfragmente), obwohl die vollständigen Perlen mindestens 4,7 mm hoch waren. Für die kleinste Durchmessergruppe p4 liegt die minimale Wandstärke in 85% der Leisten über 3,3 mm, obwohl die Perlen mindestens 3,7 mm hoch waren.

400 Die Zahl der Pferdemetapodien ist zu gering, um dem darin auftretenden Überwiegen von Metatarsen eine statistische Relevanz zu verleihen.

401 Ein Überwiegen von Metatarsen bei größeren Lochdurchmessern, wie zu erwarten wäre, zeigt sich nicht. Weil die Zahl der Fragmente nur gering ist, kann dem keine Bedeutung beigemessen werden.

402 Obwohl bestimmte Teile der Radien und Tibien eine breite und gleichzeitig relativ flache Knochenwand haben, wurden leichte Krümmungen und Unregelmäßigkeiten nicht begründet, so dass die Wandstärke nicht beeinträchtigt wurde. Auch wurden viele stark gekrümmte Reststücke mit unregelmäßiger Breite genutzt.

403 Die genutzte Knochenwand ist in beiden Fragmenten mindestens 3,7 mm stark; die Höhe des Produktes beträgt 3,7 bis 4,2 bzw. 3 bis 3,4 mm (p4 bzw. r6).

Skelettelement	total		kl. Perlen		p4		p9		p10		p9/10		gr. Durchmesser	
	Zahl	Zahl	%	Zahl	%									
<b>Rind</b>														
<b>total Metapodien</b>	<b>524</b>	<b>467</b>	<b>62,5</b>	<b>178</b>	<b>46,8</b>	<b>207</b>	<b>61,6</b>	<b>196</b>	<b>81,0</b>	<b>401</b>	<b>100,0</b>	<b>60</b>	<b>85,7</b>	
davon Metacarpus	202	182	24,4	75	19,7	182	54,2	70	28,9	151	37,7	27	38,6	
davon Metatarsus	203	181	24,2	62	16,3	181	53,9	79	32,6	160	39,9	24	34,3	
davon Metacarpus oder -tarsus	119	104	13,9	41	10,8		0,0		0,0	90	22,4		0,0	
<b>total Radius/Tibia</b>	<b>170</b>	<b>170</b>	<b>22,8</b>	<b>135</b>	<b>35,5</b>	<b>87</b>	<b>25,9</b>	<b>15</b>	<b>6,2</b>	<b>102</b>	<b>25,4</b>	<b>2</b>	<b>2,9</b>	
davon Radius	79	79	10,6	66	17,4	30	8,9	8	3,3	38	9,5	1	1,4	
davon Tibia	88	88	11,8	66	17,4	55	16,4	6	2,5	61	15,2	1	1,4	
davon Radius oder Tibia	3	3	0,4	3	0,8	2	0,6	1	0,4	3	0,7		0,0	
<b>Pferd</b>														
<b>total Radius/Tibia</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>3,2</b>	<b>16</b>	<b>4,2</b>	<b>12</b>	<b>3,6</b>	<b>6</b>	<b>2,5</b>	<b>18</b>	<b>4,5</b>	<b>1</b>	<b>1,4</b>	
davon Radius	12	12	1,6	6	1,6	7	2,1	1	0,4	8	2,0	0	0,0	
davon Tibia	12	12	1,6	10	2,6	5	1,5	5	2,1	10	2,5	1	1,4	
<b>total Metapodien</b>	<b>26</b>	<b>24</b>	<b>3,2</b>	<b>6</b>	<b>1,6</b>	<b>7</b>	<b>2,1</b>	<b>12</b>	<b>5,0</b>	<b>19</b>	<b>4,7</b>	<b>2</b>	<b>2,9</b>	
davon Metacarpus	4	4	0,5	0	0,0	1	0,3	3	1,2	4	1,0	0	0,0	
davon Metatarsus	13	12	1,6	5	1,3	4	1,2	4	1,7	8	2,0	1	1,4	
davon Metacarpus oder -tarsus	9	8	1,1	1	0,3	2	0,6	5	2,1	7	1,7	1	1,4	
<b>total (100%)<sup>1</sup></b>	<b>810</b>	<b>747</b>	<b>100,0</b>	<b>380</b>	<b>100,0</b>	<b>336</b>	<b>100,0</b>	<b>242</b>	<b>100,0</b>	<b>401</b>	<b>100,0</b>	<b>70</b>	<b>100,0</b>	
<b>Metapodium – kein Metapodium Rind</b>														
total Pferd	70	67	9,0	30	7,9	27	8,0	27	11,2	54	13,5	4	5,7	
total Rind (kein Metapodium)	184	184	24,6	148	38,9	94	28,0	15	6,2	109	27,2	2	2,9	
total unbest. (kein Metapodium)	32	29	3,9	24	6,3	8	2,4	4	1,7	12	3,0	4	5,7	
<b>total kein Metapodium Rind</b>	<b>286</b>	<b>280</b>	<b>37,5</b>	<b>202</b>	<b>53,2</b>	<b>129</b>	<b>38,4</b>	<b>46</b>	<b>19,0</b>	<b>175</b>	<b>0,0</b>	<b>10</b>	<b>14,3</b>	
<b>total Metapodium Rind</b>	<b>524</b>	<b>467</b>	<b>62,5</b>	<b>178</b>	<b>46,8</b>	<b>207</b>	<b>61,6</b>	<b>196</b>	<b>81,0</b>	<b>401</b>	<b>100,0</b>	<b>60</b>	<b>85,7</b>	
<b>total (100%)<sup>1</sup></b>	<b>810</b>	<b>747</b>	<b>100,0</b>	<b>380</b>	<b>100,0</b>	<b>336</b>	<b>100,0</b>	<b>242</b>	<b>100,0</b>	<b>401</b>	<b>100,0</b>	<b>70</b>	<b>100,0</b>	
<b>Metacarpus – Metatarsus Rind</b>														
Metacarpus	202	182	50,1	75	54,7	182	50,1	70	47,0	151	48,6	27	52,9	
Metatarsus	203	181	49,9	62	45,3	181	49,9	79	53,0	160	51,4	24	47,1	
<b>total (100%)<sup>2</sup></b>	<b>405</b>	<b>363</b>	<b>100,0</b>	<b>137</b>	<b>100,0</b>	<b>363</b>	<b>100,0</b>	<b>149</b>	<b>100,0</b>	<b>311</b>	<b>100,0</b>	<b>51</b>	<b>100,0</b>	
1 Summe total Metapodium Rind und total kein Metapodium Rind														
2 Summe Metacarpus und Metatarsus														

Tab. 45: Produktionsphase 2A. Die wichtigsten Skelettelemente pro Durchmessergruppe der Leisten (Fragmentzahlen).

Obwohl die untersuchte Stichprobe insgesamt die gleiche Anzahl Leistenfragmente aus Metacarpen wie aus Metatarsen enthält, nimmt der Anteil der Metatarsen- auf Kosten der Metacarpenfragmente mit der erforderlichen Knochenwandstärke zu (Tab. 45). Daraus ließe sich herleiten, dass die Handwerker, während ihnen gleich viele Metacarpen wie Metatarsen zur Verfügung standen, Metatarsen vorgezogen haben, wenn eine stärkere Knochenwand benötigt wurde. Wie bereits angedeutet, kommen Knochenwandstärken über 8 mm am Metatarsus häufiger als am Metacarpus vor. So wurden große Perlen hauptsächlich aus Metatarsen angefertigt, Ringe mehrheitlich aus Metacarpen. Dagegen wurden kleine Perlen mit Durchmessern des Bohrloches bis 8 mm insgesamt in etwa dem gleichen Umfang aus Metacarpen wie aus Metatarsen hergestellt. Auch innerhalb der Gruppe

gr. Perlen		p17		p19		Ringe		r2		r6		r7		r10		r13		r18
Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl
<b>10</b>	<b>83,3</b>	<b>6</b>	<b>85,7</b>	<b>4</b>	<b>80,0</b>	<b>43</b>	<b>82,7</b>	<b>1</b>	<b>50,0</b>	<b>20</b>	<b>83,3</b>	<b>1</b>	<b>100,0</b>	<b>17</b>	<b>89,5</b>	<b>8</b>	<b>80,0</b>	<b>1</b>
1	8,3	0	0,0	1	20,0	24	46,2	1	50,0	12	50,0	0	0,0	9	47,4	7	70,0	0
7	58,3	5	71,4	2	40,0	15	28,8	0	0,0	6	25,0	1	100,0	7	36,8	0	0,0	1
		1	14,3	1	20,0	4	7,7	1	50,0	2	8,3	0	0,0	1	5,3	1	10,0	0
<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>2</b>	<b>3,8</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>1</b>	<b>10,0</b>	<b>0</b>
0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	1,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	10,0	0
0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	1,9	1	50,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0		0,0	0

<b>2</b>	<b>16,7</b>	<b>1</b>	<b>14,3</b>	<b>1</b>	<b>20,0</b>	<b>3</b>	<b>5,8</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>1</b>	<b>4,2</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>1</b>	<b>5,3</b>	<b>1</b>	<b>10,0</b>	<b>1</b>
<b>1</b>	<b>8,3</b>	<b>1</b>	<b>14,3</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>1</b>	<b>1,9</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>1</b>	<b>10,0</b>	<b>0</b>
0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
1	8,3	1	14,3	0	0,0	1	1,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	10,0	0
<b>1</b>	<b>8,3</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>1</b>	<b>20,0</b>	<b>1</b>	<b>1,9</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>1</b>	<b>4,2</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>1</b>
0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
1	8,3	0	0,0	1	20,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	1,9	0	0,0	1	4,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1
<b>12</b>	<b>100,0</b>	<b>7</b>	<b>100,0</b>	<b>5</b>	<b>100,0</b>	<b>52</b>	<b>100,0</b>	<b>2</b>	<b>100,0</b>	<b>24</b>	<b>100,0</b>	<b>1</b>	<b>100,0</b>	<b>19</b>	<b>100,0</b>	<b>10</b>	<b>100,0</b>	<b>2</b>

2	16,7	1	14,3	1	20,0	3	5,8	0	0,0	1	4,2	0	0,0	1	5,3	1	10,0	1
0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	3,8	1	50,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	10,0	0
0	0,0	0	0,0	0	0,0	4	7,7	0	0,0	3	12,5	0	0,0	1	5,3	0	0,0	0
<b>2</b>	<b>16,7</b>	<b>1</b>	<b>14,3</b>	<b>1</b>	<b>20,0</b>	<b>9</b>	<b>17,3</b>	<b>1</b>	<b>50,0</b>	<b>4</b>	<b>16,7</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>2</b>	<b>10,5</b>	<b>2</b>	<b>20,0</b>	<b>1</b>
<b>10</b>	<b>83,3</b>	<b>6</b>	<b>85,7</b>	<b>4</b>	<b>80,0</b>	<b>43</b>	<b>82,7</b>	<b>1</b>	<b>50,0</b>	<b>20</b>	<b>83,3</b>	<b>1</b>	<b>100,0</b>	<b>17</b>	<b>89,5</b>	<b>8</b>	<b>80,0</b>	<b>1</b>
<b>12</b>	<b>100,0</b>	<b>7</b>	<b>100,0</b>	<b>5</b>	<b>100,0</b>	<b>52</b>	<b>100,0</b>	<b>2</b>	<b>100,0</b>	<b>24</b>		<b>1</b>	<b>100,0</b>	<b>19</b>	<b>100,0</b>	<b>10</b>	<b>100,0</b>	<b>2</b>

1	12,5	0	0,0	1	33,3	24	61,5	1	100,0	12	66,7		0,0	9	56,3	7	100,0	0
7	87,5	5	100,0	2	66,7	15	38,5	0	0,0	6	33,3	1	100,0	7	43,8	0	0,0	1
<b>8</b>	<b>100,0</b>	<b>5</b>	<b>100,0</b>	<b>3</b>	<b>100,0</b>	<b>39</b>	<b>100,0</b>	<b>1</b>	<b>100,0</b>	<b>18</b>	<b>100,0</b>	<b>1</b>	<b>100,0</b>	<b>16</b>	<b>100,0</b>	<b>7</b>	<b>100,0</b>	<b>1</b>

der kleinen Perlen nimmt der Metatarsenanteil mit dem Loch- und Perlendurchmesser leicht zu. In ähnlicher Weise wie der Metatarsenanteil wächst bei den Perlenbohrungen die Wandstärke der zum Bohren benutzten Leistenterteile mit dem Lochdurchmesser. Ringe dagegen wurden in ähnlichen Wandstärken herausgebohrt wie kleine Perlen (2,8 bis 7,1 mm), durchschnittlich sogar in leicht größerer Wandstärke, während ihre Produkthöhe durchschnittlich (4,2 mm) doch leicht unter der der kleinen Perlen (4,8 mm) liegt.<sup>404</sup>

404 Bei der Berechnung dieser Mittelwerte wurde die Zahl der Leistenfragmente mit Bohrlöchern der einzelnen Durchmessergruppen berücksichtigt. Die durchschnittliche Wandstärke der Ringbohrungen kann in Wirklichkeit noch höher liegen, falls auch Ringe aus Bohrlöchern herausgebohrt wurden, deren beabsichtigtes Produkt (Ringe oder große Perlen) nicht geklärt ist.

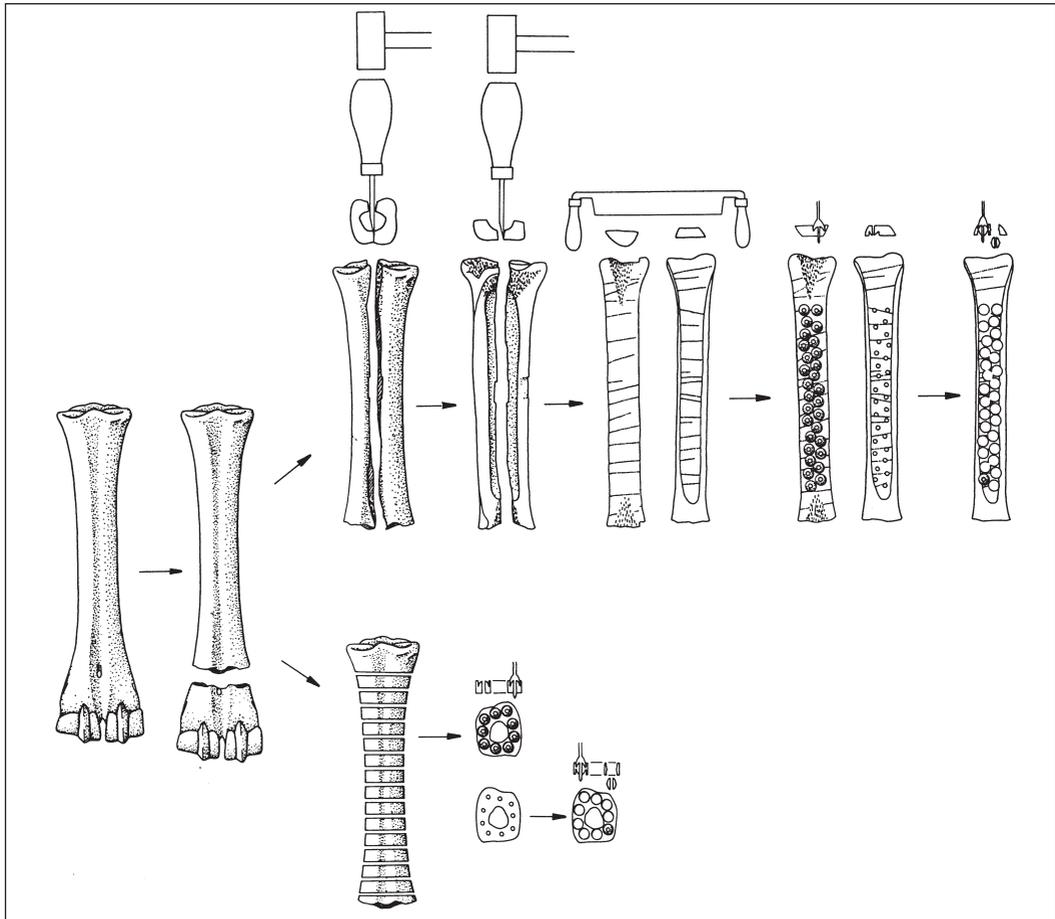


Abb. 94: Rekonstruktion der Arbeitsschritte bei der Anfertigung der Leisten in Produktionsphase 2.

Bei der Wahl der Leisten, aus denen Ringe herausgebohrt wurden, spielte die Wandstärke anscheinend keine oder nur teilweise eine Rolle, stattdessen wurden die Leisten wegen ihrer Breite ausgesucht. Zwar zeigen die Mittelwerte und Spitzen der Leistenbreiten der einzelnen Durchmessergruppen von Ringen mit dem Anwachsen des Bohrlochdurchmessers eine Aufwärtsverschiebung, insgesamt bleiben die Breiten der Ringleisten aber innerhalb der Breitenverteilung der Leisten mit kleinen Perlenbohrungen. Durch die obigen Feststellungen entsteht der Eindruck, dass für das Herausbohren von Ringen Leisten eingesetzt wurden, die zum Herausbohren kleiner Perlen angefertigt worden waren. Bei den Bohrungen kleiner Perlen zeigen die Verteilungen der Leistenbreiten einzelner Durchmessergruppen untereinander kaum Unterschiede.

Zusammenfassend können anhand der oben stehenden Daten und Analysen folgende Beobachtungen zur Rohmaterialauswahl dieser Produktionsphase gemacht werden. So kann festgestellt werden, dass die Wahl der Skelettelemente und Knocheanteile offenbar in erster Linie nach ihrer Eignung zum Herausbohren kleiner Perlen erfolgte und erst in zweiter Linie in Bezug auf das Herausbohren größerer Perlen. Das zeigt sich u. a. in dem Zugriff – neben Rindermetapodien – auf Radien und Tibien, die sich zum Ausbohren von kleinen Perlen, nicht aber von großen Perlen eignen, anstelle von Unterkiefern, die sich für beide schlecht eignen, wohl aber für Ringe. Auch an anderen Hinweisen wird ersichtlich, dass die Wahl der Knochen sich anscheinend kaum auf die Produktion von Ringen bezogen hat. Stattdessen wurden hierfür vermutlich Leisten verwendet, die zur Anfertigung kleinerer Perlen vorgesehen waren. Möglicherweise wurden zum Herausbohren länglicher Perlen



Abb. 95: Produktionsphase 2A, Beispiele von Leisten, hergestellt aus unterschiedlichen Scheiten des Metatarsus. A lateral-posterior; B medial-posterior; C medial-anterior; D lateral-anterior; E und F lateral- oder medial-anterior.

aus quer gesägten Scheiben zusätzliche Metatarsen beschafft. Denn während Metacarpen und Metatarsen bei den Leisten gleich stark vertreten sind, zeigen Letztere bei den Scheiben einen starken Überschuss.

Bei Beobachtungen an Leistenabfällen aus anderen Befunden der Produktionsphase 2A fiel auf, dass in jüngeren Fundkomplexen dieser Phase relativ viele der Leisten, aus denen große Perlen herausgebohrt wurden, aus Pferdemetapodien angefertigt wurden.<sup>405</sup> Deren zylindrisch bis oval röhrenförmige Diaphyse mit ihrer rundum stark ausgeprägten Knochenwand eignet sich fast an allen Teilen zum Ausbohren von großen Perlen. Bei den benutzten Arbeitsvorgängen konnte man aus einem Pferdemetatarsus in drei Leisten problemlos mehr als anderthalbmal so viele große Perlen herausbohren als aus einem Rindermetatarsus, der in vier Leisten gespalten war: etwa 45 Perlen gegen im Glücksfall 28 Perlen. Darin zeigt sich eine Weiterentwicklung und Ausprägung in der durchdachten Auswahl und möglichst effizienten Nutzung des Rohmaterials bereits im Laufe der Produktionsphase 2A. Eine Entwicklung, die sich nach Produktionsphase 2B hin fortsetzt.

#### 3.4.4.4 Leistenanfertigung

Als runde Perlen zum Hauptprodukt wurden, erlangte die Leistenstärke eine größere Bedeutung als ihre Breite, im Gegensatz zu Produktionsphase 1. Die Grundlage für das Spaltmuster der Metapodien für die Anfertigung von Bohrleisten war deshalb, eine größtmögliche Leistenstärke zu bekommen. Anders als in Produktionsphase 1 wurden fast alle Metapodien, Metacarpen sowie Metatarsen nach demselben Muster gespalten (Abb. 102 B u. C; s. auch Kap. 3.1.7.2). Dass Variationen in diesem Spaltmuster, bis auf sehr wenige Ausnahmen, durch Abweichungen der Spaltlinien während des Spaltens zu erklären sind, konnte im Experiment nachvollzogen werden. Eine solche Ausnahme bildet eine Metatarsenleiste mit der Koaleszenznaht in der Leistenmitte, die außerhalb der Stichprobe im gleichen Bef. 475 angetroffen wurde.<sup>406</sup>

<sup>405</sup> z. B. in Bef. 228 und 233, beide Teil der fundreichen ‚Paternosterschicht‘, PFROMMERS Phase Q13.

<sup>406</sup> Aus dieser Leiste wurden, wie auch aus einigen weiteren ähnlichen Leisten aus anderen Fundkomplexen der Produktionsphase 2A, keine Perlen sondern Ringe angefertigt.

Nach dem Entfernen des Distalendes wurden die Metapodien entlang der Koaleszenznaht (Verwachsungnaht) durch Eintreiben eines Meißels auf der Naht in zwei Hälften gespalten (Abb. 55; 94; 95A).<sup>407</sup> Wenn möglich, wurden die Hälften danach nochmals durch das Eintreiben eines Meißels von der konkaven Innenseite her in Viertelscheite gespalten. An 79 der 524 Metapodienfragmente wurden Meißelspuren beobachtet: 70 davon auf der Koaleszenznaht und drei auf der Innenseite der lateralen oder medialen Knochenseite.

Metacarpen wurden der Stabilität wegen immer mit der flachen Rückseite des Knochens (posterior) auf einen Untergrund gelegt, und von der konvexen Vorderseite der Knochen aus wurde der Meißel eingetrieben. Metatarsen wurden in zwei Dritteln der Fälle von der Vorderseite der Knochen aus gespalten, in einem Drittel der Fälle von der Rückseite. Während die Stabilität bei Metatarsen an beiden Seiten ähnlich ist, bietet die stark ausgeprägte Rinne an der Vorderseite eine gute Führung für den Meißel auf der Naht. Vereinzelt wurde der Meißel bis zur anderen Knochenseite durchgeschlagen und hinterließ auf deren Innenseite eine Spur (in vier Fällen). Mögliche Meißelspuren auf der Innenseite der Lateral- oder Medialseite werden in den meisten Fällen dadurch verschwunden sein, dass die hoch stehenden Ränder an der Innenseite mit einem Ziehmesser in eine flache Form gebracht wurden.

Dieses Muster ermöglichte anstelle zweier die Anfertigung von vier, gegebenenfalls drei Leisten aus einem Metapodium wie in Produktionsphase 1. Das Anfertigen der Leisten insbesondere aus den Ecken der Diaphyse (Knochenröhre) ermöglichte eine maximale Ausnutzung der natürlichen Gegebenheiten des Knochens, um eine möglichst ausgeprägte Knochenwandstärke zu erhalten. Die Leisten sind hingegen schmaler als in Produktionsphase 1.<sup>408</sup>

Nach dem Spalten wurden die Knochenscheite an der Innen- und Außenseite mit einem Ziehmesser begradigt, um eine flache Oberfläche zum Bohren zu bekommen. Ähnlich wie in Produktionsphase 1 wurden mehr als 90% der Leistenfragmente aus Rindermetapodien an der Außenseite geglättet (91% der Metacarpen- und 99% der Metatarsenfragmente).

Während die Kanten der Metapodienleisten der Produktionsphase 1 vor ihrer Verarbeitung entweder rechteckig oder diagonal zur Bohroberfläche standen, führte das Spaltpattern der Metapodienleisten während Produktionsphase 2A dazu, dass die langen Kanten mit zwei diagonal zur Bohrfläche liegenden Flächen eine Spitze bildeten: an der Innenseite der Knochen die Spaltfläche als Bruchfläche, an der Außenseite der Knochen die unbearbeitete Knochenoberfläche (an etwa 55% der Kanten: Abb. 96D). Eine solch spitze Kante bildet neben der abgeflachten Leistenoberfläche einen etwa 3 bis 4,5 mm breiten Rand, der sich nur zu einem geringen Teil zum Herausbohren von Perlen eignet. Diese Kantenform hatte den Vorteil, dass die Beschränkung der zum Bohren geeigneten Oberfläche beim Bohren an beiden Seiten der Leiste zu sehen war. Deshalb wurden diese spitzen Kanten meistens nicht weiterverarbeitet. Wenn auch geringfügig, ist darin eine Arbeitersparnis im Vergleich zu Produktionsphase 1 zu sehen. Bei etwa einem Zehntel der spitzen Kanten wurde die Bruchfläche an der Innenhälfte mit einem Ziehmesser geglättet (Abb. 96E). Die spitze Form blieb dabei erhalten. Bei weniger als einem Zehntel der Metapodienleisten wurden die Kanten quer zu den Bohrflächen in voller Stärke flach geschnitten (Abb. 96B). Ein weiteres Zehntel hat eine unbearbeitete Bruchfläche, die auf der vollen Länge quer zu den Bohrflächen verläuft (Abb. 96C). 27% der Kanten bestehen nahezu auf voller Höhe aus einer unbearbeiteten Knochenoberfläche mehr oder weniger diagonal zur Bohroberfläche (Abb. 96A). Insgesamt ist nur ein Siebtel aller langen Kanten an den Metapodienleisten zur Hälfte oder ganz geglättet.

407 An vier Leisten aus Metacarpen ist das Proximalende abgesägt.

408 Die Mittelwerte der Leistenbreiten und die Spitzen der Breitenverteilung liegen für die Metapodienleisten der Stichprobe der Produktionsphase 2A bei bedeutend niedrigeren Werten als für Produktionsphase 1. Der Unterschied zwischen der Leistenbreite und dem Durchmesser des Bohrloches ist dagegen viel größer und stark variierend, weil sich bei mehr als 63% der Metacarpenleisten und mehr als 50% der Metatarsenleisten Bohrlocher in mehreren Reihen nebeneinander ergaben.

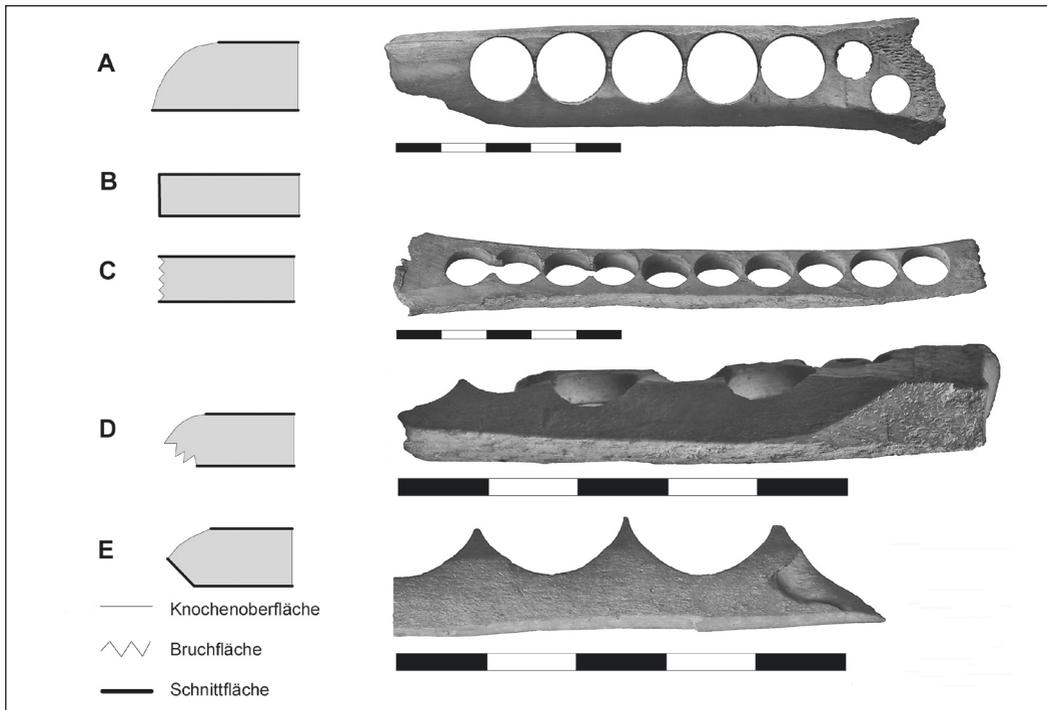


Abb. 96: Die verschiedenen Formen der langen Kanten der Knochenleisten.

Die Bearbeitung mit dem Zieh- oder Hackmesser wurde relativ grob und ohne Sorgfalt ausgeführt. Sie macht den Eindruck, dass hastig gearbeitet wurde. Oft wurden die Außenseite oder die Kante nur zum Teil geglättet oder nur leicht mit dem Messer gestreift (z.B. Abb. 96A). Ähnlich wie bei Produktionsphase 1 wurde etwa ein Viertel der Leistenenden bewusst oder ohne Absicht zusätzlich rechteckig geschnitten.

Anders als in Produktionsphase 1 wurden 90% der Metapodienleisten zuerst an der Innenseite des Knochens angebohrt. Wenn die Leistenstärke an den langen Kanten abnimmt, verläuft das an beiden Leistenseiten – an der Innenseite sowie an der Außenseite des Knochens – meist etwa gleich, so dass man die Leistenstärke an den Seiten richtig einschätzen kann. Dagegen ist nur an der Innenseite des Knochens zu erkennen, wo eine spongiöse Knochenwand die kompakte Knochenwand zum Teil ersetzt. Dadurch, dass man zuerst an der Innenseite des Knochens bohrte, konnte eine der wichtigen Ursachen von Fehlbohrungen in Produktionsphase 1 auf nicht mehr als fünf von insgesamt 112 Fehlbohrungen unter insgesamt 4158 Bohrungen in Rindermetapodien reduziert werden.

Ähnlich wie bei Metapodien wurden auch an Radien und Tibien von Rind und Pferd unbrauchbare Enden abgeschlagen, bevor die Knochenröhre mithilfe eines Meißels gespalten wurde. Zum Teil folgte man dabei einem ähnlichen Spaltpattern wie bei Rindermetapodien. Besonders wurden jedoch relativ breite Leisten durch Abspalten einigermaßen gerader oder leicht gebogener Flächen an den Ecken der Knochenröhre angefertigt. Die langen Kanten solcher Leisten standen nach dem Spalten oft bereits quer zur Bohroberfläche oder wurden quer zur Bohroberfläche mit einem Zieh- oder Hackmesser geglättet. Auch an den Innen- und Außenoberflächen mussten nur noch oberflächliche Unregelmäßigkeiten geglättet werden, um als Bohroberfläche dienen zu können. Anders als bei den Rindermetapodien führte die größere Länge und stärker wechselnde Form der Knochenröhre dazu, dass Bohrleisten aus Radien und Tibien nicht aus der ganzen Länge der Knochenröhre angefertigt wurden, sondern nur aus Teilstücken. Deshalb sind die Leisten aus Radien und Tibien im Schnitt kürzer als die aus Metapodien (rund 6 bis 7,5 cm), aber breiter (bis 30 mm, mit Mittelwerten

um rund 20 mm). Neben breiten Leisten aus einer flachen Knochenseite und regelmäßig geformten Eckleisten wurden – häufiger als bei Rindermetapodien – auch Reststücke unregelmäßiger Form zum Bohren genutzt.

Bei der Anfertigung der Leisten aus Radien und Tibien scheint man im Vergleich zur Herstellung von Metapodienleisten relativ wenig Aufwand betrieben zu haben und weniger strikt nach festen Mustern vorgegangen zu sein.

Beim Sägen von Scheiben wurden Metacarpen meist (83%) auf der spitzen lateralen oder medialen Seite aufgelegt und von der ebenfalls spitzen oder stark gerundeten gegenüberliegenden Seite aus angesägt. Dadurch wurde das Risiko des Splitters verringert, wenn die Scheibe am Ende des Sägens abbrach. Auch Metatarsen wurden mehrheitlich (77%) lateral oder medial aufgelegt und angesägt. Anders als bei Metacarpen sind diese Seiten flach. Vermutlich wurde teilweise aus diesem Grund die Säge oft schräg gehalten und an der Ecke nahe der Vorder- oder Rückseite angesetzt (18 bzw. 4%). Ein weiteres Sechstel der Sägeflächen wurde, ähnlich wie bei den Metacarpen, von einer Ecke aus gesägt.

#### 3.4.4.5 Materialausnutzung

##### A. Löcherzahlen

Die Materialausnutzung stieg in jeder Hinsicht gewaltig im Vergleich zu Produktionsphase 1. Besonders die Wahl der kugelförmigen Perlen als Hauptprodukt, aber auch der anderen Produktformen, trug gewaltig zur erhöhten Effizienz in der Materialausnutzung bei. So wurden in dieselbe Knochenoberfläche durchschnittlich viermal so viele Bohrungen gesetzt wie in Produktionsphase 1.<sup>409</sup> Nicht nur ermöglichten die erheblich kleineren Durchmesser der Bohrlöcher der kleinen runden Perlen, auf der gleichen Leistenlänge mehr als zweimal so viele Bohrungen in einer Reihe vorzunehmen. Auch wurden trotz der deutlich geringeren Leistenbreite in fast zwei Dritteln der Leisten (64%) Löcher in mehreren Reihen nebeneinander gebohrt. Häufig sind das drei Reihen nebeneinander, vereinzelt sogar vier (1,2% der Leisten). Dadurch hat sich die Zahl der insgesamt gezählten Bohrlöcher auf das 1,6-Fache der Zahl der in einer Reihe gezählten Löcher erhöht. Dagegen wurden nur in 1% der Leisten aus Produktionsphase 1 (sechs Fragmente) zwei, in einem Fall drei Reihen Löcher gebohrt, was die gesamte Löcherzahl auf das 1,025-Fache der ersten Löcherreihe bringt. Zwar wurden aus 70% der Löcher in Produktionsphase 1 zwei Ringe herausgebohrt, aber es ist unklar, in welchem Ausmaß die Innenringe nach dem Lösen aus der Leiste unbrauchbar waren. Während also aus der gleichen Leistenoberfläche in Produktionsphase 2 viermal so viele Bohrlöcher ausgebohrt wurden wie in Produktionsphase 1, erbrachten diese nur zwischen zwei- bis viermal so viele Gegenstände.

Bei den Leisten aus Radien und Tibien vom Rind scheint die Ausnutzung der Flächen mit einem Loch pro 0,8 cm<sup>2</sup> größer gewesen zu sein als in Metapodienleisten (1,06 cm<sup>2</sup> pro Loch).<sup>410</sup> Dies wird zum einen durch die größere Leistenbreite bedingt sein (im Schnitt 20 statt 17 mm), die ermöglichte, dass in einer Radien- oder Tibienleiste im Schnitt mehr Reihen Bohrlöcher gebohrt werden konnten (2,2 statt 1,6). Nur in Leistenfragmenten aus Radien und v. a. Tibien von Rind und Pferd wurden mehr als drei Reihen mit Bohrlöchern nebeneinander gezählt. Wenn die Zahl der Reihen erhöht wird, haben die mitgerechneten, aber nicht genutzten Ränder an den langen Kanten einen gerin-

409 In Produktionsphase 1 wurden pro Bohrloch 3,63 cm<sup>2</sup> der ausgebohrten Leistenoberfläche genutzt; in Produktionsphase 2A 0,88 cm<sup>2</sup>. Bei Metapodienleisten wurde in Produktionsphase 1 pro Bohrloch 3,33-mal so viel Oberfläche genutzt. Bei dieser Berechnung wurde die gemessene Leistenbreite mit dem Teil der Leistenlänge, in dem es Bohrlöcher gibt, multipliziert (also ohne die nicht benutzten Leistenteile an den Enden) und das Produkt durch die Zahl der Bohrlöcher dividiert. Dabei fließen die nicht genutzten, meist ungeeigneten Ränder entlang der Kanten der genutzten Oberfläche mit ein. Bei den Metapodienleisten sind diese in der Produktionsphase 2A breiter als in der Produktionsphase 1 und somit ist der Unterschied zwischen beiden Phasen in Wirklichkeit größer.

410 Wenn man die nicht als solche identifizierten Metapodienleisten mitrechnen würde, wäre die durchschnittlich pro Loch benutzte Bohrfläche bei Metapodienleisten zwar kleiner als 1,06 cm<sup>2</sup>, aber immer noch größer als bei Radien und Tibien.

geren Einfluss. Außerdem wurden die Bohrlöcher verschiedener Reihen meist versetzt angebracht, so dass sich die Reihen in der Breite überlappen (s. z. B. Abb. 95B). Eine zweite Ursache für den erwähnten Unterschied in der durchschnittlich pro Loch genutzten Fläche mag darin liegen, dass Radien und Tibien viel häufiger als Metapodien zum Herausbohren von Perlen mit kleineren Durchmessern genutzt wurden, kaum für große Perlen und nur ausnahmsweise für Ringe (s. Kap. 3.4.4.3).

#### B. Nicht genutzte Länge

Ein weiterer Hinweis für eine bessere Ausnutzung des Materials zeigt sich darin, dass die nicht benutzte Leistenlänge an den Leistenenden kleiner ist als in Produktionsphase 1, obwohl die benötigte Wandstärke zum Ausbohren der kleinen Perlen in Produktionsphase 2 größer war als für die Ringe der Produktionsphase 1.<sup>411</sup> An 832 Leistenenden in 752 Leistenfragmenten mit einer Gesamtlänge von 42,08 m wurden insgesamt 10,52 m dieser Länge (genau ein Viertel) nicht zum Bohren genutzt. Das ist ein Sechstel der Gesamtlänge von 60,96 m aller 1175 gemessenen Leistenfragmente der Stichprobe. In Produktionsphase 1 blieben 38% der Länge der Leistenfragmente mit einem oder zwei Enden bzw. knapp ein Viertel der Leistenlänge aller Fragmente nicht genutzt (Kap. 3.4.3.5). Der Unterschied zu den Daten der Produktionsphase 2A mag zum Teil dadurch verursacht sein, dass die Stichprobe der letzten Phase einen größeren Anteil an Leisten mit vollständiger Leistenlänge und zwei anstelle von einem Leistenende enthält. Weiter unten in diesem Abschnitt werden weitere Erklärungen gegeben.

An einem Leistenende wurde in Produktionsphase 2A durchschnittlich eine Länge von 12,8 mm nicht genutzt: 75% des Mittelwerts der Produktionsphase 1. Die Summe der separaten Durchschnittswerte für proximale und distale Enden beträgt mit 29,3 mm (2,9 cm), 80% des vergleichbaren Werts der Produktionsphase 1. An 80 Leisten mit vollständiger Länge sind durchschnittlich 23 mm (2,3 cm) ungenutzt geblieben: ebenfalls 80% des vergleichbaren Werts für Produktionsphase 1.

Die absoluten Werte der ungenutzten Leistenlänge unterscheiden sich bei den verschiedenen Skelettelementen nur wenig. Dagegen ist ihr Anteil an der vollständigen Leistenlänge bei Radien und Tibien (33 bis 32%) etwas größer als bei Rindermetapodien (27%), da Leisten aus Radien und Tibien im Schnitt zwar breiter, aber kürzer sind als bei den Rindermetapodien.

Dass bei den Metapodienleisten in Produktionsphase 2A kürzere Stücke nicht ausgenutzt wurden, anders als in Produktionsphase 1, muss nicht unbedingt auf eine bessere Ausnutzung der Leistenenden hindeuten, und es könnte dadurch ermöglicht worden sein, dass größere Teile der dünnwandigen Enden entfernt wurden. Für die letzte Möglichkeit fehlt jedoch jeder positive Hinweis. Die Länge der entfernten distalen Metapodienenden ist in Produktionsphase 2A sogar kleiner als in Produktionsphase 1 (Tab. 18a). Außerdem befindet sich an 40% der distalen Enden der Metapodienleisten aus Produktionsphase 2A eine Hackspur, die meistens vom Entfernen des distalen Knochenendes herrührt und zeigt, dass nachträglich beim Anfertigen der Leiste keine weitere Knochenlänge verloren gegangen ist. An mehr als der Hälfte der proximalen Leistenenden befindet sich noch die Gelenkfläche, die zeigt, dass keine Knochenlänge entfernt wurde.<sup>412</sup>

Anders als man bei einer besseren Ausnutzung oder einer Knappheit des Rohmaterials vielleicht erwarten würde, wurden in beiden Produktionsphasen in ähnlichem Ausmaß Bohrungen in Wandstärken vorgenommen, die unter der Produkthöhe liegen.<sup>413</sup>

411 Die Stärke der kompakten Knochenwand, die zum Ausbohren von Objekten geeignet ist, nimmt im Allgemeinen an den Leistenenden ab.

412 Während an 77% der proximalen Enden von Metacarpenleisten aus Produktionsphase 1 eine solche Gelenkfläche fehlt, sind die übrigen Verhältnisse der Enden der Metapodienleisten aus Produktionsphase 1 ähnlich wie die der Produktionsphase 2A.

413 In beiden Produktionsphasen wurden in 5% der Leistenfragmente an Stellen gebohrt, an denen die Leistenstärke mehr als 0,7 mm kleiner war als die minimale Höhe des Produkts. Die kleinen Perlen der Produktionsphase 2A wurden in 30% der Leistenfragmente in Wandstärken kleiner als die kleinste gemessene Produkthöhe gebohrt. In 22% der Leistenfragmente der Produktionsphase 1 wurden Ringe in Wandstärken kleiner als die kleinste gemessene Produkthöhe gebohrt.

Eine mögliche Erklärung für die kürzeren ungenutzten Strecken an den Leistenenden in Produktionsphase 2A kann darin gesucht werden, dass die Ringbohrungen der Produktionsphase 1 eine bestimmte Wandstärke auf fast der ganzen Leistenbreite erforderten. Bei den Bohrungen für die kleinen Perlen der Produktionsphase 2A dagegen ist nur auf wenigen Millimetern der Leistenbreite für die Perlenmitte eine bestimmte Stärke an kompakter Knochenwand erforderlich. Dadurch konnten oft neben den Stellen am Leistenende, wo die Leiste in der Mitte schwächer war oder die Leistenbreite abnahm, noch Perlen ausgebohrt werden. Ein solcher Vorgang ergab sich in vielen Fällen wie von selbst wenn man – wie bereits erwähnt – Bohrlöcher in mehreren Reihen versetzt zueinander ausbohrte.

Des Weiteren kann der Unterschied zwischen den beiden Produktionsphasen in den nicht genutzten Leistenlängen damit zusammenhängen, dass die Leistenenden in unterschiedlicher Weise vollendet wurden. In beiden Produktionsphasen wurden Knochenscheite genutzt, bei denen die Knochenwand in der Länge in vielen Fällen leicht konkav gekrümmt war. Die Leisten aus Produktionsphase 1 wurden nicht nur in ihrer Breite begradigt, sondern auch in der Länge. Dazu wurde v. a. an den Enden die Außenfläche stärker geebnet. Dies hatte zur Folge, dass die Stärke der Leistenwand an den Enden nicht nur durch die natürliche Abnahme der Wandstärke an der Innenseite geringer wurde, sondern zusätzlich dadurch, dass die Leistenfläche an der Außenseite begradigt wurde. In Produktionsphase 2 dagegen wurde die Längenkrümmung der Leisten belassen wie sie war und die Außenfläche an den Enden meistens weniger stark oder gar nicht in eine flache Form gebracht, damit man die an den Enden ohnehin abnehmende natürliche Knochenwandstärke maximal nutzen konnte (Abb. 92).

Diese Änderung in der Bearbeitung der Leistenenden steht wahrscheinlich in Zusammenhang mit dem Umstieg von Ringen auf runde Perlen als Hauptprodukt. So ist es bei Ringbohrungen mit ihren größeren Durchmessern wichtig, dass die Achse des Bohrers im rechten Winkel zur Leistenwand steht. Bei Bohrungen unter einem schrägen Winkel ist eine größere Knochenwandstärke erforderlich und bedeutend mehr Bohrarbeit, da eine größere Knochenmasse weggebohrt werden muss. Dagegen spielen beim Herausbohren runder Perlen wegen der kleineren Durchmesser und der runden Form des erwünschten Produkts der höhere Arbeitsaufwand beim Bohren und das Risiko von Fehlbohrungen eine bedeutend geringere Rolle.

So war es durch die Wahl von kleinen runden Perlen anstelle von Ringen möglich, die Leisten aus Rindermetapodien über eine größere Länge hinweg zu nutzen. Dies wird noch in zweiter Hinsicht verstärkt: Wenn bei der letzten Bohrung am Leistenende die Länge der geeigneten Bohrfläche für eine weitere Bohrung nicht ausreichte, würde eine zum Bohren geeignete Leistenlänge, die bis zur Größe des Durchmessers des Produktes reichen konnte, ungenutzt bleiben. Ein Wechsel auf einen Bohrer für ein kleineres Produkt ermöglicht diese Ineffizienz zu verringern bis zum Durchmesser des kleinsten Produkts. Dieser ist in Produktionsphase 1 mit 7,8 mm fast doppelt so groß wie in Produktionsphase 2. Während man in Produktionsphase 1 nur vereinzelt und wohl eher beiläufig einen solchen Wechsel zu einem anderen Bohrer vollzogen hat, um die Leistenlänge oder -breite besser auszunutzen, geschah dies in Produktionsphase 2A vielmehr regelmäßig und gezielt als bewusste Ausnutzung des Materials. In dieser Phase wurden etwa achtmal so häufig verschiedene Bohrer in einem Leistenfragment benutzt wie in Produktionsphase 1. In Produktionsphase 1 fanden zehn Bohrerwechsel in 951 Leistenfragmenten mit 2236 Bohrungen statt (also einmal pro 224 Bohrungen und in jedem hundertsten Leistenfragment), in der Stichprobe der Produktionsphase 2A mit 1175 Leistenfragmenten fanden 297 Bohrerwechsel statt in 289 Leistenfragmenten mit 11 157 Bohrungen, also in jedem vierten Leistenfragment und bei jeder 37. oder 38. Bohrung. In sieben Leistenfragmenten wurde mit drei verschiedenen Bohrern gebohrt, in einem Fragment sogar mit vier. Es ist dabei vorstellbar, dass nicht voll ausgenutzte Leisten aufbewahrt und erst nach einer Weile mit einem anderen Bohrer weiter bearbeitet wurden.

Das Streben nach einer besseren Materialausnutzung zeigt sich weiter im Ausbohren von kleinen Reststücken und Splintern, an denen sich nur eine kleine Fläche zum Bohren eignete. Wurde es also in Produktionsphase 1 vorgezogen, die Materialausnutzung zu steigern, indem man mit einer

Bohrung mit größerem Durchmesser zwei Ringe herausbohrte, suchte man in Produktionsphase 2A die Zahl der Bohrlöcher höchstmöglich zu erhöhen, indem man kleinere Lochdurchmesser wählte.

### C. Anzahl der Löcher in Scheiben und Leisten

Die vollständig erhaltenen Metapodienleisten in der Stichprobe wurden zum einen Teil angefertigt aus Leisten aus der ganzen Diaphysenlänge und zum anderen Teil aus Leisten aus quer halbierten Metapodien oder Diaphysenlängen, die aus anderen Gründen nicht vollständig waren. Daraus ergibt sich, dass sich in den vollständigen Leisten zwei unterschiedliche Gruppen erkennen lassen. So gibt es einerseits 14 Metacarpenleisten mit Längen von 4,5 bis 8,6 cm und sieben Metatarsenleisten mit Längen zwischen 5,9 und 8,6 cm. Andererseits haben vier Metacarpen- und neun Metatarsenleisten aus der vollständigen Diaphysenlänge Leistenlängen von 9,8 bis 14 cm: ähnlich wie die vergleichbaren Leisten aus Produktionsphase 1.<sup>414</sup> Aus den Leisten aus vollständigen Diaphysen wurden pro Leiste zwischen neun und 20 Perlen herausgebohrt: aus den vier Metacarpenleisten zwischen neun und 20 kleine Perlen (im Schnitt 14,8), aus acht der neun Metatarsenleisten zwölf bis 14 kleine Perlen und in einer weiteren Metatarsenleiste zehn zum Teil kleine und zum Teil große Perlen (im Schnitt 13,3 ohne bzw. 12,9 einschließlich der zuletzt erwähnten Leiste). Ausgehend von im Schnitt dreieinhalb Metapodienleisten mit vollständiger Länge ließen sich aus einem Metatarsus etwa 46 kleine Perlen herausbohren und aus einem Metacarpus etwa 51.

Bei dieser kleinen Zahl an vollständigen Metapodienleisten wurden jedoch verhältnismäßig weniger Bohrungen in einer zweiten und dritten Reihe durchgeführt als durchschnittlich in all den Fragmenten von Metapodienleisten zusammengenommen, die über die vollständige Breite verfügen. Darin liegen die mittleren Werte der Bohrungen bei Metacarpen pro Leiste bei 18 bis 20 und bei Metatarsen pro Leiste bei 17,3 bis 17,8 Bohrungen. Aus einem Metacarpus ließen sich dann 64 bis 70 Perlen und Ringe herausbohren, aus einem Metatarsus 60 bis 62. Auf Grundlage beider Berechnungen wären ohne Berücksichtigung der Fehlbohrungen in Produktionsphase 2A zwei- (2,2) bis gut dreimal (3,3) so viele Gegenstände aus einem Metapodium herausgebohrt worden wie in Produktionsphase 1. Auch ist auf Grundlage beider Berechnungen in Produktionsphase 2A die Zahl der Bohrungen, anders als in Produktionsphase 1, in den Metacarpen größer als in den Metatarsen. Der Grund dafür kann darin liegen, dass in Produktionsphase 2A die durchschnittliche Breite der Metacarpenleisten etwas höher liegt und dass Metacarpenleisten bevorzugt zum Bohren der kleineren Durchmessergruppen der kleinen Perlen verwendet wurden. Letzteres ist ohne Zweifel durch die leicht größeren Wandstärken der Metatarsenleisten bedingt, wodurch diese sich besser zum Bohren von Perlen der größeren Durchmessergruppen eigneten.

Während – wie oben beschrieben – in Produktionsphase 2A aus einem in Leisten gespaltenen Rindermetapodium bereits mehr als zwei- oder dreimal so viele kleine runde Perlen gebohrt wurden wie Ringe in Produktionsphase 1, konnten aus einem quer in Scheiben zerteilten Rindermetapodium noch erheblich mehr Perlen gewonnen werden. Dieser Vorteil ist beim Metatarsus wesentlich größer als beim Metacarpus. Nach Abzug der nicht genutzten abgesägten proximalen und distalen Enden bleiben von einem Metatarsus 13,5 cm Diaphysenlänge übrig. Aus diesen 13,5 cm können 17,8 Scheiben mit einer durchschnittlichen Stärke von 7,6 mm gesägt werden. In jeder Scheibe lassen sich im Schnitt 9,5 Bohrungen unterbringen, so dass insgesamt knapp 168 Bohrungen mit einem Durchmesser von 5,3 bis 7,3 mm vorgenommen werden können, bzw. bei 17 Scheiben insgesamt 160 Bohrungen mit einem Durchmesser von ca. 7 mm. Das sind mehr als zweieinhalb- oder dreieinhalbmal so viele Bohrungen wie in einem zu Leisten verarbeiteten Metatarsus. Dagegen können aus der verfügbaren Röhrenlänge eines Metacarpus von 11,5 cm 15 Scheiben mit 7,6 Bohrungen pro Scheibe gesägt werden, also insgesamt 114 Bohrungen. Das sind 1,6- bis 2,2-mal so viele Bohrungen

<sup>414</sup> Die vier Metacarpenleisten haben Längen von 9,8 bis 14,2 cm, im Schnitt 11,5 cm, von denen eine Länge von 6,4 bis 11,5 cm (im Schnitt 8,7 cm) ausgebohrt wurde; die Metatarsenleisten haben Längen von 10,6 bis 13 cm (im Schnitt 11,9 cm), von denen 8,6 bis 10,3 cm ausgebohrt wurden.

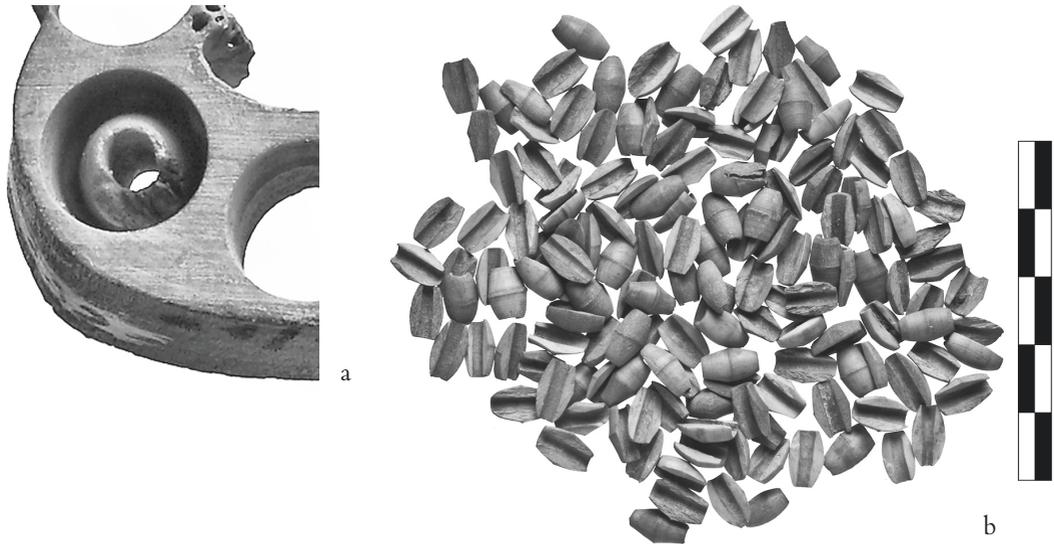


Abb. 97: a) Produktionsphase 2A. Durchbohrte Scheibe mit unvollständig herausgebohrter länglicher Perle, deren Wand im Loch während des Bohrens gebrochen ist; b) Produktionsphase 2A. Eine Handvoll der losen länglichen Perlen, die überwiegend in der Länge gebrochen sind (Bef. 219).

wie in einem zu Leisten verarbeiteten Metacarpus. Dass bei Metatarsen das Bohren in Scheiben im Vergleich zum Bohren aus Leisten zahlenmäßig so viel mehr an Vorteil bietet als bei Metacarpus, ist einerseits durch die größere Röhrenlänge und -wandstärke beim Metatarsus bedingt. Diese ermöglicht eine größere Scheibenzahl und eine größere Zahl an Bohrungen pro Scheibe. Andererseits wird der Unterschied noch verstärkt durch die größere Zahl an Bohrungen in Leisten aus Metacarpus, verglichen mit der Zahl an Bohrungen in Leisten aus Metatarsen. Daraus erklärt sich die deutliche Bevorzugung des Metatarsus zur Scheibenanfertigung.

#### D. Fehlbohrungen

Obwohl Leistenfragmente mit Perlenresten in der untersuchten Stichprobe wahrscheinlich überrepräsentiert sind, liegt der Anteil der Bohrlöcher mit Perlenresten mit 3,1% aller gezählten Bohrungen weit unter dem Anteil in Produktionsphase 1. Der Anteil der Fehlbohrungen in Scheiben ist mit 2,5% der Bohrlöcher sogar noch niedriger. Die Unterschiede in den Anteilen der Fehlbohrungen zwischen den verschiedenen Skelettelementen sind gering. Auffallend ist nur die niedrige Fehlbohrungsquote bei Metatarsenleisten, die mit 2,4% die niedrigste unter denen der Leisten ist. Sie ähnelt derjenigen der Scheiben, die hauptsächlich ebenfalls aus Metatarsen angefertigt wurden.

Der Hauptgrund für die Fehlbohrungen ist bei den Scheiben darin zu suchen, dass die oft sehr dünne Knochenwand zwischen dem Bohrloch und der Scheibenkante herausbrach, wodurch der Bohrer keinen Halt mehr im Bohrloch hatte. Ein weiterer Grund ist die dünne Perlenwand bei den länglichen Perlen, die während des Bohrens leicht absplittert oder bricht (Abb. 97a). So sind die losen länglichen Perlen aus Produktionsphase 2A meistens in der Länge, d.h. parallel zum Mittelloch, gebrochen (Abb. 97b). Die losen runden Perlen dagegen sind am häufigsten an der Ober- oder Unterseite unvollständig.

Bei Leisten dieser Produktionsphase ist eine unzureichende Knochenwandstärke (25%; Abb. 98A) der zweitwichtigste Grund, Bohrungen nicht zu vollenden. Am häufigsten geschah dies, weil die Leiste in der Länge gespalten war (50%; Abb. 98B). War in Produktionsphase 1 eine spongiöse Knochenwand (Abb. 98C) noch die zweitwichtigste Fehlerursache (7% der Leisten mit Produktresten), ist dies in der Stichprobe der Produktionsphase 2A als Grund unbedeutend, die Bohrung nicht zu

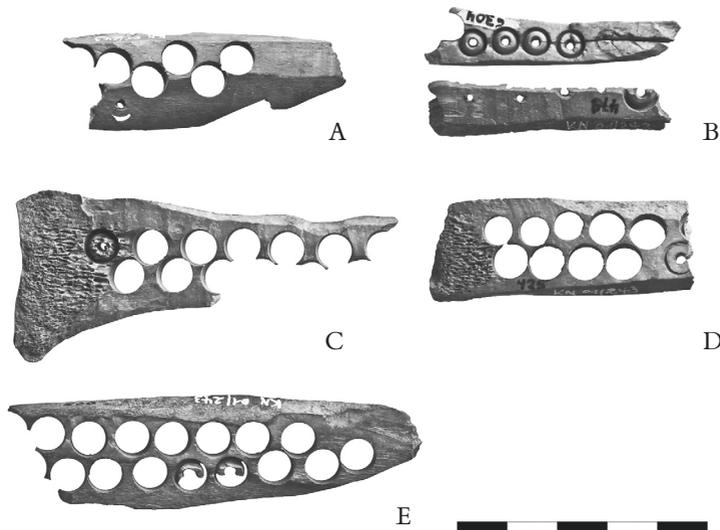


Abb. 98: Produktionsphase 2. Bohrleisten mit unvollendet herausgebohrten Perlen wegen nicht ausreichender Stärke der Knochenwand (A), Längsspalten der Leiste während des Bohrens (B), spongiöser Knochenwand (C), Querbrechen der Leisten während des Bohrens (D) und Brechen der Perlenwand im Bohrloch (E).

vollenden. Trotzdem wurde an den Enden der Metapodienleisten mehr als doppelt so oft (22% der Enden) in spongiöser Knochenwand gebohrt wie in Produktionsphase 1.

Bei der Analyse der Fehlbohrungen ist zu bedenken, dass herausgebohrte Objekte auch nach dem Lösen aus der Leiste als Fehlbohrung klassifiziert und weggeworfen worden sein können. So könnten die vielen oben oder unten unvollständigen runden Perlen andeuten, dass eine unzulängliche Knochenwandstärke möglicherweise als Fehlerursache bedeutender war als das Längsspalten der Leiste. Eine Analyse der losen Produkte könnte hierzu Aufschluss bieten.

#### 3.4.4.6 Arbeitseffizienz und Standardisierung

Mit der Erhöhung der Produktzahl sowohl pro Leiste als auch aus einem Knochen, verringerte sich der Arbeitsaufwand pro Produkt, weil sich der Aufwand für das Beschaffen und Vorbereiten des Knochens und die Leistenanfertigung auf mehrere Produkte verteilte. Außerdem war das Nachbearbeiten der Leisten in Produktionsphase 2A mit dem Zieh- oder Hackmesser v. a. an den Enden und langen Kanten weniger aufwendig als in Produktionsphase 1. Zudem erforderte das Herausbohren einer kleinen runden Perle weniger Arbeitskraft und v. a. bedeutend weniger Sorgfalt und Genauigkeit und somit auch Zeitaufwand als das Herausbohren eines Ringes und erst recht einer Bohrung von Doppelringen. Die kleinen runden Perlen konnten ohne besondere Aufmerksamkeit in einer oder wenigen Minuten herausgebohrt werden. Der geringe Arbeits- und Materialverlust könnte zur Folge gehabt haben, dass Fehlbohrungen eher in Kauf genommen wurden. Auch weniger erfahrene Arbeitskräfte können das Herausbohren der kleinen Perlen erledigt haben. Der Hauptvorteil einer größeren Erfahrung beim Herausbohren von kleinen runden Perlen liegt in der Schnelligkeit und Ausdauer.<sup>415</sup>

So ist das Herausbohren von kleinen runden Perlen viel besser für eine Massenproduktion geeignet als die komplexe Bohrung von Doppelringen wie in Produktionsphase 1. Nicht so sehr wie in

<sup>415</sup> Das Drechseln oder Ausfräsen der Perlen, das in Kairo ausschließlich vom Meister betrieben wurde, erfordert wohl eine gewisse Erfahrung und Genauigkeit.

Produktionsphase 1 wurden Fehlbohrungen durch sorgfältiges Herausbohren, sondern durch ein Muster gut durchdachter Verarbeitungsschritte vermieden. Anders als in Produktionsphase 1 liegen die Hauptgründe für die nicht vollendeten Bohrungen nicht im Spaltnmuster oder in der Nachbearbeitung der Leisten, sondern in der mangelnden Sorgfalt. Zu so einer Massenproduktion passt auch, dass bereits fertig herausgebohrte, aber fehlerhafte Perlen erst nachträglich aussortiert wurden. Bemerkenswert ist weiterhin, dass die Seite, an der zuerst gebohrt wurde – anders als in Produktionsphase 1 – in einer Leiste nur ausnahmsweise wechselte. An vielen Beispielen unvollständig ausgebohrter Leisten ist zu sehen, dass die Leiste erst systematisch von einer Seite (meistens der Innenseite der Knochen) über die volle Länge und Breite bis zur Hälfte der Wandstärke ausgebohrt wurde, bevor sie umgedreht wurde und die Bohrungen auf der Gegenseite vollendet wurden. In Produktionsphase 1 lässt sich in Bezug auf diesen Aspekt keine Systematik erkennen, und es wurde die Leiste nach dem Ausbohren von willkürlich einer, einigen oder allen Bohrungen an der einen Seite umgedreht und auf der Gegenseite weitergebohrt.

Die Vereinheitlichung der Verarbeitung in festen Schritten ist ebenfalls typisch für eine Massenproduktion. 95% der herausgebohrten Produkte bestanden aus kleinen kugelförmigen Perlchen, deren Durchmesser zwischen 4,5 und 6 mm so wenig variierten, dass die Verarbeitung keine Anpassung oder Änderung des Verarbeitungsmusters erforderte. Rindermetatarsen und -metacarpen wurden alle nach demselben Muster gespalten und weiterverarbeitet, und die Verarbeitung der anderen Skelettelemente lehnte sich an dieses Muster an. Abweichungen vom Verarbeitungsmuster haben – selbst wenn sie häufig vorkamen – keinen strukturellen, sondern einen zufälligen Charakter, so dass sie kein separates Muster bilden. Auch an vielen Messdaten fallen vielmehr graduelle als strukturelle Unterschiede auf.

Ringe bzw. große Perlen mit abweichender Form bzw. Größe gaben keinen Anlass, separate Verarbeitungsmuster zu schaffen, sondern sie veranlassten die Auswahl oder relative Bevorzugung bereits angefertigter Leisten mit bestimmten Charakteristiken. Gerade die relativ kleinen Außendurchmesser und die relativ großen Wulsthöhen, welche die Ringe der Produktionsphase 2 kennzeichnen (s. Kap. 3.2), machten weniger Sorgfalt notwendig und verringerten das Fehlerrisiko beim Ausbohren. Weil diese abweichenden Produkte zahlenmäßig kaum von Bedeutung und technisch ohne Einfluss waren und auch die Steigerung der Effizienz keine Rolle spielte, entstanden diese Produkte wohl gerade um ihrer abweichenden Form oder Größe willen. Beim Bohren länglicher Perlen aus Scheiben ist dies anders. Das Sägen von mehr als einem Dutzend Scheiben aus einer dickwandigen Knochenröhre erfordert nicht nur bedeutend mehr Anstrengung und Zeit als das Spalten und Anfertigen von Leisten, sondern auch eine Säge – ein Werkzeug, das sonst bei der Perlenproduktion nicht gebraucht wird. Auch das Herausbohren der länglichen Perlen erfordert mehr Sorgfalt als das Herausbohren der kleinen runden Perlen. Bemerkenswert ist weiterhin, dass für die Anfertigung der Scheiben zusätzliche Metatarsen beschafft wurden, die sich nicht im Rahmen der gleichmäßig verteilten Rindermetapodien bewegen. Es ist zu fragen, ob sich so viel an zusätzlichem Aufwand für die immerhin bedeutend größere Perlenzahl lohnt, die dabei aus einem Metapodium entstand. Immerhin wäre dieser Vorteil noch deutlich größer gewesen, wenn man aus den Scheiben runde anstelle von länglichen Perlen gebohrt hätte. (s. Kap. 3.4.5). Die Wahl der aufwendigeren und weniger ergiebigen Anfertigung von länglichen Perlen und die Beschaffung von zusätzlichen Metapodien stellen infrage, dass diese Technik genutzt wurde, um das Rohmaterial besser auszunutzen. Es ist wohl vielmehr die Form, die zur Scheibentechnik geführt hat. Während die Scheibentechnik auf die längliche Perlenform geradezu zugeschnitten ist, sind die Leisten so beschaffen, dass in aller Regel lediglich ein kleiner Teil der Bohrfläche in der Mitte hoch genug ist, um diese Perlenform herauszubohren. Dadurch würde beim Herausbohren einer beschränkten Zahl länglicher Perlen aus einer Leiste ein erheblicher Teil der für runde Perlen geeigneten Knochenwand ungenutzt bleiben. Damit fällt die Anfertigung der länglichen Perlen aus quer gesägten Knochenscheiben aus dem Rahmen der Strategie, die sich in Produktionsphase 2A in der Anfertigung von Bohrprodukten aus Leisten erkennen lässt, und die zu einer Massenproduktion passt, bei der möglichst viele Produkte mit möglichst wenig Arbeits- und Zeitaufwand hergestellt wurden.

### 3.4.5 Produktionsphase 2B

#### 3.4.5.1 Materialauswahl

Die Stichprobe umfasst 543 Leistenfragmente und 92 Scheibenfragmente aus einer der jüngsten Schichten mit primär deponiertem Abfall aus Produktionsphase 2 (Bef. 609a).<sup>416</sup> Die Fragmente, die insgesamt etwa 1250 g wiegen, bilden eine willkürliche Stichprobe auf Grundlage von 10% der Leisten und Scheiben aus dieser Schicht. Da möglicherweise Abfälle mit Produktresten vor der Materialauswahl entfernt wurden, konnte nicht sichergestellt werden, dass der Anteil der Fehlbohrungen repräsentativ ist. Die Stichprobe wurde als Ergänzung und Vervollständigung des Bildes der Stichprobe von Produktionsphase 2A in relevanten Aspekten ausgewertet.



Abb. 99: Durchbohrte Leisten und Scheiben aus der untersuchten Stichprobe der Produktionsphase 2B (Bef. 609).

#### 3.4.5.2 Produkte

Ähnlich wie in Produktionsphase 2A wurden aus den Leisten der Stichprobe der Phase 2B (s. Abb. 99) hauptsächlich kleine runde Perlen, große runde Perlen und Ringe mit rundem Wulstschnitt hergestellt (s. dazu Kap. 3.3, Fundkomplex 5). Die Stichprobe von Produktionsphase 2B unterscheidet sich dadurch von derjenigen der Phase 2A, dass in ihr der Anteil der großen Perlen und Ringe größer war und die Hauptmenge sowohl der kleinen wie auch der großen Perlen kleiner. 88% der insgesamt 5561 gezählten Bohrlöcher haben Durchmesser kleiner als 8,2 mm (Tab. 46). In der Stichprobe der Produktionsphase 2A betrug der Anteil der vergleichbaren Durchbohrungen noch 97% (Tab. 44). Besonders der Anteil der großen Perlen stieg von 0,7 auf 5,4%. Dieser Anstieg wird durch eine Reihe neuer Durchmessergruppen (sozusagen) mittelgroßer Perlen mit Lochgrößen von

<sup>416</sup> Fundnr. 01/573.

etwa 9 bis 11 mm (p12a bis p16; Tab. 46) bewirkt. Diese füllen die Lücke aus, die große und kleine Perlen in der Stichprobe der Produktionsphase 2A deutlich voneinander trennte.

Auch innerhalb des Durchmesserbereichs der kleinen Perlen zeigen sich neue Gruppen mit kleineren Durchmessern. So wurden 25% aller Produkte aus Bohrlöchern kleiner als 5,7 mm gebohrt, während die Lochdurchmesser der Stichprobe der Produktionsphase 2A, von Ausnahmen abgesehen, insgesamt größer sind. Neu sind nicht nur die kleinen Perlen der Durchmessergruppe p2, die mit Perlendurchmessern von rund 4 mm aus etwa 5 bis 5,5 mm großen Löchern herausgebohrt wurden. Aus einem Leistenfragment mit Bohrlöchern mit einem Durchmesser von 4,5 mm können Perlen der kleinsten Durchmessergruppe (p1) herausgebohrt worden sein. Solche Perlen sind nicht aus Produktionsphase 2B bekannt, jedoch Beispiele aus Produktionsphase 3 belegen, dass deren Durchmesser etwa 3,5 mm beträgt (Tab. 38a). Diese beiden Gruppen kleiner Perlen unterscheiden sich in der Größe vermutlich ausreichend von den ‚mittelgroßen‘ Perlen der Durchmessergruppen p12a bis p16 mit Perlendurchmessern von 8 bis 10 mm, um in einer Gebetschnur als Andeutung eines Gebetswechsels dienen zu können (s. Kap. 4). Die Bohrlöcher der häufigsten Gruppe (p5), die 60% aller gezählten Löcher ausmachen, sind mit Lochdurchmessern von rund 6 mm nur wenig kleiner als die Löcher der häufigsten Gruppe in der Stichprobe der Phase 2A. Deren Perlen hatten Durchmesser von 4,6 bis 5,2 mm. Der Mittelwert der Bohrlöcher für kleine Perlen liegt bei 5,9 mm und damit unterhalb des Mittelwerts der Stichprobe der Produktionsphase 2A (6,6 mm).

Ähnlich wie in Produktionsphase 2A entstanden nur in sehr kleinen Mengen Perlen mit größeren Durchmessern aus Bohrlöchern mit Durchmessern von 12 bis etwa 14,5 mm (Durchmessergruppen p17 bis p18). Ebenfalls ähnlich wie in Produktionsphase 2A hinterließen Ringe mit verschiedenen Durchmessern Bohrlöcher mit Durchmessern von 8 bis 16,4 mm. Ein Fragment von einer Metatar senleiste mit zwei Löchern von 20 mm Durchmesser und ein Fragment einer Unterkieferleiste mit Löchern von etwa 22 mm Durchmesser deuten darauf hin, dass bereits in Produktionsphase 2 einzeln auch Ringe mit größeren Durchmessern angefertigt wurden, wie sie aus Produktionsphase 3 bekannt sind.

Anders als in Produktionsphase 2A wurden in Phase 2B aus Scheiben dieselben kleinen runden Perlen herausgebohrt wie aus den Leisten mit denselben Bohrprofilen und im vergleichbaren Verhältnis. So passen 14% der insgesamt 594 Bohrlöcher der Scheiben in die oben beschriebene Durchmessergruppe p2 und 83% in Durchmessergruppe p5 (Tab. 46).

Bei ähnlichen Durchmessern erfordern kleine runde Perlen durch ihre geringeren Perlenhöhen kleinere Scheibenstärken als längliche Perlen. Die Scheiben der Produktionsphase 2B sind deshalb deutlich dünner als die der Produktionsphase 2A: rund 5 mm.<sup>417</sup> Lediglich drei der insgesamt 92 Scheibenfragmente weisen Durchbohrungen für insgesamt 15 längliche Perlen der Durchmessergruppe t4 auf, mit Leistenstärken von 8 bis 10 mm und Bohrlöchern von 6,5 bis 7 mm.

Mit dem Wegfall der länglichen Perlen erscheint die Produktpalette insgesamt vereinfacht und auf zwei Formen beschränkt worden zu sein: runde Perlen und Ringe mit rundem Wulstschnitt, beide allerdings in einem breiteren Maßspektrum als zuvor. Die kleinen Perlen der beiden Durchmessergruppen unterscheiden sich auch optisch deutlich voneinander.

#### 3.4.5.3 Rohmaterialauswahl und Leistenanfertigung

Die Zusammensetzung und das Verhältnis der Mengen der Skelettelemente, aus denen Leisten hergestellt wurden, sind in der Stichprobe der Produktionsphase 2B in nahezu jeder Hinsicht dieselben wie in Produktionsphase 2A (Tab. 41).<sup>418</sup> So wiederholt sich der Hinweis auf die Beschaffung von

417 Die kleinsten und größten Stärken der Scheiben variieren, von Ausnahmen abgesehen, insgesamt von 3,5 bis 6,2 mm; der kombinierte Mittelwert liegt bei Durchmessergruppe p2 bei 4,1 mm, bei Durchmessergruppe p5 bei 5,7 mm.

418 Der fast doppelt so große Anteil an Pferdeknöcheln in der Stichprobe der Produktionsphase 2B wird durch Langknöcheln hervorgerufen, die nicht näher bestimmt werden konnten und hauptsächlich aufgrund der Struktur der Knochenwand als Pferdeknöcheln gedeutet wurden.

extra Rindermetatarsen für die Anfertigung von Scheiben. Die Bevorzugung der Metatarsen bei dieser Anfertigung zeigt sich sogar verstärkt.

Auch das Spaltpattern der Metapodien ist das gleiche wie in Produktionsphase 2A. Ähnlich wie in Phase 2A sind eine Metacarpaleiste und eine Metatarsaleiste mit der Koaleszenznaht in der Leistenmitte als Ausnahmen zu betrachten.

Die Technik des Aufspaltens der Knochen mit einem Meißel scheint im Vergleich zu der Stichprobe der Produktionsphase 2A besser unter Kontrolle gewesen zu sein. Anders als in Produktionsphase 2A wurden alle Meißelspuren an Metapodienleisten auf der Koaleszenznaht auf der Rückseite der Knochen angetroffen. Anscheinend wurde die Seite, auf der der Meißel eingeschlagen wurde, standardisiert, und man hatte das Spalten besser unter Kontrolle, so dass nicht bis zur anderen Knochen- seite durchgeschlagen wurde. Auch die Einschlagstelle des Meißels wurde offenbar im Vergleich zur Stichprobe der Produktionsphase 2A stärker standardisiert. Der Meißel wurde entweder in der Mitte der Diaphyse eingeschlagen, mit dem Vorteil, dass er weniger von der Spaltrichtung abwich oder etwa 3 bis 4 cm vom proximalen Gelenkende entfernt, einer Stelle, an der der Knochen am stärksten zusammengehalten wurde und das Spalten am schwierigsten zu kontrollieren war.<sup>419</sup> In Produktionsphase 2A wurde der Meißel an verschiedenen Stellen eingeschlagen, am häufigsten allerdings auf der Strecke zwischen einer Stelle 3 cm vom proximalen Knochenende entfernt und etwa der Knochenmitte, vereinzelt jedoch an der distalen Knochen- seite oder knapp am Proximalende.

Die Meißelspuren selbst wurden durchschnittlich etwas breiter als in Produktionsphase 2: am häufigsten zwischen 10 und 13 mm, wenn auch vereinzelt 8 bis 8,5 mm. Auch dies mag Zeichen einer technischen Verfeinerung sein.<sup>420</sup>

Auch an Radien und Tibien von Rind und Pferd wurden nur Meißelspuren auf der Achse der posterioren (rückwärtigen) Seite des Knochens angetroffen. An Pferdemetapodien wurden Meißelspuren außerdem seitlich auf der posterioren Knochen- seite vorgefunden. Die Spaltstellen dieser Knochen zeigen allerdings das gleiche Muster wie in Produktionsphase 2A und lassen vermuten, dass mögliche Meißelspuren – wie bei Rindermetapodien – an anderen Stellen dadurch entfernt wurden, dass sie nachträglich mit dem Zieh- oder Hackmesser bearbeitet wurden. Die Verarbeitung der Leistenenden zeigt das gleiche Muster wie die Stichprobe der Produktionsphase 2A. Auch die durchschnittlichen Stärken und Breiten der Leisten sind dieselben.

Ähnlich wie in der Stichprobe der Produktionsphase 2A wurden mehr als 80% der Leistenfragmente zuerst von der Innenseite der Knochen aus angebohrt. Etwas öfter als in der Stichprobe der Produktionsphase 2A, aber immer noch seltener als bei 3% der Leistenfragmente, wurde bei den Bohrungen die Anfangsseite gewechselt.

#### 3.4.5.4 Materialausnutzung

Der Ertrag an herausgebohrten Produkten aus den Leisten scheint in der Stichprobe der Produktionsphase 2B etwa gleich groß wie in Produktionsphase 2A gewesen zu sein. Der kleinere Mittelwert des Durchmessers der kleinen Perlen ermöglicht einerseits eine größere Ausbeute und eine bessere Materialausnutzung. Andererseits wird dieser Vorteil durch die verhältnismäßig größere Menge an (mittel)großen Perlen und an Ringen aufgehoben. Es war also möglich, aus der gleichen Knochen- menge eine gleiche Produktmenge mit relativ mehr großen Perlen und Ringen aus den Leisten her- auszubohren. Zugleich war der Ertrag an kleinen Perlen aus den Scheiben erheblich angestiegen, v. a. weil die Scheiben dünner waren. Im Schnitt wurden aus elf vollständigen Rindermetatarsenscheiben 9,6 runde Perlen pro Scheibe herausgebohrt (gegenüber 9,5 in Phase 2A), in acht Metacarpenscheiben 9,3 runde Perlen (7,6 in Phase 2A). Aus einer Metatarsen-Diaphyse ließen sich 27 Scheiben mit

---

419 Als der Prozess im Experiment nachvollzogen wurde, stellte sich heraus, dass sich beide genannten Spaltstellen in unterschiedlichen Fällen als die günstigsten erwiesen.

420 Beim Einsatz eines Meißels von 8 bis 9 mm Breite, wie er in der Stichprobe der Produktionsphase 2A mehrheitlich benutzt wurde, entsteht leichter ein viereckiges Loch in der Knochenwand, ohne dass die Wand sich spaltet.

Durchmesser-Gruppe	Lochdurchmesser	Leistenfragmente <sup>1</sup>		Bohrlöcher	
	Bereich	Zahl	%	Zahl	%
p1	3,6–4,4	2	0,2	26	0,4
p5	5,8–6,4	148	11,4	1333	21,9
p10	7,1–8,3	427	32,8	2725	44,9
p12	7,2–8,0	5	0,4	23	0,4
p15	9,8–11,0	115	8,8	594	9,8
p5–p15	5,8–11,0	695	53,5	4675	77,0
<b>Perlen total</b>	<b>3,6–11,0</b>	<b>697</b>	<b>53,6</b>	<b>4701</b>	<b>77,4</b>
p17?	ca. 12	3	0,2	10	0,2
f1	12,1–13,0	11	0,8	26	0,4
r11	13,2–13,4	6	0,5	16	0,3
r14	13,6–15,0	99	7,6	229	3,8
r17/f2	15,3–15,4	2	0,2	7	0,1
r19/f3	15,9–17,0	97	7,5	152	2,5
r/f	18,0–18,3	6	0,5	11	0,2
f7/f10?	18,9–19,3	7	0,5	11	0,2
f7/f10	19,6–20,4	82	6,3	118	1,9
f12/f15	20,8–22,5	263	20,2	657	10,8
r28	22,9–23,0	7	0,5	20	0,3
r29	24,0–25,2	14	1,1	25	0,4
r30	ca. 26	6	0,5	10	0,2
r30?	ca. 27	6	0,5	13	0,2
r31	27,6–28,4	31	2,4	67	1,1
<b>Ringe total</b>	<b>12,1–28,4</b>	<b>637</b>	<b>49,0</b>	<b>1362</b>	<b>22,4</b>
<b>total<sup>1</sup></b>		<b>1300</b>	<b>100,0</b>	<b>6073</b>	<b>100,0</b>

1 Die Gesamtzahl der Leistenfragmente ist kleiner als die Summe der Fragmente mit Bohrungen für Ringe sowie Perlen, weil mehrere Durchmessergruppen pro Fragment möglich sind.

Tab. 46: Produktionsphase 3. Durchmessergruppen (Maße in mm).

einer Stärke von 5 mm (statt 17 bis 18 in Phase 2A) sägen; aus einer Metacarpus-Diaphyse 23 (statt 15) Scheiben. So konnten aus einem Rindermetatarsus 260 runde Perlen herausgebohrt werden (anderthalbmal so viel wie längliche Perlen in Phase 2A) und aus einem Metacarpus 213 runde Perlen (fast doppelt so viel wie in Phase 2A). Möglicherweise gleicht der höhere Ertrag an kleinen Perlen aus Scheiben den relativ geringeren Ertrag an kleinen Perlen aus Leisten wieder aus. Insgesamt war somit die Materialausnutzung im Vergleich zur Stichprobe aus Produktionsphase 2A gestiegen, ohne dass sich die Materialauswahl und die Leistenanfertigung geändert hätten. Die annähernde Verdoppelung des relativen Anteils der Scheibenfragmente an der Gesamtheit der Leisten und Scheiben im Vergleich zum Anteil der Stichprobe der Phase 2A (von 8,6 auf 16,9%) ist zu einem großen Teil dadurch zu erklären, dass mehr Scheiben aus einem Metapodium gesägt wurden.

Zu einer besser durchdachten Materialnutzung könnte auch das seltenere Wechseln des Bohrers während des Bohrens in einer Leiste passen. In einem Sechstel anstelle eines Viertels der Leistenfragmente wurde mit zwei verschiedenen Bohrern gebohrt. Auch das zuvor beobachtete, häufigere Wechseln der Anfangsseite bei den Bohrungen kann die Folge einer gestiegenen Sorgfalt bei der Materialausnutzung sein, bei der Fehlbohrungen vermieden wurden. Bemerkenswert ist, dass – soweit sich von Phase 2A zu Phase 2B Entwicklungen bei der Verarbeitung zeigten – diese alle Teil des Arbeitsschrittes des Bohrens waren, bei dem man die Hand oder den Einfluss des Meisters am ehesten erwarten würde.

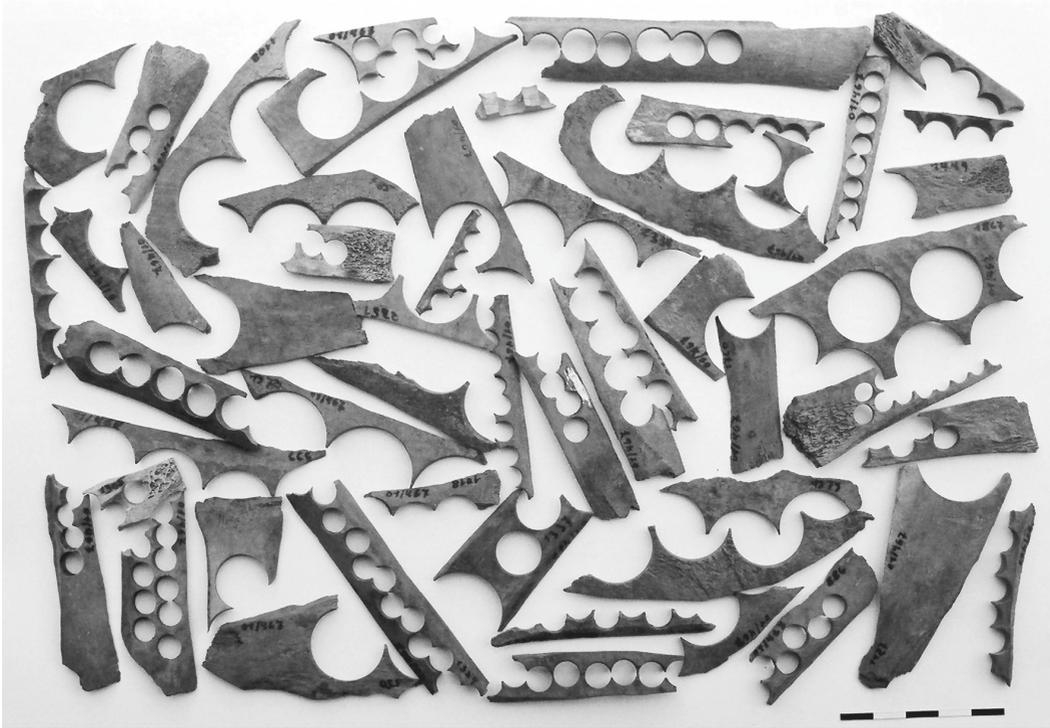


Abb. 100: Produktionsphase 3. Durchbohrte Leisten aus der untersuchten Stichprobe (Bef. 472).

### 3.4.6 Produktionsphase 3

#### 3.4.6.1 Materialauswahl

Die Stichprobe umfasst 1300 Leistenfragmente und ein Scheibenfragment aus Bef. 472 (s. Abb. 100). Dies ist der einzige Fundkomplex mit einer umfangreichen Menge an durchbohrten Knochenleisten aus Produktionsphase 3, der stratigraphisch nicht umgelagert worden war und dessen Leisten offensichtlich keine Zeichen einer Verlagerung oder Vermischung mit Leisten anderer Produktionsphasen aufwiesen. Der ausgewählte Teil bildet eine willkürliche Stichprobe von 23% an durchbohrten Leisten aus der betreffenden Schicht. Der Anteil der Leisten mit Produktresten ist als repräsentativ zu betrachten.<sup>421</sup> Die Stichprobe wurde nach relevanten Aspekten ausgewertet. Das einzige, relativ kleine Scheibenfragment wurde nicht in die Auswertung einbezogen, weil es vermutlich ein Irrläufer ist.

#### 3.4.6.2 Produkte

Als Produkte sind runde Perlen, Ringe mit rundem Wulstschnitt und flache Ringe bekannt. Ähnlich wie bereits in Produktionsphase 2B gibt es keinen Unterschied zwischen großen und kleinen Perlen mehr, und das Spektrum der Bohrlochdurchmesser wurde nach oben und unten hin erweitert. Die Durchbohrungen sind in zwei Gruppen zu gliedern: einerseits Bohrungen für Perlen, die Bohrlöcher mit Durchmessern von 3,6 bis 12 mm hinterließen, andererseits Bohrungen für flache oder runde Ringe mit Löchern von 12,1 bis 28,4 mm Durchmesser (Tab. 46).

<sup>421</sup> Dieser beträgt mit 14 Fragmenten 1,1% der Leistenfragmente der Stichprobe. Im gesamten Fundkomplex befinden sich 91 Leistenfragmente mit Produktresten, 1,6% aller Leistenfragmente.

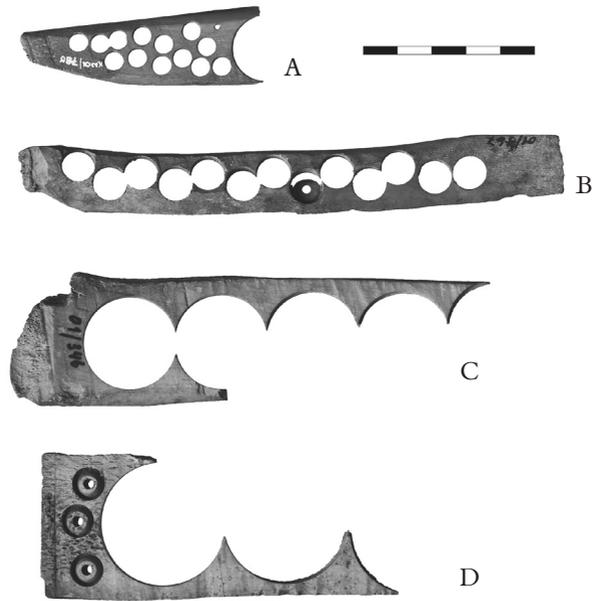


Abb. 101: Produktionsphase 3, Metapodienleisten mit Durchbohrungen für unterschiedliche Produkte. A Mini-perlen; B Perlen der Durchmessergruppe p10; C Ringe mit einem Bohrl Lochdurchmesser von ca. 21 mm; D Ringe mit einem Bohrl Lochdurchmesser von ca. 29 mm.

77% der Bohrlöcher müssen beim Herausbohren von Perlen entstanden sein. Kennzeichnend dafür ist, dass der Lochdurchmesser das Ein- bis Zweifache der kleinsten durchbohrten Wandstärke beträgt. Die Bohrlöcher verteilen sich auf sechs oder sieben Durchmessergruppen. Diese sind, anders als in Produktionsphase 2A, in der Frequenzverteilung der Bohrl Lochdurchmesser deutlich voneinander getrennt. Ein Leistenfragment, bei dem der Bohrl Lochdurchmesser etwa 3,6 mm beträgt, kann möglicherweise mit demselben Bohrer gebohrt worden sein wie ein Fragment mit Mini-perlen aus 22 Bohrlöchern mit 4,4 mm Durchmesser (Durchmessergruppe p1; Abb. 101A). Der genannte Durchmesser von 3,6 mm ist der insgesamt kleinste unter den gemessenen Löchern aller Phasen. Die meisten Perlenbohrungen hinterließen allerdings größere Durchmesser als in Produktionsphase 2 (Mittelwert 7,8 mm), obwohl die beiden zahlreichsten Gruppen noch innerhalb des Durchmesserbereichs der kleinen Perlen der Produktionsphase 2A liegen. Abgesehen von den genannten Mini-perlenbohrungen ist der kleinste gemessene Bohrl Lochdurchmesser mit 5,8 mm jedoch größer als in beiden Stichproben der Produktionsphase 2. Am häufigsten sind Bohrlöcher von 7,1 bis 8,3 mm Durchmesser (Durchmessergruppe p10: 45% aller Löcher: Abb. 101B). Der Mittelwert der Durchmesser aller Löcher, die beim Herausbohren von Perlen entstanden sind, liegt mit 7,8 mm an der Spitze dieser Durchmessergruppe. Zehn Bohrungen mit Durchmessern von etwa 12 mm in drei Leistenfragmenten sind die größten, die ein Durchmesserstärkenverhältnis zeigen, das zu den Perlenbohrungen (Durchmessergruppe p17) passt.

Sämtliche Durchmesser, die sich auf Löcher von Bohrungen mit Durchmessern über 12 mm beziehen, sind mehr als 2,7-mal so groß wie die Wandstärke und deuten darauf hin, dass Ringe herausgebohrt wurden. Wenn keine Ringreste in den Löchern vorhanden sind, lässt sich nicht feststellen, ob flache Ringe oder Ringe mit rundem Wulstschnitt herausgebohrt wurden. Am zahlreichsten sind Bohrungen mit Durchmessern von 20,8 bis 22,5 mm (48% der Ringbohrungslöcher: Abb. 101C), in denen nur flache Ringe angetroffen wurden. Es ist daher u. a. anzunehmen, dass bei mehr als der Hälfte der Löcher von Ringbohrungen flache Ringe entstanden. Das entspricht 13% aller Bohrlöcher. Der Anteil der runden Ringe an der gesamten Produktion läge dementsprechend zwischen 5 und 10%.

Das Durchmesserspektrum wurde nicht nur nach unten hin erweitert, sondern – im Vergleich zu Produktionsphase 2 – auch nach oben hin mit verschiedenen Durchmessergruppen von Löchern von 23 bis etwa 28 mm. Ringreste wurden darin nicht angetroffen. Es sind jedoch keine flachen Ringe bekannt, die aus Bohrlöchern mit solchen Durchmessern stammen, auch nicht aus späteren oder umgelagerten Schichten. Runde Ringe gab es im Gegensatz dazu durchaus.

#### 3.4.6.3 Rohmaterialauswahl

Bis auf wenige Ausnahmen beschränkt sich das Spektrum der genutzten Knochen genau auf die fleischlosen Teile des Rinderskeletts, die in größeren Mengen in unzertheiltem Zustand als Schlachtabfälle anfielen: Metapodien und der Horizontalteil des Unterkiefers (*Ramus horizontalis*; Tab. 41a). Lediglich sechs Leistenfragmente (0,6%) wurden aus anderen Langknochen angefertigt wie Radien und Tibien vom Rind (jeweils zwei Fragmente) und Metacarpus und Radius vom Pferd (jeweils ein Fragment). Etwa drei Viertel der Leistenfragmente wurden aus Metapodien angefertigt und ein Viertel aus Unterkiefern. Damit ist der Anteil der Unterkieferfragmente in Produktionsphase 3 etwa zweimal so groß wie in Produktionsphase 1 (Tab. 41b). Ähnlich wie in Produktionsphase 2, jedoch anders als in Produktionsphase 1, wurden nahezu gleich viele Leistenfragmente aus Metacarpen wie aus Metatarsen hergestellt.

Die 289 Unterkieferfragmente wurden mit einer Ausnahme alle zum Bohren von Ringen genutzt. Diese einzige Ausnahme bildet das Leistenfragment mit dem kleinsten gemessenen Bohrlochdurchmesser von etwa 3,6 mm. Etwa die Hälfte der Ringe wurde aus Metapodienleisten herausgebohrt, wobei eine leichte Bevorzugung für Metacarpen festgestellt werden kann.

Infolgedessen wurden für Perlenbohrungen Metatarsenleisten etwas häufiger ausgewählt als Metacarpenleisten (Tab. 41b). Allerdings wurden aus den für Ringbohrungen genutzten Metacarpenleisten v. a. kleinere Ringe herausgebohrt mit Bohrlöchern von 12 bis 18 mm Durchmesser. Metatarsenleisten dagegen wurden zum Bohren von Ringlöchern jedweden Durchmessers genutzt, bis hin zu den größten Löchern mit mehr als 28 mm Durchmesser.

#### 3.4.6.4 Leistenanfertigung

Die zusätzliche Nutzung von Rindermetapodien – neben den Perlenbohrungen – für die Bohrung von Ringen mit Durchmessern größer als 18 mm hatte zur Folge, dass unterschiedliche Leistenformen angefertigt wurden. Dabei lässt sich eine Variante zum Spaltnmuster aus Produktionsphase 2 erkennen. (Abb. 102). Bei beiden Verarbeitungsmustern wurden die distalen Enden abgeschlagen, und es wurde entlang der Koaleszenznaht gespalten. Ähnlich wie in Produktionsphase 2B befinden sich Meißelspuren ausschließlich an der Koaleszenznaht auf der Knochenrückseite, und sie sind nahezu alle zwischen 10 und 13,5 mm breit. Im Vergleich zu Produktionsphase 2B sind weniger unregelmäßige, krumme oder anderweitig unpraktisch vom Muster abweichende Spaltlinien an den durchbohrten Leisten festzustellen. Das kann das Resultat einer besseren Kontrolle bei der Spaltung sein oder das einer strengeren Auswahl, bei der nicht ideal gespaltene Scheite keine Verwendung als Bohrleisten fanden.

Mehrheitlich wurden die Metapodienleisten nach demselben Muster wie in Produktionsphase 2 aus Viertelscheiten aus der Diaphysenecke angefertigt (Abb. 102A und C). Ein Teil der Metapodienleisten jedoch wurde anscheinend nach der Spaltung entlang der Koaleszenznaht aus den Knochenhälften angefertigt. So gibt es, ähnlich wie in Produktionsphase 1, Metatarsenleisten aus der ganzen medialen oder lateralen Knochenhälfte (Abb. 102D). Diese Leisten wurden vermutlich nach einmaliger Spaltung auf der Koaleszenznaht an der Innenseite der Knochenhälften durch das Wegschneiden der hoch stehenden Ränder an beiden langen Seiten in eine flache Form gebracht. Deshalb sind an diesen Leisten keine Meißelspuren zu erkennen. Einige Metacarpenleisten bestehen ebenfalls aus der ganzen medialen oder lateralen Knochenhälfte und zwar von der Koaleszenznaht an der Vorderseite (anterior) bis zur Ecke an der Rückseite (posterior; Abb. 102B). An diesen wurde eine

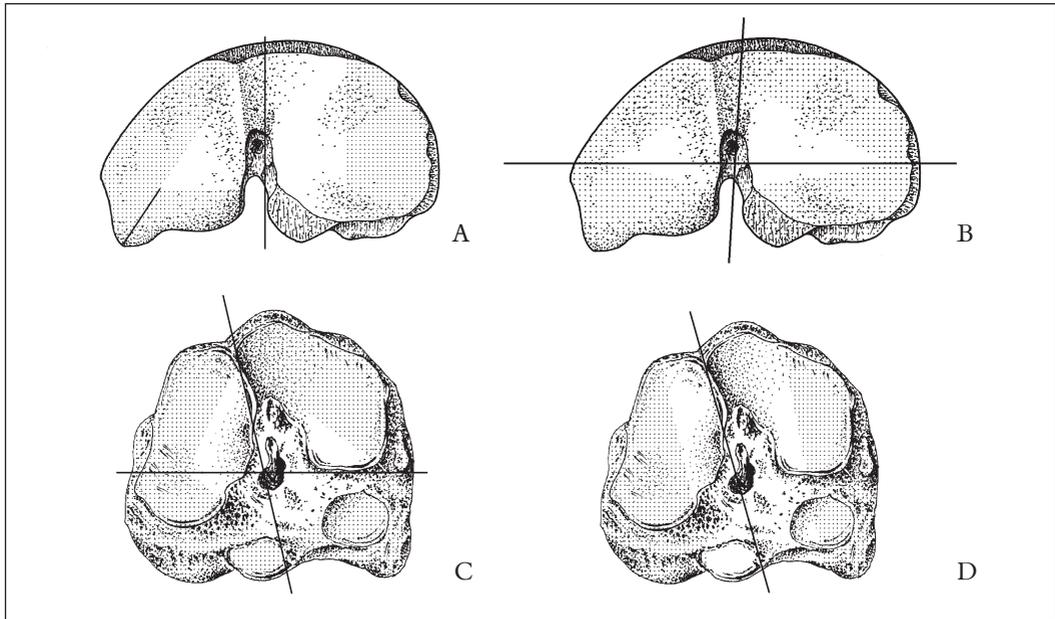


Abb. 102: Spaltlinien der beiden verschiedenen Spaltpmuster der Produktionsphase 3 auf dem Proximalende des Metacarpus und Metatarsus. B und C bilden das Spaltpmuster der Produktionsphase 2.

Spaltung entlang der Koaleszenznaht durch Meißelspuren nachgewiesen. Der schmale, relativ dünne Streifen der Knochenrückseite zwischen der Ecke und der Koaleszenznaht in der Mitte kann mit einem Hack- oder Ziehmesser entfernt worden sein. Ein Beispiel in der Stichprobe deutet darauf hin, dass dieser Streifen gelegentlich als Bohrleiste genutzt wurde.<sup>422</sup> In den meisten Fällen wurden bei diesem Verarbeitungsmuster wahrscheinlich nicht mehr als zwei Leisten aus einem Metacarpus hergestellt, ähnlich wie in Produktionsphase 1. Anders als in Produktionsphase 1 wurde kein einziges Leistenfragment mit der Koaleszenznaht in der Mitte oder auf der zum Bohren geeigneten Fläche gefunden.

Die Spuren der Bearbeitung mit einem Ziehmesser sind regelmäßiger und gerader und machen den Eindruck einer intensiveren Kontrolle. Der Grund dafür kann eine bessere Beherrschung des Ziehmessers oder eine weniger schnell durchgeführte und sorgfältigere Arbeit sein.

Während die Metapodienleisten in eine flache Form gebracht wurden, wurden das proximale Ende oft und das distale manchmal mit dem Ziehmesser vertikal abgeschnitten. Dadurch wurde das Ende regelmäßiger. Auch wurde mehr als ein Viertel der Leistenenden bewusst rechteckig geschnitten.

Wie in Produktionsphase 2 wurden Metapodienleisten erst von der Innenseite der Knochen aus angebohrt (96%).

Anders als in Produktionsphase 1 wurde vom Unterkiefer nur der *Ramus horizontalis* zum Bohren genutzt. Dieser scheint durchgängig bereits vor dem Eintreffen des Knochenmaterials in der Werkstatt vom *Ramus verticalis* getrennt worden zu sein. Das folgt aus der Feststellung, dass Fragmente vom *Ramus verticalis* im gesamten Tierknochenmaterial der Produktionsphase 3 zahlenmäßig nicht stärker vertreten sind als andere Skelettelemente vom Rind, die als Konsum- oder Schlachtabfälle bewertet wurden. Unterschiedliche Teile des *Ramus horizontalis* dagegen sind stark überrepräsentiert. Wie in Produktionsphase 2 fehlen durchbohrte Fragmente des *Ramus verticalis*. Dieser wurde ja, wie

422 Fundnr. 01/467-4849 mit einer Leistenbreite von 12 mm.

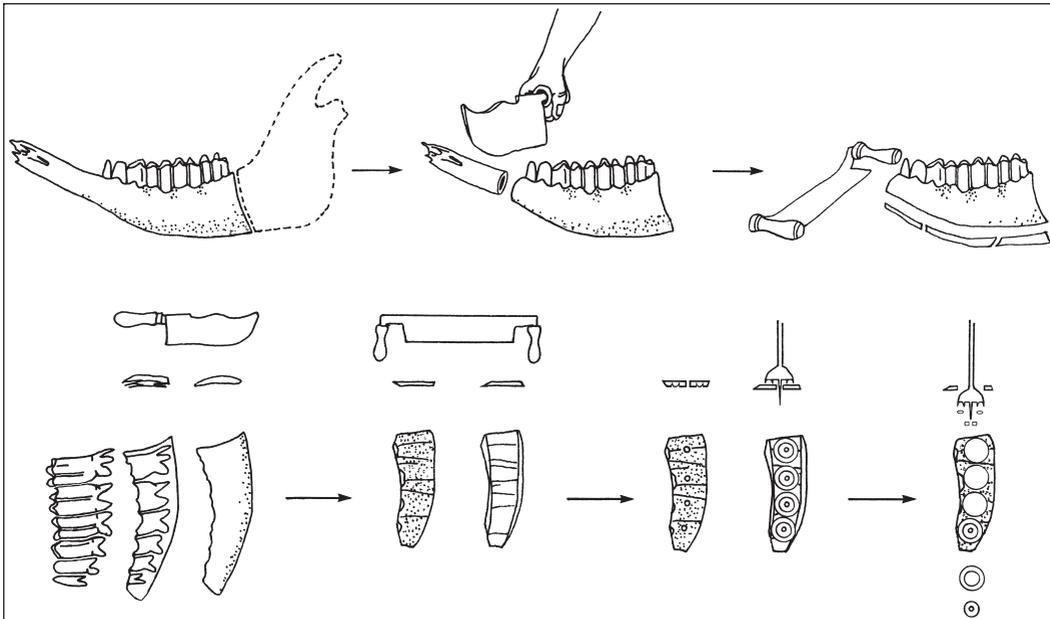


Abb. 103: Rekonstruktion der Arbeitsschritte bei der Anfertigung von Unterkieferleisten in Produktionsphase 3.

schon besprochen (s. Kap. 3.1.5.4 und 3.1.6), während Produktionsphase 3 und möglicherweise auch in Produktionsphase 2 bereits vom Zulieferer vom *Ramus horizontalis* getrennt.

Hackspuren an Leistenfragmenten deuten darauf hin, dass die Trennung des Horizontal- und Vertikalteils durch einen oder mehrere Schläge mit einem Hackmesser auf oder hinter der hintersten Zahnkrone (Molar 3) in einem leicht schrägen Winkel von rund 60° in Richtung Zahnreihe stattfand. Ähnlich wie bei Metapodien, fand die Verarbeitung der Horizontalteile nach einem festen, offenbar durchdachten Muster statt, das in Kap. 3.1.7.2 beschrieben wurde (Abb. 103). Anders als in Produktionsphase 1 wurde dabei immer erst die Vorderspitze abgeschlagen, bevor man den Unterrand vom restlichen Teil abschnitt: eine deutlich praktischere Vorgehensweise, als sie in Produktionsphase 1 benutzt wurde (s. Kap. 3.4.3.4). Stärker als in Produktionsphase 1 wurden die Kieferleisten an der Innen- und Außenseite und zum Teil auch an den Seiten in eine flache Form gebracht. Zahnwurzelhöhlen an der Innenseite der Knochen wurden bis zum maximal Zumutbaren begradigt, soweit die erforderliche Wandstärke es zuließ. Dadurch wurde die Bohroberfläche regelmäßiger, und die verfügbare Wandstärke und die zum Bohren geeignete Leistenfläche waren besser einzuschätzen. Während in Produktionsphase 1 weniger als die Hälfte (42%) der Kieferleisten aus dem Horizontalteil Ziehmesserspuren an der Außenseite der Knochen aufweist, zeigen mehr als 95% der Kieferleiste fragmente der Produktionsphase 3 größere Flächen oder nur Spuren vom Glätten an der Außenseite. Trotzdem wurden 91% der Kieferleisten der Produktionsphase 3 erst von der Außenseite der Knochen aus angebohrt. Durch das stärkere Ebnen der Zahnwurzelhöhlen an der Innenseite war ein Bohranfang an der Innenseite der Knochen anscheinend nicht mehr notwendig, wie das noch in Phase 1 der Fall war. Die Außenseite war dagegen bei den Kieferleisten der Produktionsphase 3 trotz des stärkeren Ebnen nahe an den Kanten immer noch konvex gewölbt. Ein vollständiges Begradigen der gewölbten Kantenteile hätte einen Verlust geeigneter Knochensubstanz zur Folge gehabt. Die Stärke der Leistenwand und ihre Eignung zum Bohren lässt sich somit bei den Kieferleisten am besten an der Außenseite der Knochen einschätzen. Ob diese Strategie zu einer besseren Materialbeherrschung beigetragen hat, kann leider nicht ohne Weiteres von dem auffallend geringen Anteil an Fehlbohrungen abgeleitet werden (0,3 gegen 12% in Produktionsphase 1: s. weiter unten).

### 3.4.6.5 Materialausnutzung und Arbeitseffizienz

Während sich die Beherrschung der Verarbeitungstechnik und der Versuch, Fehlbohrungen vorzubeugen, im Vergleich zu Produktionsphase 2 weiterhin verbessert hatten, spielte eine effiziente Ausnutzung des verfügbaren Rohmaterials offensichtlich kaum eine Rolle, ganz im Gegensatz zu Produktionsphase 2. Die Vergrößerung der mittleren Durchmesser der Durchbohrungen führte zwangsläufig zu einer Abnahme der Produktzahl pro Einheit der geeigneten Bohroberfläche. Nicht nur der mittlere Lochdurchmesser des Gros der Bohrungen für Perlen stieg an (von 6,6 bzw. 6 mm in Produktionsphase 2A bzw. 2B auf 7,8 mm in Phase 3), es stieg ebenso der mittlere Bohrlochdurchmesser für Ringe. Letzteres führte dazu, dass aus einem Teil der genutzten Rindermetapodien nur zwei statt drei oder vier Bohrleisten angefertigt wurden.

Im Vergleich zu Produktionsphase 2 wurden bei relativ wenigen Leisten (3% statt 25 bzw. 17% in Phase 2A bzw. 2B) mehrere Bohrer verwendet, um Endteile oder Ränder besser auszunutzen. Häufiger wurden an Leistenenden zum Bohren geeignete Teile nicht genutzt. An manchen Leisten wurde ohne sichtbaren Grund nur die Hälfte der geeigneten Bohroberfläche verwertet.

Mit dem Verlust an Effizienz in der Ausnutzung des Materials wird auch die Arbeitsproduktivität nicht mehr gesteigert. So wird der Eindruck erweckt, dass bei dem gezielten Begradigen der Enden sowohl der Metapodien- als auch der Kieferleisten die Verbesserung der Materialkontrolle wichtiger war als die Verringerung der Arbeit. Die Anfertigung von Leisten aus Unterkiefern bedeutete einen relativ großen Arbeitsaufwand für eine relativ geringe Zahl von rund sechs Ringen pro Leiste, bei zwei Leisten von zwölf Ringen pro Kieferhälfte. Auch erfordert das Herausbohren von Ringen und v. a. flachen Ringen mehr Arbeitskraft und Sorgfalt als das Bohren kleiner Perlen. Dagegen erleichtern die nicht genutzten, unvollständig herausgebohrten Innenzylinder das Bohren, und sie verringern wohl auch die Quote an Fehlbohrungen im Vergleich zu den Bohrungen von Doppelringen während der Produktionsphase 1, allerdings auf Kosten einer Vergrößerung der Produktzahl. Auch dabei scheint die Materialkontrolle wichtiger gewesen zu sein als die Ausnutzung des Materials. Eine bessere Materialkontrolle im Vergleich zu Produktionsphase 1 zeigt sich weiterhin in folgendem Sachverhalt: Soweit es überhaupt vorkommt, dass bei Ringbohrungen die Richtung der Drehrillen an der einen Bohrseite von der an der anderen Seite abweicht, sind solche Abweichungen deutlich geringfügiger.

Mit 0,3 oder 0,4% der Bohrlöcher ist der Anteil der Bohrlöcher mit Produktresten bedeutend kleiner als in den Produktionsphasen 1 und 2 (s. auch Kap. 3.3.1).<sup>423</sup> Durch den auffallend kleinen Anteil an Produktresten mag jedoch ein verzerrter Eindruck vom Fehleranteil entstehen. Es könnte teilweise die Folge einer geänderten Vorgehensweise sein, bei der Fehlprodukte in größerem Umfang als zuvor vollständig herausgebohrt wurden.<sup>424</sup> So fallen unter den losen Produkten der Produktionsphase 3 Beispiele herausgebohrter Produkte auf, an denen schon während der Bohrung zu sehen war, dass sie nicht brauchbar sein würden. Bei einer runden Perle von 9 mm Durchmesser wurde an einer vermutlich flachen Leistenseite mit kompakter Knochenwand zu bohren begonnen – genau an der Stelle, wo sich in der gegenüberliegenden Leistenfläche die Mitte einer starken Vertiefung befand (Abb. 42). Obwohl es zu Beginn des Bohrens von der zweiten Hälfte an dieser Leistenseite kaum zu übersehen war, dass daraus keine brauchbare Perle werden konnte, wurde die Perle trotzdem vollständig und sogar perfekt herausgebohrt und danach auch noch poliert. Eine solche Vorgehensweise scheint im Widerspruch zu einer Verbesserung der Fertigkeit und der Beherrschung der Technik zu stehen. Sie lässt sich wohl nur durch eine vielfach gedankenlose Wiederholung einer bestimmten

423 In 27 Bohrlöchern in 14 Leistenfragmenten sind Produktreste vorhanden (0,4% von insgesamt 6073 Bohrlöchern). Zwölf dieser Löcher befinden sich in einem der beiden Leistenfragmente mit Bohrungen für Miniperlen, die wegen ihrer Seltenheit und einer relativ hohen Zahl an Fehlbohrungen im gesamten Fundkomplex nicht als repräsentativ gelten.

424 Inwiefern der tatsächliche Anteil an Fehlbohrungen größer gewesen sein mag als Produktreste in Bohrlöchern vermuten lassen, könnte eine Analyse der losen Produkte erläutern.

standardisierten Handlung erklären. Diese setzt voraus, dass die Verarbeitung stark in einfache wiederkehrende Arbeitsschritte unterteilt wurde, die nach einiger Erfahrung ohne viel Aufmerksamkeit ausgeführt werden konnten. Zu einer solchen systematisierten Vorgehensweise passt es auch, dass Gegenstände, ähnlich wie in Produktionsphase 2, ohne vorstellbaren Grund halb herausgebohrt in den Bohrlöchern zurückgelassen wurden.

### *3.5 Zusammenfassung der Materialdaten: Die Entwicklung in der Arbeitsweise*

Die in Konstanz ausgegrabenen Abfälle vom Knochenbohren erlauben uns, die Entwicklungen in Technik und Organisation des Produktionsprozesses unter verschiedenen Marktbedingungen zu untersuchen. Vier verschiedene Produktionsphasen aus zwei Perioden wurden anhand von Differenzen in der Wahl der Rohmaterialien und in der Produktpalette unterschieden. Die anhand von absoluten Datierungshinweisen festgestellte zeitliche Zäsur zwischen den Phasen 0 und 1 einerseits und Phase 2 und 3 andererseits spiegelt sich in den Aussagen wider, die über die Abfälle zu den Produkten, zur Technik und Fertigkeit, zum Umfang und der Organisation der Arbeit sowie zur Auswahl und Ausnutzung des Rohmaterials gemacht werden können.

Der Produktionsumfang der beiden ersten Phasen, grob auf die Zeit vor bzw. um 1300 datiert, war relativ klein und unbedeutend im Vergleich zu dem der beiden späteren Phasen aus der Zeit um 1400 und danach. Während in den ersten zwei Phasen der Schwerpunkt bei flachen Produkten wie Ringen lag, waren runde Perlen in den beiden späteren Phasen das Hauptprodukt. Mit dieser Änderung war ein bedeutender Anstieg der Ausnutzung des Rohmaterials verbunden.

Bereits vor 1272 wurde die Technik des Bohrens von Objekten aus Knochenleisten in Konstanz genutzt (Produktionsphase 0). Form und Funktion der von einer Leistenseite aus herausgebohrten Objekte sind nicht bekannt. Die Bohrlochdurchmesser zwischen 10 und 17 mm waren jedenfalls viel größer als die Höhe der Objekte. Eine knopfähnliche Knochenscheibe aus demselben Fundzusammenhang wie einige der Leisten kann aus diesen Leisten herausgebohrt worden sein. Die angetroffene Menge von zwölf Leistenfragmenten mit 45 Bohrlöchern kann von einer Gelegenheitsarbeit mit sehr geringem Umfang stammen, die nicht einmal einen vollständigen Arbeitstag beansprucht haben muss. Die Bearbeitungsweise und die Materialausnutzung befinden sich damit in Übereinstimmung.

Im letzten Viertel des 13. oder ersten Viertel des 14. Jahrhunderts wurden ausschließlich Ringe mit rundem Wulfschnitt aus Knochenleisten herausgebohrt (Produktionsphase 0/1). Der Umfang des Abfalls ist mit etwa tausend Leistenfragmenten (ein Volumen von ca. 5 l) zwar deutlich größer, aber immer noch unbedeutend im Vergleich zu dem der späteren Phasen. Aus 2270 Durchbohrungen entstanden höchstens 4000 Ringe. Ein einigermaßen geübter Handwerker könnte die Arbeit in fünf bis sechs Wochen erledigt haben.<sup>425</sup>

Die Arbeitsweise erscheint relativ unsystematisch. Zwar sind Muster in der Wahl der Knochenteile zu erkennen und in der Art und Weise, wie sie bearbeitet wurden. Diese wurden jedoch nicht streng eingehalten und nicht standardisiert. Sie wirken eher wie aus der Praxiserfahrung gewachsene Gewohnheiten, die sich zwar in vielen Fällen als praktisch erwiesen hatten, von denen aber beliebig abgewichen wurde. Auch sind diese Muster nur in einem oder einigen Aspekten, jedoch nicht in jeder Hinsicht gut durchdacht. Das ist z. B. darin zu sehen, wie wenig Aufmerksamkeit einer maximalen Ausnutzung von Arbeitskraft und Rohmaterial gewidmet wurde. Bei der Leistenanfertigung und Ausnutzung scheint das Augenmerk v. a. darauf gerichtet gewesen zu sein, Bohrungen mit einem bestimmten Durchmesser zu ermöglichen, anstatt auf Effizienz bei der Ausnutzung der Arbeit und des Rohmaterials zu achten. Die Verarbeitung und v. a. das Bohren zeigten bzw. erforderten eine

---

<sup>425</sup> Bei dieser Schätzung wurde von einer Vorbereitung und Anfertigung von 50 Leisten pro Arbeitstag und von 150 Bohrungen pro Arbeitstag ausgegangen. Von den 968 Leistenfragmenten wird angenommen, dass sie etwa 500 Leisten darstellen.

relativ große Sorgfalt und einen damit einhergehenden Zeit- und Arbeitsaufwand. Trotzdem führte die unüberlegte Arbeitsweise zu einem relativ hohen Anteil an Fehlprodukten. Dadurch wurde ungewollt Arbeitskraft vergeudet. So wurden die meisten Rindermetacarpen so gespalten, dass sich die Verwachsungsnaht in der Mitte der Leiste befand, wodurch diese beim Bohren brechen konnte und ziemlich viele Fehlbohrungen in den Leisten zurückblieben und zu Abfall wurden.

Rindermetapodien und -unterkiefer waren leicht in größeren Mengen beim Schlachter zu bekommen. Daneben wurden ohne deutliche systematische Auswahl verschiedene andere Knochen genutzt, die aus dem eigenen Haushalt stammen oder anderweitig greifbar gewesen sein konnten. Es gab keine systematische Entfernung unbrauchbarer Knochenteile, weder bei Metapodien noch bei Unterkiefern. Das unbrauchbare Distalende der Rindermetapodien wurde bei beliebigen Arbeitsschritten und auf unterschiedliche Weise bei der Anfertigung von Leisten entfernt. Soweit es abgeschlagen wurde, wurden dabei mehr Schläge benutzt als in den späteren Produktionsphasen, und es wurde durchschnittlich ein größeres Stück von der Länge des Knochens entfernt. Hingegen wurde in Unterkiefern bis in relativ schlecht geeignete, unregelmäßige Teile hineingebohrt wie in den vertikalen Teil (*Ramus verticalis*). Die Spaltmuster zielten auf die Anfertigung von Leisten ab, die so breit wie möglich waren, um das Bohren von Ringen mit unterschiedlichen Durchmessern zu gestatten. Die Folge war, dass nur zwei Leisten aus einem Rindermetapodium angefertigt wurden. Außerdem war die Zahl der Bohrungen pro Leiste beschränkt: bei Metapodien auf eine Reihe von fünf bis sieben Bohrlöchern. Es wurde angestrebt, die relativ geringe Produktzahl mit dem Bohren zweier konzentrischer Ringe in einer Bohrung zu steigern. Dies erforderte jedoch eine größere Sorgfalt beim Bohren und vergrößerte das Risiko eines Misserfolgs. Dadurch eignete sich die Arbeit nur begrenzt, um sie von Lehrlingen mit weniger Erfahrung ausführen zu lassen. Mit der Bohrung zweier Ringe wurde eine Ertragssteigerung erzielt, die weniger als 100% betrug. Das hatte allerdings zur Folge, dass die Arbeit mehr Präzision erforderte und mehr Zeit kostete. Die Bearbeitungsspuren stimmen damit überein und zeigen die Sorgfalt bei der Anfertigung der Leisten. Hier zeigt sich das klassische Bild eines mittelalterlichen Handwerkers, der Zeit genug hatte, um sich konzentriert, ohne viel Planung und Organisation, seiner Arbeit zu widmen. Es ist plausibel, dass ein einzelner Handwerker die ganze Verarbeitung ausführte. Er kann dabei die verschiedenen Arbeitsschritte hintereinander erledigt haben, indem er z. B. mit dem Spalten eines Knochens begann, daraufhin ein Scheit zu einer Leiste weiterverarbeitete und diese anschließend ausbohrte. Die Spalttechnik, der Umgang mit unbrauchbaren Knochenenden und die Art, wie von erkennbaren Mustern abgewichen wurde, passen zu dieser Arbeitsweise, ohne dass mit dieser Aussage andere Arbeitsvorgänge ausgeschlossen würden.

Die Abfälle der nächsten Produktionsphase (Phase 2), die mindestens ein halbes Jahrhundert später eingeordnet werden, weisen auf ganz andere Vorgänge hin. Sie zeigen, dass sich die Handwerker stark danach orientierten, die Zahl der Produkte zu erhöhen, die aus einem verwendeten Knochen hergestellt werden konnte, und dass sie dabei den Herstellungsprozess planten und organisierten. Die Wahl, kugelförmige Perlen als Hauptprodukt herzustellen, ermöglichte die Vervielfachung der Anzahl der aus einem Knochen wie z. B. einem Rindermetapodium gefertigten Produkte. Rindermetapodien wurden in vier Leisten gespalten, bei denen darauf geachtet wurde, dass sie anstelle einer maximalen Breite eine entsprechende Stärke aufwiesen. Weil die Produkte kleinere Durchmesser hatten, gab es mehr Möglichkeiten, die Bohrungen so effizient wie möglich über die zum Bohren geeignete Leistenoberfläche zu verteilen, oft in mehreren Reihen nebeneinander und dabei versetzt zueinander. Leistenflächen, die sich nicht zum Bohren mit einer bestimmten Form oder Größe des eingesetzten Bohrers eigneten, wurden nachträglich mit anderen Bohrern ausgebohrt. Auf diese Weise wurden mindestens zwei- bis dreimal so viele Gegenstände aus einem Metapodium wie in Produktionsphase 1 hergestellt. Eine erneute Erhöhung des Ertrags aus einem Metapodium auf das Drei- bis Vierfache wurde erreicht, indem quer gesägte Scheiben hergestellt wurden. Während man sie anfangs zur Anfertigung einer speziellen Perlenform wie z. B. länglichen Perlen nutzte, wurde diese arbeitsintensive Herstellungstechnik am Ende der Produktionsphase 2 dazu eingesetzt, die Anzahl der Perlen pro Metapodium zu steigern. Es wurde nicht nur das Rohmaterial effizienter

und durchdachter genutzt als in den ersten beiden Phasen, vielmehr war der Herstellungsprozess in standardisierten Handlungen organisiert, die festen, wohl durchdachten Mustern folgten.

Metapodienenden wurden grundsätzlich in einheitlicher Weise abgeschlagen, auch bei denjenigen Metapodien, die anschließend in Querscheiben zersägt wurden, wobei in dem Fall das Abschlagen überflüssig war. Alle Metapodien wurden nach demselben Muster gespalten und in ähnlicher Weise zu Leisten mit vergleichbaren Maßen und Charakteristiken verarbeitet. Wenn große Perlen und Ringe herausgebohrt werden sollten, deren Maße von den gebräuchlichen abwichen, wurden keine speziellen Leisten angefertigt, sondern geeignete Leisten und Leistenteile aus dem Vorrat der Standardleisten ausgesucht. Die standardisierten Verarbeitungsmuster waren so konzipiert, dass das Fehlerrisiko verringert wurde und die einzelnen Arbeitsschritte relativ wenige Fähigkeiten erforderten. So wurden Metapodien entlang der Verwachsungsnaht gespalten. Dadurch wurde zugleich die Spaltung des Knochens erleichtert und Vorsorge getroffen, dass sich die Leisten beim Bohren nicht spalteten. Auch die Spaltung mithilfe von Meißeln anstelle von Hackmessern und das Bohren einfacher, kleiner runder Perlchen anstelle von Doppelringen verringerte im Vergleich zur vorigen Produktionsphase die Notwendigkeit, besondere Fertigkeiten und Sorgfalt an den Tag zu legen. Die Arbeitsschritte konnten im Grunde nach einer kurzen Einarbeitung ohne viel Risiko von einem Lehrling oder Gesellen erledigt werden. Es passt zu einer Aufteilung in getrennt ausgeführte Arbeitsschritte, dass zu jedem Schrittwechsel ein anderes Werkzeug verwendet wurde, das nicht für andere Tätigkeiten eingesetzt wurde: zum Entfernen der Enden ein Hackmesser oder Beil, zum Spalten ein Meißel, zum Anfertigen der Leisten ein Ziehmesser, zum Herstellen der Scheiben eine Säge und schließlich zum Bohren ein oder mehrere Bohrer. Die Ziehmesserspuren auf den Leisten und die Bohrlöcher machen den Eindruck, relativ flüchtig hergestellt worden zu sein. Diese Beobachtungen entwerfen ein Bild einer durchstrukturierten Werkstatt mit mehreren Personen, in der in organisierter Form Massenproduktion betrieben wurde. Zu diesem Bild passt es auch, dass in dieser Produktionsphase eine große Menge an Abfall anfiel. Der ausgegrabene Teil der Abfälle, der fast 500 kg durchbohrte Knochenleisten mit etwa 250 000 Fragmenten umfasst, untermauert die Annahme einer Produktion von über 2 Millionen Perlen und Ringen. Im Hinblick auf den nicht ausgegrabenen Teil könnte sich diese Zahl verdoppeln. Verteilt auf 35 Jahre mit 250 Arbeitstagen im Jahr bedeutet das eine Produktion von 250 Perlen am Tag, bei einer Verdopplung im Hinblick auf den nicht ausgegrabenen Teil 500 Perlen am Tag. Eine solche Produktion würde mehr als einen vollständig beschäftigten Arbeiter erfordern, wenn man davon ausgeht, dass ein erfahrener Handwerker im Schnitt 300 Perlen am Tag herausbohren kann und zusätzlich Zeit zum Anfertigen der Leisten einkalkuliert werden muss.

Ausschließlich auf Grundlage der Abfälle lässt sich nicht feststellen, ob diese umfangreiche Produktion von nur einer Werkstatt stammt oder von einer Reihe von Werkstätten mit ähnlicher Produktionsweise. Es wurden allerdings keine Hinweise gefunden, die Letzteres vermuten lassen. Bemerkenswert hingegen ist, dass das Produktionsmuster im Verlaufe der Phase verfeinert und verbessert wurde. Bezogen auf den großen Produktionsumfang und die Wahl des Rohmaterials kann die Nutzung quer aus der Knochenröhre gesägter Scheiben zum Bohren von runden Perlen darauf hindeuten, dass Rindermetapodien knapp waren. Im Gegensatz zur in Arbeitsschritte gegliederten Verarbeitung der Leisten ließen die Handwerker bei dieser Technik mehr Sorgfalt walten und nahmen einen größeren Arbeitsaufwand in Kauf, um die Zahl der Produkte aus einem Metapodium zu erhöhen. In Übereinstimmung mit dieser Vorgehensweise wurde am distalen Ende der Metapodien eine geringere Knochenlänge entfernt und dies nicht nur beim Übergang von Produktionsphase 1 zu Produktionsphase 2, sondern nochmals im Verlaufe der Produktionsphase 2. Die Nutzung von Schienbeinen (Tibien) und Speichen (Radien) zur Herstellung von einem Fünftel der Leisten in Produktionsphase 2A und der leicht gestiegene Anteil an Pferdeknochen können ebenfalls darauf hindeuten, dass die verfügbare Menge an Rindermetapodien nicht ausreichte, um den erwünschten Produktionsumfang zu realisieren. Anders als Metapodien und Unterkiefer vom Rind waren diese Knochen nicht so leicht systematisch und in großen Mengen zu beschaffen. Unterkiefer wurden kaum genutzt, weil sie zum Herausbohren runder Perlen schlecht geeignet waren. Soweit in dieser

Produktionsphase ein zusätzlicher Aufwand an Arbeit und Zeit festzustellen ist, ist dieser hauptsächlich mit einer Knappheit an Knochenrohmaterial zu erklären. In diesem Zusammenhang soll erwähnt werden, dass es gerade für diese Phase Hinweise auf eine Zusammenarbeit von Herstellern von Paternostern und Würfeln gibt, und dass nur in dieser Phase Sägen bei der Paternosterherstellung benutzt wurden. Für die Würfelherstellung wurden ausschließlich Rindermetapodien genutzt, wenn auch in geringen Mengen, und es war eine Säge für diese Arbeit erforderlich. Während diese Produktionsphase mit einer expandierenden Produktion in die Periode kurz vor oder während des Konstanzer Konzils (1414–1418) datiert wird, könnte die nachfolgende Produktionsphase 3 in der Periode nach dem Konzil gelegen haben. Die Abfälle zeigen deutlich, dass die Nachfrage nach Perlen abnahm und der Vorrat an Rindermetapodien wieder ausreichte. Es zeigte sich, dass das Rohmaterial deutlich weniger effizient ausgenutzt wurde, aber die Fertigkeiten zunahm und die Strukturierung der Arbeit fortgesetzt wurde. Die Nutzung quer gesägter Scheiben hörte auf, ebenso wie die Nutzung von Rädern, Tibien und Pferdeknöchel. Die Rohmaterialien, die zum Einsatz kamen, beschränkten sich auf die fleischlosen Metapodien und Unterkiefer vom Rind, die leicht in großen Mengen zu erhalten waren. Die herausgebohrten Perlen hatten einen größeren Durchmesser, desgleichen die Ringe, deren Produktion in der Menge zunahm. Nutzbare Teile am Ende der Leisten wurden oft nicht verwendet und wurden viel seltener als in der vorigen Phase mit anderen Bohrern ausgebohrt. Aus einem Teil der Metapodien wurden weniger, aber breitere Leisten hergestellt. An den Schnittspuren auf den Leisten und den Hackspuren an den abgetrennten Knochenenden ist zu sehen, dass die Werkzeuge besser beherrscht wurden. Der Grund dafür kann in einer größeren Fertigkeit liegen, aber ebenso darin, dass weniger Eile geboten war und mehr Sorgfalt bei der Arbeit waltete.

Die Verarbeitung der Unterkiefer wurde strukturiert und standardisiert, anders als bei den Kiefern der ersten Phase und ähnlich wie bei den Metapodien der Produktionsphase 2. Im Gegensatz zur Phase 1 war der Vertikalteil (*Ramus verticalis*) mit anhängendem Fleisch bereits vom fleischlosen Horizontalteil (*Ramus horizontalis*) getrennt. Nur der Horizontalteil landete in der Knochenwerkstatt. Von ihm wurden nur die flachen, regelmäßigen Teile genutzt, welche die Backenzahnwurzeln bedeckten. Unregelmäßigkeiten auf der inneren und äußeren Oberfläche wurden geglättet, um die zum Bohren geeignete Knochenoberfläche besser einschätzen zu können.

Auffallend ist, dass der Anteil der Ringe mit rundem Wulstschnitt in Produktionsphase 3 sich in etwa mit der Summe des Anteils ebensolcher Ringe und großer Perlen in Phase 2B deckt, ebenso wie mit der Summe des Anteils der Ringe, großen Perlen und länglichen Perlen in Phase 2A (alle zwischen 5 und 10%). Es ist zu überlegen, ob diese Produkte gegenüber der Masse der kleinen runden Perlen nicht eine ähnliche Funktion hatten wie z. B. die Unterteilung von Gebetsschnüren (s. Kap. 4).

Zahlenmäßig liegt die Produktion flacher Ringe in Phase 3 außerhalb dieses Rahmens. Diese waren eine Neuigkeit, deren Funktion noch diskutiert wird (s. Kap. 4). Die Aufteilung bei der Verarbeitung in getrennt ausgeführte Arbeitsschritte, die bereits für die vorige Produktionsphase angenommen wurde, wird in dieser Phase dadurch deutlich sichtbar, dass in nachfolgenden Arbeitsschritten misslungene Produkte weiterverarbeitet wurden. Es sieht so aus, als wären die einzelnen Arbeitsschritte relativ gedankenlos entsprechend der standardisierten Vorgabe durchgeführt worden. Zugleich wird der Eindruck erweckt, als hätte der Arbeits- und Zeitdruck nachgelassen und als wäre bei der Anfertigung der Leisten und beim Bohren sorgfältiger gearbeitet worden. Denn das Herausbohren flacher Ringe mit größeren Durchmessern erfordert mehr Sorgfalt als das Herausbohren der Produkte mit kleineren Durchmessern, die in Produktionsphase 2 hergestellt wurden. Ein relativ großer Arbeitsaufwand pro herausgebohrtes Objekt entsteht desgleichen bei der Anfertigung von zwei Leisten aus einer Unterkieferhälfte, aus der dann insgesamt etwa zwölf Ringe herausgebohrt wurden.

Halbfabrikate und Abfälle anderer neuer Formen, die aus Leisten herausgebohrt wurden wie durchbohrte Zylinder und Ringlein mit dreieckigem Wulstschnitt, stammen aus dem umgelagerten und vermischten Teil der Abfallschichten. Sie können in anderem Zusammenhang in anderen Werkstätten in einem anderen Zeitabschnitt hergestellt worden sein. Die flachen Ringe dagegen wurden

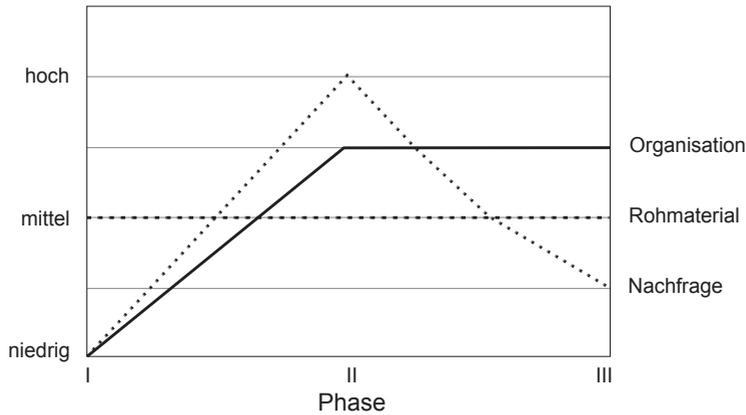


Abb. 104: Schematische Darstellung der Entwicklung von einigen sozialwirtschaftlichen Faktoren, hergeleitet aus den Konstanzer Paternosterabfällen.

zumindest in demselben Zeitabschnitt wie die Perlen und runden Ringe der Produktionsphase 3 angefertigt. Leisten mit sowohl Durchbohrungen für Perlen als auch Bohrlöchern für flache Ringe lassen vermuten, dass beide Produktformen in derselben Werkstatt angefertigt wurden.<sup>426</sup>

Die Knochenleisten aus Konstanz geben Hinweise auf die Rationalisierung und Organisation der Produktion als Reaktion auf die veränderte Nachfrage. Für die Analyse dieser Entwicklungen wurden die Faktoren Rohmaterialangebot, Nachfrage nach den Produkten und Rationalisierungsgrad im Produktionsablauf zu einem Wirtschaftsmodell kombiniert (Abb. 104). Ausgehend von einer geringen Nachfrage und einem niedrigen Grad der Rationalisierung in den ersten Produktionsphasen (um 1300), scheint die Nachfrage in Produktionsphase 2 (ca. 1475–1525) in einem derartigen Ausmaß angestiegen zu sein, dass das Rohmaterialangebot knapp wurde, weil es nicht im gleichen Maße gewachsen war.

Um die erhöhte Nachfrage unter der Beschränkung des Rohmaterialangebots erfüllen zu können, wurde die Produktion rationalisiert, und es wuchs der Organisationsgrad. Da in der letzten Phase (erste Hälfte des 15. Jahrhunderts) die Nachfrage nachließ, kam es zu einem Überangebot an Rohmaterial und möglicherweise auch an Arbeitskraft. Es lässt sich nicht eindeutig klären, ob die Einführung neuer Produkte eine Reaktion darauf war. Das Maß an Rationalisierung und Organisation wurde jedoch unvermindert beibehalten, obwohl der durch die Nachfrage und Materialknappheit erzeugte Druck nachließ.

#### 4. Die sozialwirtschaftsgeschichtliche Bedeutung des Konstanzer Paternosterfundes im Rahmen anderer Funde

In Kapitel 3 hat die minutiöse Untersuchung von verschiedenen Gruppen von Abfallstücken des Handwerks des Bohrens von Gebetschnurperlen und anderen Gegenständen aus Knochenleisten in dem umfangreichen Fundkomplex aus der Konstanzer Münzgasse die herausragenden Möglichkeiten der Analyse dieses Fundmaterials gezeigt. Es erlaubte eine möglichst genaue Rekonstruktion des Handelns der Handwerker anhand einer Analyse der Auswahl des Rohmaterials und des Umgangs damit sowie der Wahl der Produkte und Produktformen und der Entwicklung der angewendeten

<sup>426</sup> Leisten Fundnr. 01/467-4127 und -4926 mit Perlenlöchern von etwa 6 mm Durchmesser und Ringlöchern von etwa 20 bzw. 22 mm Durchmesser, einem Durchmesserbereich, in dem in anderen Leisten ausschließlich flache Ringe als Produktreste vorgefunden wurden.

Techniken. Dabei stellte sich heraus, dass die Handwerker in unterschiedlichen Produktionsphasen in verschiedenen Zeitabschnitten auf unterschiedliche wirtschaftliche Anforderungen reagierten. Ziel dieses Kapitels ist, über den Fundkomplex der Konstanzer Münzgasse hinauszublicken. Sowohl die Deutung wie auch die Bedeutung der daraus gewonnenen Erkenntnisse wird erst vollständig klar, wenn der Fundkomplex mit anderen Abfallfunden dieses Handwerks verglichen und in den Kontext von sozial- und wirtschaftshistorischen Entwicklungen gestellt wird. So stellt sich einerseits die Frage nach den Ursachen und Hintergründen der unterschiedlichen wirtschaftlichen Anforderungen. Für den Begriff der Entwicklungen in der Nachfrage ist es wichtig, die Entwicklung der Gebetschnur im Allgemeinen zu betrachten und die örtlichen historischen Gegebenheiten mit einzubeziehen. Andererseits stellt sich die Frage nach der Repräsentativität und der Allgemeingültigkeit der Erkenntnisse aus dem Konstanzer Komplex. Dazu werden Funde durchbohrter Leisten von anderen Orten in die Studie mit einbezogen.

#### 4.1 *Der Rohstoff*

Die Zusammensetzung der benutzten Knochen in den Konstanzer Funden findet im Allgemeinen ein Pendant in anderen Fundkomplexen. Soweit bekannt, überwiegen meistens Rindermetapodien, nicht selten als einzige Knochengruppe. Daneben finden sich v. a. Unterkiefer in wechselnden Anteilen und andere Knochen, immer in geringen Mengen. Der Vorzug von v. a. Metapodien und in zweiter Linie Unterkiefern von Rindern ist nicht auf die Technik des Herausbohrens von Gegenständen aus Knochenleisten beschränkt, sondern ebenfalls in anderen Zweigen des Knochen verarbeitenden Handwerks zu beobachten. Er lässt sich in erster Linie dadurch erklären, dass gerade diese Knochen relativ leicht in größeren Mengen und in unzerbrochenem Zustand als Schlachtabfälle erhältlich waren (s. Kap. 3.1.5). Hinzu kommt, dass sie sich wegen der Form und Stärke der Knochenwand für unterschiedliche Zwecke der Verarbeitung eignen. Diese Gegebenheiten begünstigten die Verwendung solcher Knochen für eine Massenproduktion preiswerter kleiner Gegenstände. Diese Feststellung erklärt die recht erhebliche Zahl an Funden durchbohrter Leisten sowie den Umfang eines Teils dieser Funde.

#### 4.2 *Die Produkte*

Die Form der Gegenstände, die mit der in dieser Studie untersuchten Bohrtechnik aus Knochenleisten und -scheiben herausgebohrt wurden, war abhängig vom Profil des Bohrers. Sie haben immer ein Loch oder eine Durchbohrung in der Mitte. Ansonsten variierte die Form von Perlen über Ringe und Scheiben bis zu Zylindern. Die Perlen können kugelförmig, länglich (mit einer größeren Höhe als der Durchmesser) oder flach sein (mit einer kleineren Höhe als der Durchmesser) (Abb. 68, Nr. 1–4 bzw. Nr. 5–8 bzw. Abb. 113). Die letztgenannte Form ist aus Konstanz nicht bekannt. Noch flacher sind Ringe mit ovaler bis rechteckiger Wulstsektion (Abb. 68, Nr. 16–25 und Abb. 110), die man auch als runde Scheiben mit einem weiten Loch umschreiben kann, dessen Durchmesser von 4 bis 7 mm variiert. Daneben gibt es runde Scheiben mit einem kleinen Loch in mehreren Formen: mit konkaver oder konvexer Oberfläche oder verziert mit konzentrischen Linien wie beispielsweise Knöpfe (Abb. 109). Schließlich gibt es Ringe mit einem runden Wulstschnitt (Abb. 68, Nr. 9–15) und außerdem Zylinder (Abb. 68, Nr. 26).

Vereinzelt ist eine kleine Anzahl von Scheiben oder Zylindern ohne zentrale Durchbohrung aus Knochenleisten herausgebohrt oder herausgeschnitten worden, um als Spielsteine oder Abschlüsse von gedrechselten Döschen oder Röhrchen zu dienen, z. B. in Geislingen a. d. Steige und Hamburg.<sup>427</sup>

427 Zu Geislingen: eigene Beobachtung, vgl. KRÖNNECK 1995; zu Hamburg: FÖRST 2006.



Abb. 105: Sankt Hedwig mit offener Paternosterschnur (1353).

Perlen und Ringe wurden immer von zwei Seiten herausgebohrt. Knöpfe, Zylinder und Spielsteine sowie Döschenabschlüsse wurden zum Teil bzw. oft von einer Seite herausgebohrt.

#### 4.2.1 Gebetsschnüre

Knochenperlen und -ringe mit rundem Schnitt wurden im späten Mittelalter für Gebetszählschnüre hergestellt. Diese wurden „Paternoster“ genannt, nach 1500 auch „Rosenkränze“ nach Gebeten mit diesem Namen. Vor 1250 wurden Gebetsschnüre im christlichen Europa nur selten in den Schriftquellen erwähnt und wenn doch, dann als etwas Außergewöhnliches. Für kurz nach 1250 dagegen geben Schriftquellen an, dass es allgemein üblich war, ein „Paternoster“ sichtbar zu tragen.<sup>428</sup> Als ein hauptsächlich weitgehend von Laien benutztes Phänomen scheint ihre zunehmende Beliebtheit mit der Verbreitung volksreligiöser Bewegungen wie den Beginnen und den Bettelorden im 13. Jahrhundert verbunden zu sein.<sup>429</sup> Wiederholte Pestepidemien und das Westliche Schisma (1378–1417) trugen in der zweiten Hälfte des 14. Jahrhunderts zu einer allgemeinen Verunsicherung

428 RITZ 1975, 62; MITTELSTRASS 2000.

429 MITTELSTRASS 2000.

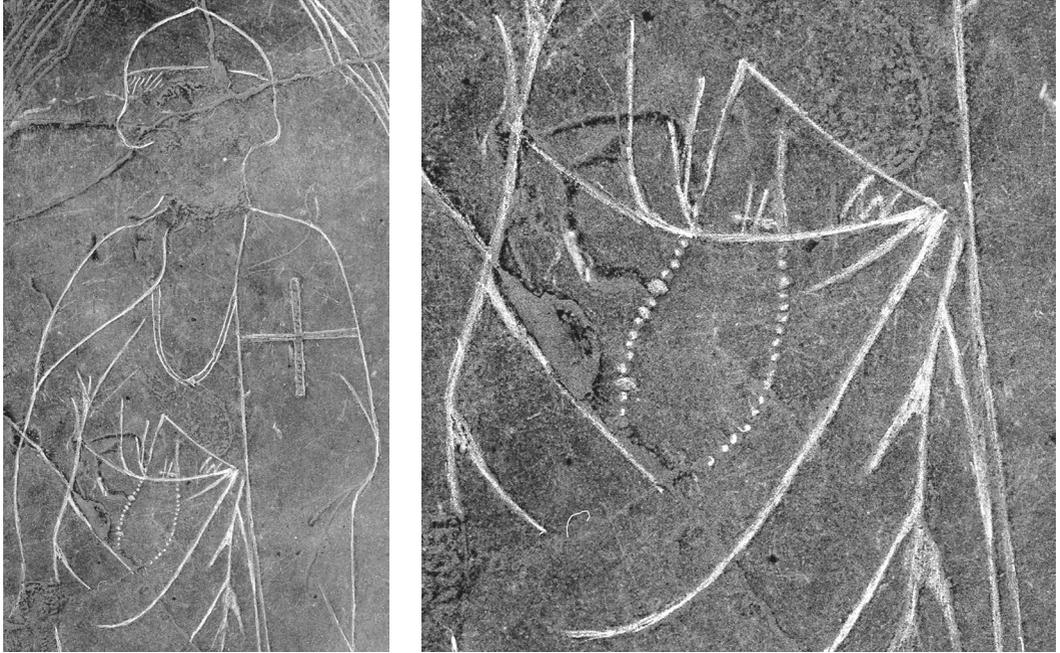


Abb. 106: Ausschnitt und Detail vom Grabstein des Gérard de Villers, Villers-le-Temple, Belgien (KIK-IRPA, Bruxelles Neg. Nr. b44775).

und Verwirrung bei. Sie haben den Gebrauch von Gebetsschnüren vermutlich verstärkt und die Entwicklung zu Zyklen von Gebetswiederholungen angeregt. So entwickelte sich bis Ende des Jahrhunderts das Rosenkranzgebet mit einem Wechsel von zehn Ave Maria (Mariengrüße), gefolgt von einem Paternoster oder Vaterunser. Dieser Wechsel wurde in den Gebetsschnüren mit einer Serie kleiner Perlen für die Mariengrüße angedeutet, abwechselnd mit einer großen Perle für das Vaterunser. Gebetsschnüre, die durch eingefügte größere Perlen unterteilt waren, um das Zählen zu erleichtern, wurden allerdings bereits ab 1350, wenn nicht noch früher abgebildet (s. Abb. 105 u. 106).<sup>430</sup> Bis zum frühen 16. Jahrhundert blieben verschiedene Arten einfacher, gleichmäßiger sowie unterteilter Gebetsschnüre in verschiedenen Längen in Gebrauch. Während kurze Schnüre mit zehn bis 25 Perlen von Männern benutzt wurden (vorne hängend in Abb. 28) und lange Schnüre mit 150 Perlen für einen so genannten Psalter nur von Frauen, waren Schnüre mit 25 bis 50 Perlen die Gebräuchlichsten, die ab der zweiten Hälfte des 14. Jahrhunderts bis kurz nach 1500 bei allen Ständen und bei beiden Geschlechtern üblich waren.<sup>431</sup>

Während des ganzen 15. Jahrhunderts waren Gebetsschnüre unter allen Bevölkerungsschichten weit verbreitet. Neue Impulse für ihre Beliebtheit könnten im späten 15. und frühen 16. Jahrhundert u. a. von der schnellen Verbreitung der Rosenkranzbruderschaften nach 1470 ausgegangen sein, die große Menschenmassen veranlasste, zusammen den Rosenkranz zu beten.

Während der Gegenreformation im späten 16. Jahrhundert wurde der Rosenkranz von der katholischen Kirche stark propagiert. Jetzt erhielt er seine moderne Form, welche die meisten anderen Formen von Gebetszyklen und Schnüren ersetzte (Abb. 107). Außer Schnüren sind seit dem späten 14. Jahrhundert v. a. in Süddeutschland Rosenkränze bekannt, die aus einem steifen Leder- oder Stoffring bestehen, um den oder an dem Ringe befestigt sind (hinten hängend in Abb. 28).<sup>432</sup>

430 RITZ 1975 (Hedwigschronik 1353). MITTELSTRASS (2000) deutet auf den Grabstein des 1273 verstorbenen GÉRARD DE VILLERS hin (s. Abb. 106). Es ist ungeklärt, ob und inwiefern gesichert ist, dass der Grabstein kurz nach dem Verschwinden angefertigt wurde.



Abb. 107 (links): Rosenkranz aus Knochenperlen, verbunden mit Metalldraht. Amsterdam, Waterloo plein, 1592–1597. – Abb. 108 (rechts): Schematische Rekonstruktion der Entwicklung von Knochenknöpfen aus Knoten (A) über Knochenscheiben mit einem Loch (B) zu angenähten Knochenknöpfen mit mehreren Löchern (C).

#### 4.2.2 Knöpfe und die Funktion der flachen Ringe

Obwohl Metall- und Stoffknöpfe bereits im 13. Jahrhundert zu gängigen Produkten wurden, fehlen unzweifelhafte Zeugnisse für Knochenknöpfe vor der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts.<sup>433</sup> Von einigen flachen Stoffknöpfen des späten 14. Jahrhunderts aus London wird angenommen, dass sie mit Scheiben aus Knochen oder anderem Material verstärkt waren. Vereinzelt Funde von Knochenscheiben oder flachen Zylindern mit einem Loch aus mittelalterlichen Fundumständen können auch als Spielsteine gedeutet werden.<sup>434</sup> Zwei Einzelstücke von kleinen Scheiben (Durchmesser 11 bis 12 mm) mit einem Loch und erhöhtem Rand aus der Konstanzer Münzgasse (datiert um 1300 oder um 1400; Abb. 68, Nr. 28) und York (datiert um 1400),<sup>435</sup> zeigen zwar sehr viel Ähnlichkeit mit späteren Knochenknöpfen. Es bleibt jedoch fraglich, ob man sie nicht doch als Spielsteine deuten könnte und ob ausgeschlossen werden kann, dass es sich um Irrläufer aus späteren Zusammenhängen handelt. Dagegen deuten mehrere Funde aus Südwestdeutschland und Frankreich aus der zweiten Hälfte des 15. und der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts auf das Auftauchen von Knochenknöpfen oder Knopfkernen hin, die aus Knochenleisten herausgebohrt wurden. Es betrifft Scheiben mit einem kleinen zentralen Loch und Durchmessern von 10 bis 20 mm, die von einer Seite aus herausgebohrt wurden und auch nur an einer Seite profiliert sind, an der anderen Seite hingegen flach. Die Form der profilierten Seite weicht ab. So gibt es dünne, flache Scheiben aus St. Denis und Straßburg (beide Frankreich, 16. bzw. zweite Hälfte 15. Jahrhundert)<sup>436</sup> und Scheiben mit einer

431 RITZ 1975, 65.

432 OEXLE 1985a.

433 s. auch EGAN/Pritchard 1991.

434 z. B. aus Schleswig (Ulbricht 1984), Lübeck (Falk 1983) und Großbritannien (MacGregor 1985).

435 MacGregor et al. 1999, 1944.

436 Meier 1979 bzw. Maire 1990.

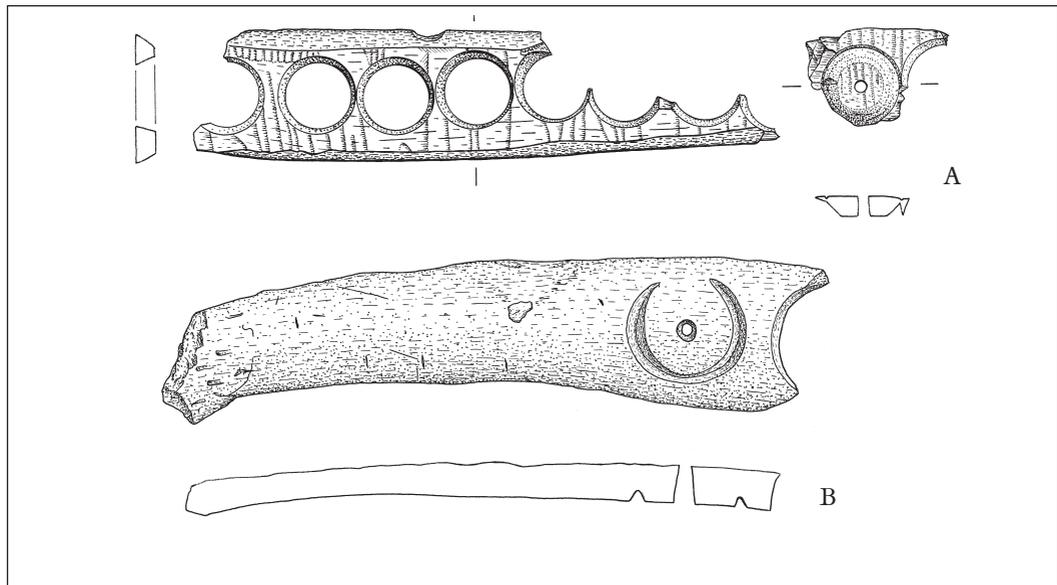


Abb. 109: Von einer Seite durchbohrte Leisten mit Knopffrest. A. Konstanz Marktstätte (zweite Hälfte 15. Jahrhundert); B. Konstanz Neugasse (nicht datiert).

konvexen Seite aus Konstanz (Abb. 109).<sup>437</sup> Beispiele aus Basel-Bettingen (vor oder um 1500) sind so geformt, dass sie an der Außenseite eine größere Stärke aufweisen als in der Mitte.<sup>438</sup> Die Funktion solcher Scheiben mit einem Loch zeigen Beispiele, die angeblich in Elsässischen Gräbern des 16. Jahrhunderts mit Lederknoten an Kleidung befestigt gefunden wurden.<sup>439</sup>

An Halbfabrikaten aus Straßburg, die in die zweite Hälfte des 15. Jahrhunderts datiert werden und zusammen mit Werkstattabfall der Anfertigung von Knochenschnallen gefunden wurden, sind zwei von Hand seitlich hinzugefügte Löcher zu sehen.<sup>440</sup> Funde von Knochenknöpfen mit zusätzlichen Löchern zum Annähen mit einer Datierung ab dem 17. Jahrhundert sind üblich. Die meisten Funde von Knochenleisten, aus denen Knöpfe herausgebohrt wurden, stammen jedoch aus dem 18. und 19. Jahrhundert.

Die unterschiedlichen Formen der ältesten Knochenknöpfe geben Anlass zu verschiedenen Ansichten bezüglich ihrer Funktion. Von den zuvor genannten Scheiben mit einem Loch aus Basel wird angenommen, dass sie zum Befestigen von Ösen dienten, weil sie – ähnlich wie Knebel – den Knoten verbreitern, um der Öse mehr Halt zu geben (Abb. 108B).<sup>441</sup>

Angenähte Scheiben mit zusätzlichen Löchern, die den Knoten ersetzen, werden in diesem Modell als die nächste Entwicklungsphase angesehen (Abb. 108C).

Wie ein rezenter Holzknopf zeigt, kann eine Scheibe mit einem kleinen zentralen Loch als Knopfkörper dienen, an der eine Öse aus Metalldraht befestigt wurde, der durch das Loch geführt wurde. In derselben Periode – dem 15. und 16. Jahrhundert – wie die ersten Knochenknöpfe mit einem Loch, wurden in Süddeutschland und in den angrenzenden Gebieten flache Ringe aus Knochenleisten herausgebohrt, die auch als Scheiben mit einem weiten Loch von etwa 4 bis 7 mm beschrieben werden können. Sie können in Gebetskränzen benutzt worden sein, wie ein Exemplar aus Bayern

437 Grabungen Marktstätte (Schnitt 5, Fundnr. 044/303, nach Mitteilung der Ausgräberin M. DUMITRACHE datiert um 1400 oder um 1500) und Neugasse (Fundnr. 085/238, nicht datiert).

438 MOOSBRUGGER-LEU 1985.

439 Funde P. BRUNEL (Colmar) nach Mitteilung J. MAIRE (Straßburg).

440 Veröffentlicht bei MAIRE 1990; Fundzusammenhang und Datierung nach Mitteilung von J. MAIRE (Straßburg).

441 MOOSBRUGGER-LEU 1985.

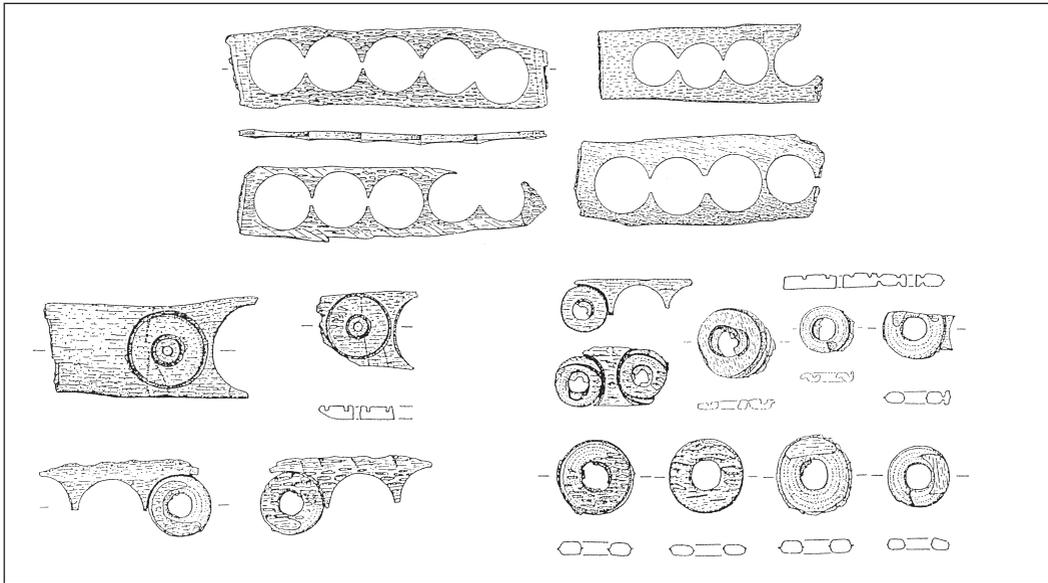


Abb. 110: Durchbohrte Leisten aus Rinderrippen und daraus angefertigte flache Ringe aus Biberach, Radgasse 8 (ca. 1475–1525).

zeigt.<sup>442</sup> In Werkstattabfällen aus dem Flachsverarbeitungszentrum Biberach (Oberschwaben, frühes 16. Jahrhundert) befanden sich flache Ringe, die zum Teil in fast voller Höhe einseitig ausgebohrt worden waren und an deren Oberfläche zum Teil Unregelmäßigkeiten wie spongiöses Knochengewebe sichtbar gewesen sein müssen (Abb. 110). Sie haben Anlass zu der Hypothese gegeben, dass sie als Unterbau für Knöpfe beabsichtigt waren, die mit Stoff bezogen wurden.<sup>443</sup> Rekonstruktionsversuche solcher Knöpfe zeigen, dass die betreffenden flachen Ringe durchaus diesen Zweck erfüllen könnten.<sup>444</sup> Eindeutige Hinweise dafür, dass flache Knochenringe tatsächlich als Knopfkerne dienten, fehlen jedoch. Bei den genannten Beispielen aus Biberach ist zu bedenken, dass es v. a. Fehlprodukte betrifft, die möglicherweise gerade wegen des spongiösen Knochengewebes und der zu stark einseitigen Bohrung weggeworfen worden sind. In Konstanz wurden solche Ringe in der ersten Hälfte des 15. Jahrhunderts während Produktionsphase 3 zusammen mit Gebetsschnurringen und -perlen angefertigt und zum Teil schwarz gefärbt und/oder poliert. Besonders diese Funde sprechen gegen eine Nutzung zumindest dieser Konstanzer Produkte als Knopfkerne. Es ist fraglich, ob die Biberacher Ringe nicht leicht zerbrochen wären, wenn man sie der Zugkraft eines Kleidungsverschlusses ausgesetzt hätte, da sie aus der relativ dünnen Knochenwand von Rinderrippen angefertigt wurden. Besonders bemerkenswert ist jedoch die Tatsache, dass die Funde der flachen Knochenringe auf dieselbe geographische Verbreitung und denselben Zeitraum beschränkt sind wie die Gebetskränze. Bodenfunde flacher Ringe sowie Werkstattabfälle beschränken sich auf Bayern, Baden-Württemberg, die Nordschweiz und das Elsass, die Datierungen der Werkstattabfälle auf das ganze 15. Jahrhundert und einen Teil des 16. Jahrhunderts.<sup>445</sup> Gebetskränze bestanden „im Allge-

442 RITZ 1975, Kat.Nr. B34. Es gibt keinen Hinweis darauf, aus welchem Material die Scheiben hergestellt wurden.

443 SPITZERS 1996 sowie 1999. Vgl. die Kritik dazu bei MITTELSTRASS 2000.

444 u. a. SPITZERS 1996, Abb. 9.

445 Funde von flachen Ringen bei: SIEGFRIED-WEISS 1991, Taf. 59; BREM et al. 1992, 111–113; HÖNEISEN 1993, 385 Taf. 36; HASENFRATZ/BÄNTELI 1986, 27 f. Abb. 12; HELL 1960; FINGERLIN 1995, 337–339. Ringe und Werkstattabfälle bei: HAGN 1995 sowie HAGN/NIEDERSTEINER 1993 (Burghausen, zur Datierung in das 15. Jahrhundert s. MITTELSTRASS 2000); MAIRE 1986, 7582 Fig. 1 (Straßburg, 15. bis erste Hälfte 16. Jahrhundert) und vorliegende Arbeit (Konstanz, Münzgasse, Produktionsphase 3).

meinen aus einem steifen, meist aus Leder gefertigten Reifen, auf dem scheiben- oder ringförmige Glieder so befestigt waren, dass sie schuppenförmig übereinander griffen und umgeschlagen werden konnten“.<sup>446</sup> Schrift- und Bildbelege sowie erhaltene Beispiele geben Auskunft über ihre Verbreitung in Süddeutschland ab der zweiten Hälfte des 14. Jahrhunderts bis in das 16. Jahrhundert.<sup>447</sup> Aus dem Hintergrund heraus, dass die flachen Ringe als Knopfkerne gedient haben sollen, ist die gegebene zeitliche und räumliche Begrenzung nicht zu erklären. So bleibt diese Interpretation fraglich, solange es keine eindeutigen Hinweise für sie gibt.

### 4.2.3 Zylinder

Welche Funktion kleine Zylinder mit einer Durchbohrung im Zentrum und einer zusätzlichen handgemachten Durchbohrung hatten, die sich in etwa im rechten Winkel dazu befindet, ist noch unbekannt (Abb. 69). Werkstattabfälle von solchen Zylindern wurden in der Konstanzer Münzgasse in Ablagerungsschichten mit umgelagertem Material aus dem 15. oder 16. Jahrhundert gefunden (Produktionsphase 3.III und 3.IV). Zwei ähnliche Zylinder, die in die Mitte des 16. Jahrhunderts datieren, wurden in Coventry gefunden, zusammen mit zwei Fragmenten durchbohrter Knochenleisten.<sup>448</sup> Die Zylinder sind 4 bis 5 mm hoch; der Durchmesser variiert in Konstanz zwischen 8,3 und 11 mm und in Coventry zwischen 12 und 13 mm.

## 4.3 Die geographische Verbreitung

Die geographische Verbreitung der Funde durchbohrter Knochenleisten deckt sich mehr oder weniger mit dem Teil des Landes nördlich der Alpen, der zum damaligen Heiligen Römischen Reich gehörte (Abb. 111; s. Anhang Abb. 117).

In Frankreich und im Mittelmeergebiet war die Herstellung von Knochenperlen aus kleinen Blöcken auf einer Drehbank üblich (s. Kap. 3.1.2.4). Durch diese Produktionsmethode verursachte Abfälle fallen weniger auf, und es ist schwieriger, sie als Leisten in Zusammenhang mit dem Knochenbohren zu erkennen. Große Abfallmengen dieser Knochendrehtechnik wurden in St. Denis und Brest (Frankreich) erfasst.<sup>449</sup> Für die Herstellung von Knochenscheiben oder flachen Knöpfen ist die Drehbanktechnik jedoch im Gegensatz zur Bohrtechnik schlecht geeignet. In St. Denis wurde eine begrenzte Menge durchbohrter Leisten aus dem frühen 16. Jahrhundert zur Knopfherstellung verwendet. In dem Teil von Flandern, der außerhalb oder an der offiziellen Grenze des Heiligen Römischen Reiches lag, scheint ähnlich vorgegangen worden zu sein. So wurden in Brügge lediglich Zeugnisse einer Perlenanfertigung auf der Drehbank in Form von fertig gestellten Perlen sowie Produktionsabfall gefunden.<sup>450</sup> Aus Gent und Antwerpen, beide an der politischen Grenze des Reiches, sind Leisten bekannt, die nur zum Herausbohren von Ringen oder noch wahrscheinlicher Knöpfen verwendet worden sein können.<sup>451</sup> Auch aus Irland sind lediglich durchbohrte Knochenplatten bekannt, die nicht zur Herstellung kleiner Perlen gedient haben können.<sup>452</sup> In England scheint sich die Verbreitung durchbohrter Perlenleisten auf die Ostküste zu beschränken, an der Kontakte und Niederlassungen der deutschen Hanse nachzuweisen sind. Dort sind Leisten aus einer ganzen Reihe von Städten bekannt, zum Teil mit und zum Teil ohne Hansenederlassungen.<sup>453</sup> Weiter westlich sind aus Coventry bzw. Northampton v. a. auf der Drehbank hergestellte Knochenperlen

446 RITZ 1975, 59 (Zeit des Verbs angepasst).

447 Ebd. 59 f.

448 WOODFIELD 1981, ergänzt aus unveröffentlichter Dokumentation, erhalten von G. EGAN (London).

449 MEIER 1979 (zu St. Denis); unveröffentlichter Vorbericht C. PICAULT (Brest).

450 Mitteilung H. DE WITTE (Brügge) und Beobachtungen des Verfassers.

451 ERVYNCK et al. 1992 bzw. ERVYNCK/VEECKMAN 1992.

452 Mitteilung M. F. HURLEY (Cork).

und dazu vorgefertigte Knochenzylinder bekannt.<sup>454</sup> Die in England nachgewiesene Konzentration von Perlenbohrabfällen außerhalb des Reiches wirft die Frage nach den Mechanismen der Technologieverbreitung auf. Waren hier deutsche Handwerker tätig oder wurde die Technik von örtlichen Handwerkern benutzt?

In Skandinavien wiederum, abgesehen von Visby, fehlen Perlenleisten oder Zeugnisse von Perlenbohrungen. Sämtliche durchbohrten Knochenleisten, die bekannt sind, wurden offenbar oder zumindest wahrscheinlich für Knöpfe oder andere Gegenstände benutzt.<sup>455</sup> Die wenigen Leisten, die aus den baltischen Staaten bekannt sind, stellen ebenfalls keine deutlichen Zeugnisse von Perlenbohrungen dar. In kleinen Städten im Binnenland dieser Staaten ist jedoch eine Perlenproduktion mit der Drehbanktechnik belegt.<sup>456</sup> Fundstätten mit Knochenbohrabfällen im ehemaligen ungarischen Königreich befanden sich seit 1386 innerhalb der Grenzen des Heiligen Römischen Reiches.<sup>457</sup>

#### 4.4 Die Beziehung zu anderen Materialien

##### 4.4.1 Zur Funddichte: Knochen und Bernstein

Es fällt auf, dass innerhalb des Reiches die Dichte von großen Fundkomplexen von Abfällen vom Perlenbohren mit bis zu tausenden von durchbohrten Leisten in den südlichen Teilen höher ist als im nördlichen Flachland (Abb. 111). In den meisten Hansestädten entlang der Nordsee- und südlichen Ostseeküste wurden verhältnismäßig kleine Mengen durchbohrter Leisten gefunden: kaum über hundert Fragmente.<sup>458</sup> Der Überfluss an Bernstein an der Ostsee und der östlichen Nordsee scheint die Verwendung von Knochen für die Perlenherstellung eingeschränkt zu haben. Daten aus Lübeck können das illustrieren.

Gemeinsam mit Brügge besaß diese Stadt das Monopol, preußischen Bernstein zu verarbeiten. Während in den meisten anderen Städten höchstens zwei oder drei Paternosterhersteller gleichzeitig anzutreffen waren, gab es in Lübeck und Brügge im 14. und 15. Jahrhundert eine Gilde von Paternosterherstellern mit Dutzenden von Meistern, die für den Export produzierten.<sup>459</sup> Archäologische Funde sowie schriftliche Quellen zeigen, dass Bernstein ihr Hauptrohstoff war und dass Knochen nur am Rande verwendet wurden.<sup>460</sup> Insgesamt wurden in ganz Lübeck nur 67 durchbohrte Knochenleisten gefunden. Ihrer Unterschiedlichkeit und Nutzung nach stammen sie aus einer Reihe verschiedener Werkstätten, in denen sie Teil einer Nebenproduktion in kleinem Umfang waren.<sup>461</sup>

453 MACGREGOR 1985 (verschiedene Fundorte); EGAN/Pritchard 1991, 310–315 (London); GAIMSTER/YEOMANS 2005 (London); MACGREGOR et al. 1999, 1922 (York); CLARKE/CARTER 1977, 312–315 (King's Lynn); MARGESON 1993 (Norwich); COLYER 1975, 45 ff. (Lincoln).

454 WOODFIELD 1981 (Coventry); WILLIAMS 1979 (Northampton). Aus unveröffentlichter Dokumentation, erhalten von G. EGAN (London), sind zwei Leistenfragmente aus Coventry mit Durchbohrungen bekannt, bei denen das Herausbohren von anderen Produkten als Perlen möglich bzw. wahrscheinlich ist.

455 Zu Wisby: Mitteilung und unveröffentlichte Dokumentation, erhalten von L. ZERPE (Wisby). Zu den wenigen übrigen Funden durchbohrter Knochenleisten aus Skandinavien: ANDERSEN et al. 1971, 120–122 (Århus, Dänemark); unveröffentlichte Dokumentation, erhalten von M. ANDERSEN (Roskilde) und P. CARELLI (Lund, beide Schweden).

456 Vortrag A. PÄRN im Lübecker Kolloquium zur Stadtarchäologie im Hanseraum V: Das Handwerk, Travemünde, Oktober 2004.

457 Funde aus Bratislava (Slowakei), Visegrád, Buda und Eger (alle Ungarn) erwähnt bei SÁNDOR 1961 und HOLL 1966.

458 Diese Feststellung basiert auf einer umfassenden Bestandsaufnahme der Literatur sowie einer (erschöpfenden) Umfrage unter den Teilnehmern des fünften Lübecker Kolloquiums zur Stadtarchäologie im Hanseraum über das Handwerk, von 25. bis 28. Oktober 2004 in Travemünde.

459 MÜHRENBURG 2001; RITZ 1975.

460 FALK 1983.

461 Datenaufnahme des Autors 2001 zu allen durchbohrten Knochenleisten, die im Lager des Bereichs Archäologie der Hansestadt Lübeck vorhanden waren.

Sowohl in Brügge wie in London ist für denselben Ort die Herstellung von sowohl Bernsteinperlen als auch Knochenperlen unter Einsatz der Drechseltechnik in stratigraphischen Verhältnissen belegt, die es denkbar erscheinen lassen, dass beide in derselben Werkstatt angefertigt wurden.<sup>462</sup> Angesichts der starken Ähnlichkeit in der benutzten Technik ist es nahe liegend, dass Bernstein- und Knochenperlen von denselben Handwerkern gedrechselt wurden.

Es ist deshalb bemerkenswert, dass sich eine solche räumliche und zeitliche/stratigraphische Verbindung zwischen den Abfällen der Anfertigung von Bernsteinperlen und des Bohrens von Knochenperlen, die durch den Einsatz unterschiedlicher Techniken entstanden, bislang nicht herstellen lässt.<sup>463</sup> Da sich Bernstein – nicht nur wegen der Konsistenz, sondern auch wegen der Form des Rohmaterials in Klumpen – schlecht für die Herstellung aus Leisten unter Einsatz der Bohrtechnik eignet, wurden Bernsteinperlen, wie alle Zeugnisse belegen, immer aus kleinen Blöcken gedrechselt, ähnlich wie bei der Drechseltechnik zur Herstellung von Knochenperlen.

Während in Hansestädten wie Bremen, Hamburg, Lübeck, Rostock, Greifswald, Stralsund, Kolberg und Elbing stets nur eine kleine Anzahl von Knochenleisten gefunden wurde, scheint Danzig eine Ausnahmestellung einzunehmen. Hier wurde angeblich nicht nur eine beträchtlich große Menge an Perlenbohrabfällen gefunden, sondern auch Abfälle vom Knochenperlendrechseln.<sup>464</sup> Weiter entfernt von den baltischen Bernsteinfunden, am südwestlichen Rand des Hansegebiets in der nördlichen Hälfte der Niederlande, nehmen der Umfang und die Dichte der Abfallfunde vom Knochenperlenbohren zu.

#### 4.4.2 Zur Anwendung der Technik in Holz und Horn

In welchem Umfang Holz zum Bohren von Perlen und anderen Gegenständen angewendet wurde, lässt sich schwer einschätzen. Zur Nutzung der Bohrtechnik in hölzernen Leisten aus Konstanz sind keine parallelen Abfallfunde bekannt.<sup>465</sup> Das mag daran liegen, dass Holz viel seltener als Knochen im Boden erhalten bleibt. Historische Abbildungen aus nachmittelalterlicher Zeit, wie die Abbildung WEIGELS von 1698 (Abb. 30), bezeugen eine solche Verwendung allenfalls in der Neuzeit. Gebetsschnüre mit hölzernen Perlen sind keineswegs selten unter den erhaltenen Museumstücken und auch als Bodenfunde keine große Ausnahme.<sup>466</sup> Es ist jedoch schwierig, darunter Stücke zu finden, die mit Sicherheit in das Mittelalter datiert werden können. Schriftquellen seit der Mitte des 15. Jahrhunderts deuten dagegen an, dass hölzerne Paternoster zur Massenware gehörten. So hatte der Ulmer Paternostermacher Ott Ruland 1448 in Konstanz ein Fass mit bis zu 3600 „aichmistlin“ Paternoster stehen und ein Buchhändler 1460 in der Niederländischen Hansestadt Deventer eintausend Paternoster aus Bein und Holz.<sup>467</sup> Es ist allerdings fraglich, ob diese in erheblichem Ausmaß aus Leisten oder Brettern gebohrt worden sind. Zum Herausbohren von Gegenständen eignen sich nur sehr bestimmte Holzarten, wie das in Konstanz benutzte Kirschholz. Buchsholz, Eichmisteln oder Eichenholz, aus dem die meisten der bekannten hölzernen Gebetsschnurperlen angefertigt wurden, eignen sich nicht zum Herausbohren von Perlen mit rekonstruiertem mittelalterlichem Bohrgerät.<sup>468</sup>

462 Vortrag H. DE WITTE am Lübecker Kolloquium zur Stadtarchäologie im Hanseraum V: Das Handwerk, Travemünde, Oktober 2004 bzw. EGAN/Pritchard 1991.

463 Während Abfälle vom Drechseln von Knochenperlen auf dem Londoner Baynardsite aus demselben stratigraphischen Kontext stammen wie Abfälle aus der Herstellung von Bernsteinperlen, wurden durchbohrte Knochenleisten in einer anders datierten Schicht gefunden (EGAN/Pritchard 1991). Obwohl in Lübeck in der Hundestrasse Abfälle sowohl vom Bohren von Knochenperlen als auch von Bernsteinperlen gefunden wurden, muss das stratigraphische Verhältnis noch geklärt werden.

464 Mitteilung Z. BORKOVSKY (Danzig).

465 Zu den Konstanzer Funden s. MÜLLER 1996.

466 Eine Übersicht von Museumsstücken bei: RITZ 1975; Bodenfunde u. a. bei: CSYSZ 1999; JANSEN 1995; MITTELSTRASS 2000.

467 RITZ 1975 bzw. DUBBE 1980.

468 Mitteilung M. TIELENS (Geldermaalen).

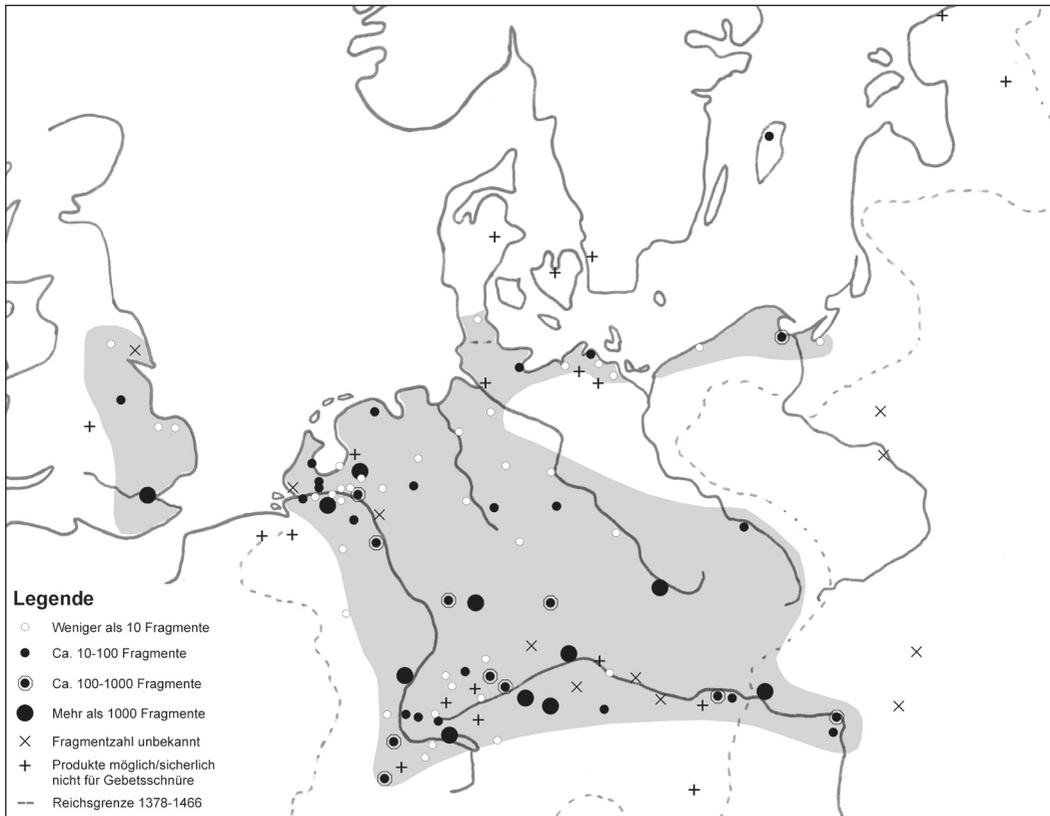


Abb. 111: Verbreitung und Fundmengen der durchbohrten Knochenleisten.

Es wäre denkbar, dass die meisten hölzernen Gebetsschnurperlen gedrechselt statt gebohrt wurden. In dem Fall wären von deren Anfertigung, wenn überhaupt erhalten, kaum erkennbare Überreste zu erwarten. Das in Konstanz zum Herausbohren benutzte Kirschholz wird im Allgemeinen nicht in dem Maße strukturell und kontinuierlich verfügbar gewesen sein wie die als Schlachtabfälle anfallenden Tierknochen. Die Abfallstücke und Halbfabrikate aus der Konstanzer Münzgasse, die vom Bohren von Perlen und anderen Objekten aus Holzleisten herrühren, sind in ihrer Anzahl dermaßen gering und dabei so verschieden, dass der Eindruck einer nebensächlichen, inzidentellen oder experimentellen Anfertigung von wenigen Produkten entsteht und keineswegs derjenige einer systematischen Anfertigung oder Massenproduktion. Ihre Verteilung über die Ablagerungsphasen zeigt eine Konzentration am Übergang von Produktionsphase 2 zu 3 und in Produktionsphase 3.I (erste Hälfte 15. Jahrhundert; Tab. 8). Sie würde als Experiment in eine Verbreiterung des Produktspektrums der Knochenperlenbohrer bei einer abnehmenden Nachfrage nach Knochenperlen passen.

Hinweise dafür, dass Holz vor dem 17. Jahrhundert in großem Umfang für das Herausbohren von Perlen aus Leisten oder Brettern benutzt wurde, fehlen also.

Auch Horn ist selten im Boden erhalten geblieben – Perlen aus Horn sind von Ausgrabungen kaum bekannt, Hornplatten mit Reihen von Durchbohrungen erst recht nicht. Mit den Techniken der vor-modernen Mechanisierung konnten aus Horn keine Gegenstände herausgebohrt werden.<sup>469</sup> Hornperlen vor dem 18./19. Jahrhundert sind selten unter den in Museen erhaltenen Gebetsschnüren aus dem Deutschen Sprachraum. Vermutlich wurden diese gedrechselt statt gebohrt.

<sup>469</sup> Mitteilung M. TIELENS.

## 4.5 Die Entwicklung im Verlaufe der Zeit

### 4.5.1 Zu den Ursprüngen der Technik

Es lässt sich schwer feststellen, zu welchem Zeitpunkt das Prinzip, Gegenstände aus Knochen herauszubohren, erstmals angewandt wurde. Kreisrunde Scheiben mit einer Durchbohrung in der Mitte gibt es schon im Jungpaläolithikum. Diese wurden jedoch vermutlich aus dem Knochen durch das Einkerbigen einer zirkelförmigen Rinne mit einem Messer aus Feuerstein herausgeschnitten. Eine Zierscheibe aus der Petersfeshöhle bei Konstanz ist bezeichnenderweise nicht genau rund, sondern der Rand ist geringfügig verschoben, weil der Zirkel nicht genau schloss.<sup>470</sup> Auch die Verzierung besteht aus mit der Hand gezogenen Ritzen. Schmuckscheiben aus der spätbronzezeitlichen Siedlung „Wasserburg“ bei Buchau sind dagegen durchaus kreisrund und mit konzentrischen Linien und Kreisäugen verziert.<sup>471</sup> Diese sind vermutlich mit einem Kreisschneider oder Bohrer aus den Knochen herausgebohrt worden und würden damit zu den ältesten Nachweisen des genannten technischen Prinzips nördlich der Alpen gehören. Die Einführung von Eisen in dieser Zeit ermöglichte jedenfalls die Anwendung einer solchen Technik. An einer Bohrspitze aus Feuerstein würden v. a. die Seitenarme schnell abbrechen, während Bronze zu weich ist. Die ältesten deutlichen Beweise für die Anwendung dieser Technik bilden Funde durchbohrter Knochenleisten aus der Römerzeit in Südostfrankreich (u. a. aus Vienne und Antibes) mit Löchern von 14 bis 18 mm, aus denen Spielsteine angefertigt worden sind.<sup>472</sup>

Bereits während der Hallstattzeit finden sich auch die ältesten Perlen mit eindeutigen Drechselspuren, z. B. im Fürstengrab von Hochdorf.<sup>473</sup> Die Technik, Knochenperlen zu drechseln, wird in dieser Zeit mit der Drehbank aus dem Mittelmeerraum eingeführt worden sein. Sie ist als eine Weiterentwicklung des seit dem Paläolithikum benutzten Prinzips zu betrachten, bei dem Perlen und Ringe aus Scheiben, Blöckchen oder Zylindern angefertigt wurden, die quer aus der Knochenröhre geschnitten oder geschliffen wurden. Der so entstandene Perlenrohling konnte danach in die gewünschte Form geschnitten, geschliffen und/oder poliert werden. Perlen und Ringe mit einer nicht symmetrisch runden Form, die auf diese Weise von Hand ohne Drehung angefertigt wurden, werden bis um die Jahrtausendwende im Mittelalter angetroffen. Ein spätes Beispiel der Verwendung dieser Technik zur Anfertigung von Knochenringeln stammt aus dem späten 11. oder 12. Jahrhundert von der Schweizer Frohburg.<sup>474</sup>

Die, soweit bekannt, ältesten Beispiele von durchbohrten Knochenleisten nördlich der Alpen sind kaum jünger. Aus einer in die Mitte des 12. Jahrhunderts datierten Grabenverfüllung unter dem Rathaus des westfälischen Höxter stammt eine etwa 5 mm starke Leiste mit zweiseitigen Durchbohrungen von 9 mm Durchmesser.<sup>475</sup> Etwas jünger ist ein Fund von hunderten von durchbohrten Leistenfragmenten vom Heumarkt in Köln, der in das späte 12. Jahrhundert datiert wird.<sup>476</sup> Diese wurden mehrheitlich von einer Seite herausgebohrt mit konischer Lochwand und Durchmessern

470 E. WAGNER in: KOKABI et al. 1994, 28.

471 J. BIEL in: KOKABI et al. 1994, 59.

472 MORENA/COUNORD 1994, 75 (mit Hinweisen auf weitere Funde aus Compièrre und Alesia) sowie BÉAL 1984, 8.

473 J. BIEL in: KOKABI et al. 1994, 67.

474 TAUBER 1977.

475 Mitteilung M. KÖNIG (Höxter). Die Datierung beruht auf vornehmlich regionalen Keramikfunden aus der ersten Hälfte bis Mitte des 12. Jahrhunderts und einem Pfennig des Erzbistums Köln, geschlagen 1131–1137 (s. auch KÖNIG 1999). Eine zweite Leiste mit zweiseitigen Durchbohrungen von 16 mm und einer Stärke von 6 mm und ähnlichen Bearbeitungsspuren stammt nach Mitteilung von M. KÖNIG aus einem in die zweite Hälfte des 13. Jahrhunderts datierten Befund unter demselben Rathaus.

476 ATEN et al. 1997. Dass die Datierung außer Frage steht, wurde vom Hauptverfasser in einer persönlichen Mitteilung bestätigt und begründet.

477 ATEN et al. 1997, Abb. 48 sowie Mitteilung N. ATEN. Die Stärke von zwei dieser Leisten mit Durchbohrungen von 6,6 bis 6,8 mm liegt nach dessen Mitteilung zwischen 1,6 und 2 mm. Weitere Details der am Kölner Heumarkt gefundenen Leisten sind der Abb. 48 bei ATEN et al. entnommen.

zwischen etwa 6 und 12 mm mit deutlich geringeren Wandstärken.<sup>477</sup> Die Halbfabrikate in manchen Bohrlöchern haben die Form von flachen Scheibchen, deren Kanten zum Innenloch und zum Außenrand hin an einer Seite gerundet sind. Die andere Seite muss bei den einseitigen Bohrungen nach dem Herausbohren flach gewesen sein mit einer scharfen Kante zur gerundeten Seite hin. Für eine Funktion als Spielsteine sind sie mit Durchmessern von zum Teil 5 mm zu klein. Auch die angefertigte Menge ist dafür außergewöhnlich groß. Für die Nutzung in Gebetsschnüren wäre die scharfe Kante ungünstig. Allerdings könnte man diese nachträglich abgeschliffen haben, ähnlich wie es bei den quer aus der Knochenröhre gesägten Ringen von der Frohburg geschah.

Das wirft die Frage auf, weshalb die Perlen stattdessen nicht von zwei Seiten herausgebohrt wurden. Dazu müsste allerdings die Mittelspitze des Bohrers länger sein als die Seitenarme, so dass das Mittelloch bis zur anderen Seite durchbohrt würde und beim Bohren von dieser Seite als Führung für den Bohrer dienen könnte. In einigen unvollendeten Bohrungen in den Kölner Leisten erscheint das Mittelloch in den vorhandenen Scheibchen jedoch nicht viel tiefer ausgebohrt worden zu sein als die Außenseite. Damit würde sich der benutzte Bohrer in keinerlei Weise von den Bohrern unterscheiden, die im selben Zeitabschnitt benutzt wurden, um einfache Kreisaugen auf Knochenbeschlägen oder Kämmen anzubringen. Ähnlich wie bei Kreisaugen ist bei den Durchbohrungen in den Kölner Leisten wahrscheinlich nicht die vollständige Rundung zwischen Zentralspitze und Seitenarmen des Bohrers ausgebohrt, sondern lediglich ein Kreis rund um ein Mittelloch ausgeschliffen worden. Leistenstärken von 1,6 bis 2 mm ähneln denen von kreisaugenverzierten Beschlag- oder Kammplättchen und führen zur Vermutung, dass auch die vollständig ausgebohrten Gegenstände eine nicht geschliffene flache Oberseite hatten. Damit liegt der Unterschied zwischen den Kreisaugenverzierungen und der Mehrheit der Durchbohrungen in den Kölner Leisten lediglich darin, dass in Letzteren bis zur anderen Leistenseite gebohrt wurde und die Anordnung der Bohrungen ebenso wenig ästhetisch wirkt wie die Leiste selbst. Beides findet sich jedoch vereinzelt auch unter den Abfällen von der Herstellung von Kämmen und Beschlägen.

So gibt es zwischen den umfangreichen Knochenabfällen von der Herstellung von Kämmen und Beschlagplättchen aus Schleswig (11. bis 14. Jahrhundert) eine Knochenleiste mit einer Reihe von 7 mm großen Durchbohrungen sowie ein grob bearbeitetes Knochenstück mit tief ausgebohrten Kreisaugen ähnlich halb ausgebohrten Perlchen.<sup>478</sup> An solchen Stücken lässt sich nur schwer feststellen, ob es Abfälle vom Perlenbohren oder von der Anfertigung von Kämmen oder Beschlägen sind.<sup>479</sup> Daraus ergibt sich der Gedanke, dass Hersteller von Knochenkämmen und -beschlägen vereinzelt nebenbei mit einem Bohrer für Kreisaugenverzierungen Spielscheibchen, Perlen oder Ringe aus Knochenleisten herausbohrten, indem sie nur ein wenig tiefer bohrten. In diesem Zusammenhang fällt auf, dass die frühen Beispiele durchbohrter Knochenleisten aus der Zeit vor der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts nahezu alle aus dem nördlichen Teil des Verbreitungsgebiets stammen, in dem Knochen im 12. und 13. Jahrhundert in großem Rahmen zur Kammherstellung benutzt wurden.<sup>480</sup> In Köln allerdings, das am Rande der gehäuft und massiv auftretenden Abfallfunde der Kammherstellung liegt, scheint die Arbeitsweise gezielt für die Anfertigung von durchbohrten Knochenscheibchen eingesetzt worden zu sein, die höchstwahrscheinlich als Gebetsschnurperlen gedacht waren. Einige an zwei Seiten angebohrte Perlen könnten andeuten, dass während der Produktion das Experiment mit dem oder der Umstieg auf das zweiseitige Herausbohren stattfand. Es ist denkbar, dass dabei entweder zufällig oder gezielt die benutzten Bohrer so nach- bzw. umgeschliffen wurden, dass die Mittelspitze länger war, was ein zweiseitiges Bohren erleichterte oder den Gedanken daran näher brachte. Ähnliches könnte auf die zweiseitigen Durchbohrungen in der etwas älteren Leiste aus

478 ULBRICHT 1984, Taf. 36 Nr. 11 bzw. 13.

479 Ähnliches gilt für ein nicht zu einer flachen Leiste verarbeitetes Knochenfragment aus dem späten 12. bis frühen 13. Jahrhundert aus York (MACGREGOR et al. 1999, 1922).

480 Außer den genannten Beispielen wurden drei Leisten aus dem Braunschweiger Burggraben in die zweite Hälfte des 12. Jahrhunderts datiert (DUNKEL 1995) und eine durchbohrte Leiste aus dem dänischen Århus in die erste Hälfte des 13. Jahrhunderts (ANDERSEN et al. 1971).

Höxter zutreffen. Bereits Abfallstücke aus der Herstellung von Knochenbeschlägen in Lincoln (England) aus dem späten 11. Jahrhundert wurden an einer Seite mit einem Kreisaugenbohrer bearbeitet, dessen Zentralspitze länger war und die Knochenwand vollständig durchbohrte, wie es bei den späteren Perlenbohrungen üblich war.<sup>481</sup>

Bemerkenswert ist weiterhin, dass v. a. die frühen Bohrleisten an den Enden gesägt worden sind. Gerade die älteste Leiste aus Höxter, wie auch eine zweite, möglicherweise umgelagerte Leiste aus der gleichen Grabung, zeigen weitere gesägte Flächen und Kanten, ähnlich wie bei Knochenbeschlägen und Kammleisten. Während solche geraden Flächen bei Beschlägen und Kammleisten eine Funktion haben, ist dies bei Bohrleisten überflüssig und kommt seit der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts nur selten vor.

#### 4.5.2 Die weiteren Entwicklungen seit der Mitte des 13. Jahrhunderts

In der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts treten Knochenleisten mit Reihen runder Durchbohrungen auf einmal an mehreren Orten über das ganze Verbreitungsgebiet verteilt auf.<sup>482</sup> Dies deckt sich mit gleichzeitig aufgetretenen Hinweisen in den Schriftquellen, dass Paternoster kurz nach 1250 allgemein getragen wurden.

Das Bohren von Gebetsschnurperlen aus Leisten hatte sich offensichtlich mittlerweile zu einer eigenständigen Technik entwickelt. Die meisten Leisten zeigen keine gesägten Enden. Nicht vollendete Bohrungen zeigen, dass spezial geformte Bohrer mit längeren Zentralspitzen und in die gewünschte Form geschliffenen Seitenarmen verwendet wurden. Soweit feststellbar, wurde von zwei Seiten gebohrt. Die von einer Seite ausgebohrten Leisten der Produktionsphase 0 aus der Konstanzer Münzgasse könnten vielleicht als Ausnahme betrachtet werden. Diese wurden jedoch zuerst von der anderen Seite leicht angebohrt, um einem Absplittern der Knochenwand vorzubeugen, wie an den älteren Kölner Leisten zu sehen ist. Die starke Variation der Außendurchmesser der Löcher dagegen würde zu einer Verwendung von Bohrern oder Kreisschneidern für unterschiedliche Kreisaugenverzierungen im Rahmen einer vereinzelt Nebentätigkeit eines anderen Knochengewerbes passen. Dabei ist nicht auszuschließen, dass die Leisten, die aus zum Teil zwischen 1230 und 1272 datierten Befunden stammen, aus noch älteren Schichten umgelagert wurden. Mit Ausnahme der längeren Zentralspitzen weist auch das Profil der Ringbohrer und der Doppelringbohrer der um 1300 datierten Konstanzer Produktionsphase 1 noch Ähnlichkeit mit Kreisaugenbohrern auf.

Leisten, die vor 1300 datiert sind, zeigen entweder Reste von Ringen mit rundem Wulstschnitt oder Löcher mit dazu passenden Durchmessern und Höhen. Eine Ausnahme bilden einige Leisten aus dem 13. Jahrhundert mit flachen Perlen aus Utrecht.<sup>483</sup> Beide Formen könnten sich aus den älteren Scheibchen aus Köln entwickelt haben, indem man mit ähnlichen Bohrern und vergleichbaren Durchmessern von zwei Seiten in stärkeren Leisten die volle Wölbung zwischen Zentralspitze und Seitenarm herausbohrte.

Eine kleine Anzahl von Knochenleisten mit kugelförmigen Perlen tritt bereits vor 1350 in Göttingen und London in Erscheinung, an beiden Orten zwischen 1270 und 1350 datiert.<sup>484</sup>

Über einige frühere Funde mit bis zu ein paar tausend Leistenfragmenten hinaus (in München, Würzburg und Köln), nehmen Hinweise auf eine Massenproduktion von Knochenperlenschnüren nach dem Jahre 1400 zu. Eine deutliche Zunahme von Funden größerer Mengen von Leistenabfall

481 MANN 1982, 18. Den Hinweis verdanke ich R. A. HALL (York).

482 Knochenleisten, datiert in die zweite Hälfte des 13. Jahrhunderts, sind aus Zürich bekannt (Münsterhof: SCHNEIDER et al. 1982), Konstanz (vor 1272), Schaffhausen (GUTSCHER 1984), Basel (Barfüsserkirche, „13. Jhdt.“: RIPPMAN et al. 1987), Breisach (SCHMAEDECKE 1992), München (St.-Jakobs-Platz, „12.–13. Jhdt.“: BRAND 2003), Breslau (JAWORSKI 2002), York (MACGREGOR et al. 1999), Utrecht (HOEKSTRA 1980), Deventer (THIJSSSEN 1981), Höxter (Mitteilung A. KÖNIG) und Danzig (Mitteilung Z. BORCOVSKY).

483 HOEKSTRA 1980.

484 Zu Göttingen: SCHÜTTE 1995; zu London (Ludgate Hill, 1982): EGAN/Pritchard 1991, 311–314.

ist allerdings vorerst nicht nachzuweisen. Eine ganze Reihe von äußerst umfangreichen Fundkomplexen ist zum Teil unpräzise auf das 15. bis 16. Jahrhundert datiert, zum Teil auf das 16. Jahrhundert oder auf die erste Hälfte des 16. Jahrhunderts. Kein einziger von diesen Fundkomplexen kann mit Sicherheit vor 1500 datiert werden.<sup>485</sup> Der Konstanzer Abfall aus Produktionsphase 2 ist sowohl hinsichtlich seiner Datierung um 1400 wie auch von der Menge her immer noch eine Ausnahme, der sich sogar die umfangreichsten Komplexe aus späterer Zeit nicht einmal annähern.<sup>486</sup>

Außer in der ungeheuren Menge des Konstanzer Abfalls, ist ein Hinweis auf Massenproduktion vielmehr darin zu sehen, dass seit etwa 1400 größere Mengen an Leisten mit Durchbohrungen für kleine kugelförmige Perlen auftreten. Die ältesten dieser Fundkomplexe stammen aus Lincoln (14. Jahrhundert), Konstanz (Phase 2, ca. 1375–1425) und Bern (Kramgasse 2, vermutlich kurz vor 1405).<sup>487</sup> Mit den Durchbohrungen für kleine runde Perlen kann sich nicht nur die Anzahl der Produkte vergrößern, sie eignen sich auch besonders für eine Massenproduktion mit hohem Produktionstempo in einer größeren Werkstatt (s. Kap. 3.4). Auch die Technik des Bohrens in gesägten Langknochenscheiben, durch die das Knochenmaterial noch besser ausgenutzt werden konnte, wurde seit dieser Zeit anscheinend gezielt in größeren Werkstätten betrieben. Entsprechend der Herstellung von runden Perlen wurde auch diese Technik bereits zuvor genutzt, wie eine durchbohrte Scheibe aus dem späten 13. bis 14. Jahrhundert aus Breslau zeigt.<sup>488</sup> Neu hinzu kam aber, dass sie in Konstanz in Produktionsphase 2 (ca. 1375–1425) bewusst in größerem, wenn auch begrenztem Umfang und gezielt eingesetzt wurde. Zunächst erfolgte dies für die Anfertigung einer speziellen Perlenform (längliche Perlen), später offensichtlich, um die Produktzahl zu erhöhen. Abfälle dieser Technik sind auffälligerweise aus äußerst umfangreichen Fundkomplexen mit mehr als einem halben Kubikmeter Knochenbohrabfall bekannt, die außerhalb von Bayern liegen. Außer aus Konstanz liegen sie aus Straßburg (15. bis erste Hälfte 16. Jahrhundert) vor sowie aus einem weiteren großen Leistenfund, dessen Umfang nicht genau bekannt ist: Basel-Petersberg (nach 1200) und aus einem kleineren Fundkomplex aus 's-Hertogenbosch (zweite Hälfte 14. bis erste Hälfte 15. Jahrhundert).<sup>489</sup> In 's-Hertogenbosch wurden – ähnlich wie in der Konstanzer Produktionsphase 2 und in derselben Periode – sowohl kleine runde Perlen aus relativ dünnen Scheiben herausgebohrt als auch längliche Perlen aus dickeren Scheiben.<sup>490</sup>

In der gleichzeitigen Herstellung von großen Mengen an kleinen Perlen und kleineren Mengen an großen Perlen im Produktionsabfall der Produktionsphase 2 aus der Konstanzer Münzgasse (ca. 1375–1425) kann man einen Hinweis auf die seit der Mitte des 14. Jahrhunderts in Bildquellen belegte Praxis sehen, Gebetsschnüre durch größere Perlen zu unterteilen. Außerdem wurde im späten 14. Jahrhundert, also im gleichen Zeitraum oder höchstens wenige Jahrzehnte vor der betreffenden Herstellung, das Abwechseln von einen Paternoster und zehn Ave Maria im Gebet eingeführt. Ein solcher Gebetswechsel kann mit einer größeren Perle angedeutet werden, einer anderen Perlenform wie z. B. einem Ring oder durch ein anderes Material.<sup>491</sup> Es ist deshalb nicht verwunderlich, dass das

485 Zu den Fundkomplexen, die mehr als einen halben Kubikmeter Knochenbohrabfälle umfassen, gehören die aus 's-Hertogenbosch (Niederlande, erste Hälfte 16. Jahrhundert: JANSSEN 1983; SPITZERS 2012), Straßburg (15. bis erste Hälfte 16. Jahrhundert: MAIRE 1990), Augsburg (ausgehendes 15. bis 16. Jahrhundert: HERRMANN 2011) und Regensburg (erste Hälfte 16. Jahrhundert: Mitteilung H. MILLITZER [Hagelstadt]).

486 Unbekannt ist die mengenmäßige Verteilung über die Jahrhunderte der ‚Unmengen‘ von Knochenbohrabfällen auf dem Münchner St.-Jakobs-Platz (BRAND 2003).

487 Zu Lincoln: COLYER 1975, 45; zu Bern: BOSCHETTI 2003.

488 JAWORSKI 1999, 84. Die Datierung beruht hauptsächlich auf einer relativchronologischen Basis und endet mit Sicherheit im frühen 15. Jahrhundert. Abb. 23a lässt – soweit zu beurteilen – vermuten, dass daraus eher runde als längliche Perlen angefertigt wurden.

489 MAIRE 1986 (Straßburg); GANSSE-BURKHARDT 1940 (Basel); SPITZERS 2012 ('s-Hertogenbosch). Allerdings ist der relativ früh datierte Fundkomplex aus 's-Hertogenbosch mit seinem (bislang) begrenzten Umfang von einigen Zehnteln an Leistenfragmenten, aus denen keine runden, sondern flache Perlen angefertigt sind, noch kaum als Abfall einer Massenproduktion zu betrachten. Die Verarbeitung der Knochenscheiben in 's-Hertogenbosch etwa gleichzeitig mit denen aus Konstanz, wenn nicht sogar früher, hat deutliche Merkmale eines Experiments.

490 's-Hertogenbosch, „Loeffplein“ (SPITZERS 2012).

491 u. a. RITZ 1975.

Verhältnis von kleinen zu großen Perlen nicht das von zehn Ave Maria zu einem Paternoster widerspiegelt. Bemerkenswert ist jedoch, dass zu Beginn der Produktionsphase 2 die Produktpalette nur das Zusammenstellen von relativ wenigen Gebetsschnüren für einen solchen Gebetswechsel ermöglichte. Dagegen wurde im Verlaufe dieser Produktionsphase die Produktpalette anscheinend unter Verwendung des gleichen Ausgangsmaterials den Anforderungen solcher Gebetsschnüre angepasst. Eine Kombination kleiner und großer Perlen ist auch aus Abfällen aus Breslau aus derselben Periode bekannt.<sup>492</sup>

Wie bereits erwähnt, werden die meisten großen Funde mit mehreren hunderten oder tausenden von Bohrleisten in das 15. bis 16. Jahrhundert datiert. Die Verteilung der Datierungen lässt vermuten, dass es im 16. Jahrhundert einen Gipfel in der Produktion von Knochenperlen gab, speziell in der ersten Hälfte und den letzten Jahrzehnten des Jahrhunderts: gerade vor und während der frühen Jahre der Reformation und während der Gegenreformation.

Insoweit entspricht der archäologische Nachweis der Massenproduktion von billigen Gebetsschnüren in den Fundkomplexen von durchbohrten Knochenleisten weitgehend der in Schrift- und Bildquellen bezeugten zunehmenden Beliebtheit der Gebetsschnüre. Wenige archäologische Funde allerdings weisen auf das Bohren von Knochenperlen nach etwa 1600 hin und nahezu keine auf die Zeit nach dem 17. Jahrhundert. Andere Materialien wie Glas und Holz könnten Knochen als Rohmaterial für billige Rosenkränze ersetzt haben. Es ist denkbar, dass die Verfügbarkeit der vor Ort als Schlachtabfälle anfallenden Knochen durch das Aufkommen von neuen oder das Wachsen von alten Knochen verarbeitenden Handwerkszweigen wie der Knopfproduktion oder der Seifen- und Leimsiederei beeinträchtigt wurde. Im Verlauf der Neuzeit, spätestens im 18. Jahrhundert, wird es üblich, dass Knochen verarbeitende Handwerker ihr Rohmaterial über Händler außerhalb des eigenen Einzugsgebiets in meist vorpräpariertem Zustand bezogen (s. Kap. 3.1.5.4).

Ebenfalls ist denkbar, dass die Werkstattabfälle in größerem Ausmaß weiterverwertet wurden. Die relativ geringe Menge an Funden von Abfällen der industriellen Massenproduktion von Knochenknöpfen des späten 18. bis frühen 20. Jahrhunderts ist in diesem Zusammenhang bemerkenswert.

#### 4.6 Regionale Unterschiede der Perlentypen

Wie im vorigen Abschnitt bereits erläutert, eignen sich bestimmte Formen der aus Knochen gebohrten Gebetsschnurperlen wie kugelförmige Perlen besser für eine Massenproduktion. Demzufolge wäre ein Zusammenhang zwischen eventuellen regionalen Unterschieden in der Form der Knochenperlen und den in Kap. 4.4 beschriebenen regionalen Unterschieden im Produktionsumfang zu erwarten.

So scheint z. B. die Produktion flacher Perlen mit einem ovalen Querschnitt und einem Durchmesser von etwa anderthalbmal bis doppelt so groß wie die Höhe (Abb. 113B) auf das Hansegebiet im nördlichen Teil des Verbreitungsgebiets der durchbohrten Knochenleisten beschränkt gewesen zu sein (Abb. 112). Solche Perlen sind als in Knochenleisten verbliebene Halbfabrikate aus den Niederlanden (Roermond, Utrecht, Vianen, Deventer, Zutphen und Elten) bekannt sowie aus Danzig. Die Datierungen dieser Funde verteilen sich auf die ganze Periode vom 13. bis zum späten 16. Jahrhundert.<sup>493</sup> Die Löcher, in welchen diese Perlen gefunden wurden, betragen 7 bis 11 mm im Durchmesser mit Höhen zwischen 3 und 7 mm. Knochenleisten mit Löchern mit ähnlichen Durchmesser und Höhen und mit demselben Verhältnis Durchmesser/Höhe wie in den Leisten mit

492 JAWORSKI 1999.

493 Zu Roermond: Stichting Rura 1984 (datiert in das 15. Jahrhundert, Mitteilung T. LUPAK [Haelen]); zu Utrecht: HOEKSTRA 1980 (datiert in das 13. Jahrhundert) sowie Dokumentation Gemeente Utrecht, erhalten von H. LÄGERS (ohne Datierung); zu Vianen: SPITZERS 2009 (ca. 1350–1450/zweite Hälfte 14. bis erste Hälfte 15. Jahrhundert); zu Deventer (ca. 1425–1475) und Zutphen (ca. 1475–1525): SPITZERS 2004; zu Elten (kurz nach 1585): BINDING et al. 1970; zu Danzig (13. bis erste Hälfte 16. Jahrhundert): Mitteilung Z. BORCOWSKY (Danzig); vgl. PANER 2006, Fig. 5.

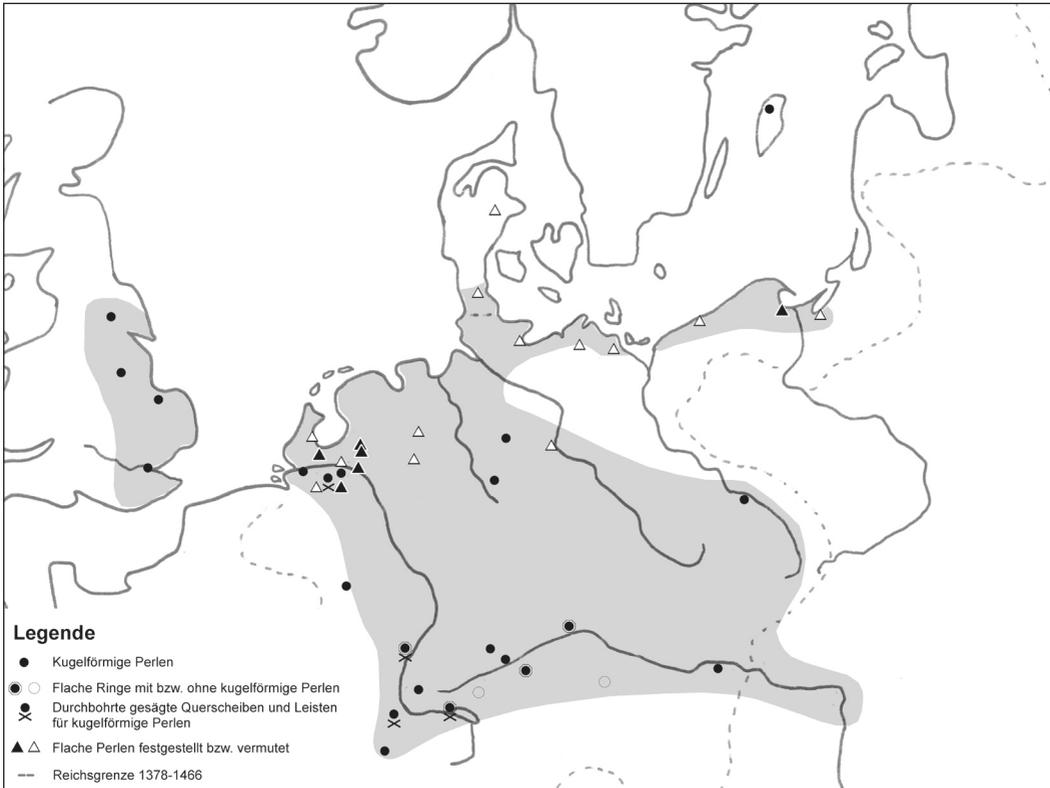


Abb. 112: Verbreitung der Produkttypen in durchbohrten Knochenleisten seit etwa 1350.

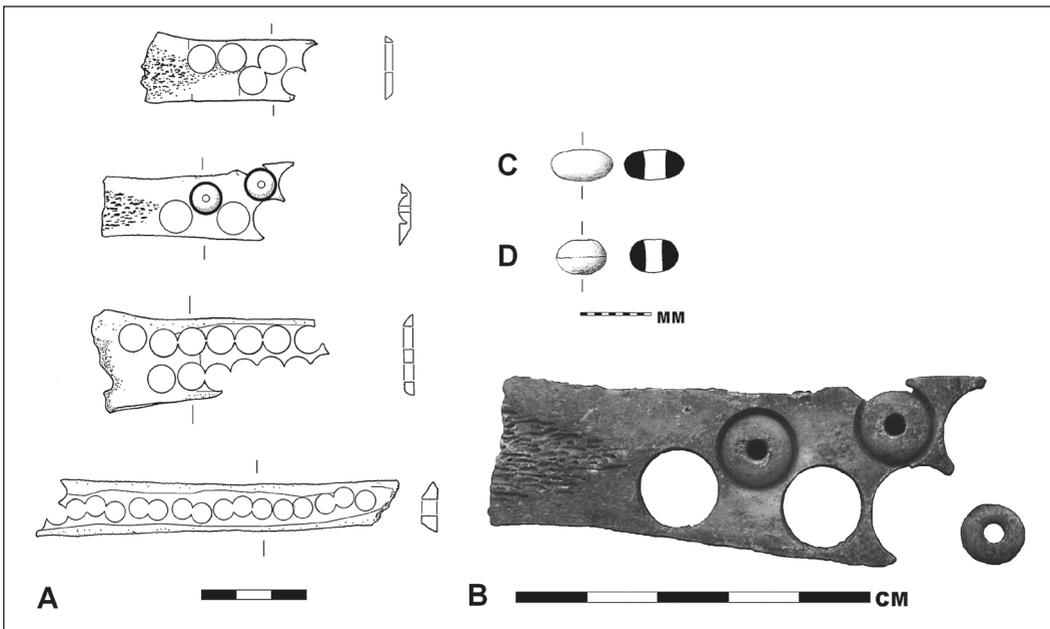


Abb. 113: Durchbohrte Leisten aus Zutphen (Niederlande), Grabung Stadhuis (1475–1525), zum Teil mit Halbfabrikaten flacher Perlen (A und B), flache Perle derselben Herkunft (C) und flache Perle aus Deventer (Bruynsteeg, 1425–1475) (D).

den flachen Perlen wurden in einer Reihe von Hansestädten an der südlichen Ostseeküste sowie in einigen Städten der nordwestlichen deutschen Tiefebene gefunden (Münster, Osnabrück, Hörter und Braunschweig) und auch in den angrenzenden Niederlanden (Amsterdam, Tiel, 's-Hertogenbosch).<sup>494</sup> Aus vielen dieser Löcher kann man ebenso gut kleine Ringe herausgebohrt haben. Diese erfordern allerdings im Allgemeinen kaum größere Höhen als 3 bis 4 mm. Leisten für kugelförmige Perlen mit Löchern, deren Höhe etwa dem Durchmesser entspricht, sind verhältnismäßig selten in der Hansegegend, besonders an der südlichen Ostseeküste.

Dagegen bestanden die meisten der früheren Produktionen (13. bis 14. Jahrhundert) aus dem südlichen Teil des Verbreitungsgebiets der durchbohrten Knochenleisten lediglich aus Ringen mit einem runden Wulstschnitt (Abb. 68, Nr. 9–15). Eine kleinere Produktion aus dem 15. Jahrhundert aus Burghausen (Bayern) bestand völlig aus flachen Ringen.<sup>495</sup> In den Produktionen großen Umfangs aus dem 15. und 16. Jahrhundert dagegen herrschten kugelförmige Perlen mit Durchmessern zwischen 3 und 15 mm vor, meistens zwischen 4 und 8 mm (Abb. 68, Nr. 1–4). In solchen Fundkomplexen ist eine große Anzahl von kleinen Perlen mit Durchmessern von etwa 5 mm typisch, oft verbunden mit kleineren Mengen an großen Perlen und/oder Ringen mit verschiedenen Formen. Nicht nur ermöglicht es das Bohren der kugelförmigen Perlen, das Rohmaterial zweckmäßiger auszunutzen als das Bohren anderer Produktformen wie Ringe und flache Perlen, da es im Allgemeinen kleinere Lochdurchmesser und somit weniger Knochenoberfläche erfordert. Es erleichtert auch eine Massenproduktion in einer Werkstatt mit Lehrlingen oder Gesellen, indem es weniger Sorgfalt und Fertigkeit erfordert. Es ist also nicht verwunderlich, dass sich dieses Produktionsmuster hinsichtlich seiner räumlichen und zeitlichen Verbreitung mit derjenigen einer Vielzahl größerer Fundkomplexe durchbohrter Leisten deckt (Abb. 111 und 112). Bezeichnend ist weiterhin, dass ausgerechnet in einigen der umfangreichsten dieser Fundkomplexe in Konstanz und Straßburg sowie in Basel zusammen mit durchbohrten Leisten für kugelförmige Perlen in begrenzten Mengen durchbohrte Scheiben gefunden wurden. Aus diesen Scheiben wurden ebenfalls kleine kugelförmige Perlen herausgebohrt, aber auch längliche Perlen, deren Durchmesser kleiner als ihre Höhe ist (Abb. 68, Nr. 5–8). Während das Bohren von kugelförmigen Perlen bereits die besten Möglichkeiten bietet, das Rohmaterial in der Form von Leisten so effizient wie möglich auszunutzen, ist es durch das Bohren parallel zur Knochenlänge aus Scheiben möglich, noch mehr Perlen aus einem Langknochen anzufertigen. Im Gegensatz zu Ersterem ist Letzteres jedoch arbeitsintensiver und erfordert mehr Sorgfalt.

Den Anstoß zur Bildung dieses Produktionsmusters, das offenbar die effizientere Nutzung des Rohmaterials zum Ziel hatte, könnte ein Mangel an Rohmaterial während einer längeren Periode von mehreren Jahren gewesen sein. Einen solchen Mangel deutet ausgerechnet die Analyse eines der frühesten Abfallkomplexe mit diesem Muster an: die Abfälle der Produktionsphase 2 aus der Konstanzer Münzgasse, die um 1400 datieren.

Eine Effizienz in der Nutzung des Rohmaterials, welche die Form der Knochenperlen bei den größeren Produktionen im Süden beeinflusste, wird bei den Produktionen kleineren Umfangs in den Hansestädten an der südlichen Ostseeküste kaum von Interesse gewesen sein. In der Hanseregion sind keine durchbohrten gesägten Scheiben bekannt und verhältnismäßig wenige Funde von Leisten mit kugelförmigen Perlen (Abb. 112). Dass stattdessen insbesondere in den Niederlanden die Herstellung flacher Perlen über den langen Zeitraum vom 13. bis zum 16. Jahrhundert andauerte, lässt sich jedoch nicht dadurch begründen, dass es weder einen Mangel an Rohmaterial noch eine

494 Mitteilungen verschiedener Teilnehmer des fünften Lübecker Kolloquiums zur Stadtarchäologie im Hanseraum zum Thema Handwerk von 25. bis 28. Oktober 2004 in Travemünde; Datenaufnahme des Autors (zu Lübeck); REBKOWSKI 1998 (zu Kolberg/Kołońbrzeg); LEHMKUHL 1992 (zu Anklam); KÖNIG 1999 (zu Hörter); SCHLÜTER 1979 (zu Osnabrück); THIER 1997 (zu Münster); RIJKELIJRHUIZEN 2004 (zu Amsterdam); SPITZERS 2006 (zu Tiel); SPITZERS 2012 (zu 's-Hertogenbosch).

495 HAGN 1995.

Massenproduktion gab. Gerade hier sind am südwestlichen Rand der Hanseregion Abfallkomplexe ziemlich umfangreicher Produktionen von Knochenperlen gefunden worden (z. B. in der Hansestadt Deventer und dem Kloster Elten bei Emmerich aus dem 15. bzw. 16. Jahrhundert), in denen flache Perlen angefertigt wurden.<sup>496</sup> Im gleichen Zeitraum wurden kaum 100 km weiter südwestlich in den Nicht-Hansestädten 's-Hertogenbosch, Gorinchem und Ravenstein in großem und kleinerem Umfang Knochenperlen nach dem aus Süddeutschland bekannten Muster mit kugelförmigen Perlen produziert.<sup>497</sup> Hier scheint sich eine Verbindung zwischen Handelsnetzwerken und Handwerk zu zeigen. Bezeichnend ist in dieser Hinsicht der Fund einer durchbohrten Knochenleiste für flache Perlen aus der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts in der Stadt Tiel, noch keine 20 km von 's-Hertogenbosch entfernt.<sup>498</sup> Während 's-Hertogenbosch kulturell stark südlich orientiert war, versuchte das aufblühende Tiel gerade zu dieser Zeit in den Hanseverband einzutreten und hatte intensive Beziehungen zu und Bündnisse mit niederrheinischen Städten wie Wesel und Emmerich.<sup>499</sup> Interessant ist in diesem Zusammenhang auch, dass ausgerechnet in der Stadt Visby, die eine Sonderstellung im Hanseverband hatte, Knochenleisten mit kugelförmigen Perlen gefunden wurden.<sup>500</sup> Auch in England mit seiner Vielfalt an überseeischen Handelsbeziehungen ist die Produktion kugelförmiger gebohrter Perlen nachweisbar, hauptsächlich datiert in das 14. Jahrhundert (in London, King's Lynn und Lincoln).<sup>501</sup> Diese Leisten, die zeitlich vor oder zur Anfangszeit der Verwendung des süddeutschen Musters liegen, haben andere Formen und die zu verwertende Leistenoberfläche wurde relativ ineffizient ausgenutzt. Während englische Knochenleisten aus dem 14. Jahrhundert v. a. Bohrungen für (fast) kugelförmige Perlen zeigen, sind aus dem 15. Jahrhundert überwiegend Bohrlöcher für flache Perlen oder Ringe bekannt.<sup>502</sup> Macht sich hier vielleicht, nach einer eigenständigen Entwicklung, ein späterer Einfluss der Hansekontakte bemerkbar?

#### 4.7 Charakteristiken der Fundstellen

Die Charakteristiken der Fundstellen von Knochenbohrabfällen geben weitere Hinweise auf die Mechanismen, die hinter der Verbreitung der erörterten Produktionsmuster stehen. Obwohl der Hauptteil der durchbohrten Knochenleisten in Städten gefunden wurde, gab es gelegentlich auch außerhalb von Städten solche Funde in Klosteranlagen (z. B. in Elten und Monnikhuizen, beide nahe Arnheim)<sup>503</sup> oder in Dörfern wie Brigachtal nahe der Stadt Villingen in Baden-Württemberg.<sup>504</sup> Obwohl viele Fundstellen innerhalb sowie außerhalb von Städten mit geistlichen Niederlassungen in Verbindung zu bringen sind, z. B. durch ihre Lage neben Gemeindekirchen (wie in Göttingen und Augsburg) oder Klöstern, lassen historische ebenso wie archäologische Hinweise darauf schließen, dass die Knochenbohrer im Allgemeinen keine Geistlichen, sondern Handwerker waren, die für einen Markt produzierten. Alle Arten religiöser wie nicht-religiöser Zusammenkünfte konnten als ein solcher Markt gelten. Viele der Städte mit Funden von Knochenleisten waren geistliche Zentren oder Städte mit einer Kirche oder Zeremonie, die Pilger von auswärts anzogen. Wie Funde auf Marktplätzen anzeigen (wie in Zutphen [Niederlande], Höxter, Halle/Saale, Köln,

496 SPITZERS 2004 bzw. BINDING et al. 1970.

497 JANSSEN 1983 und SPITZERS 2012 ('s-Hertogenbosch); Mitteilung M. VEEN (Gorinchem) bzw. SPITZERS 2011 (Ravenstein).

498 SPITZERS 2006.

499 Mitteilung H. VAN HEININGEN (Tiel).

500 Mitteilung L. ZERPE (Wisby).

501 London: EGAN/Pritchard 1991 (Ludgate Hill) und GAIMSTER/YEOMANS 2005 (Whitefriars); King's Lynn: CLARKE/CARTER 1977; Lincoln: COLYER 1975.

502 u. a. in London (Billingsgate: EGAN/Pritchard 1991; Whitefriars: GAIMSTER/YEOMANS 2005) und Norwich (MARGESON 1993, 193).

503 BINDING et al. 1970 (Elten) und unveröffentlichte Mitteilung A. W. N. ARNHEM (Monnikhuizen).

504 JENISCH 1994; auch bei RÖBER 1995.

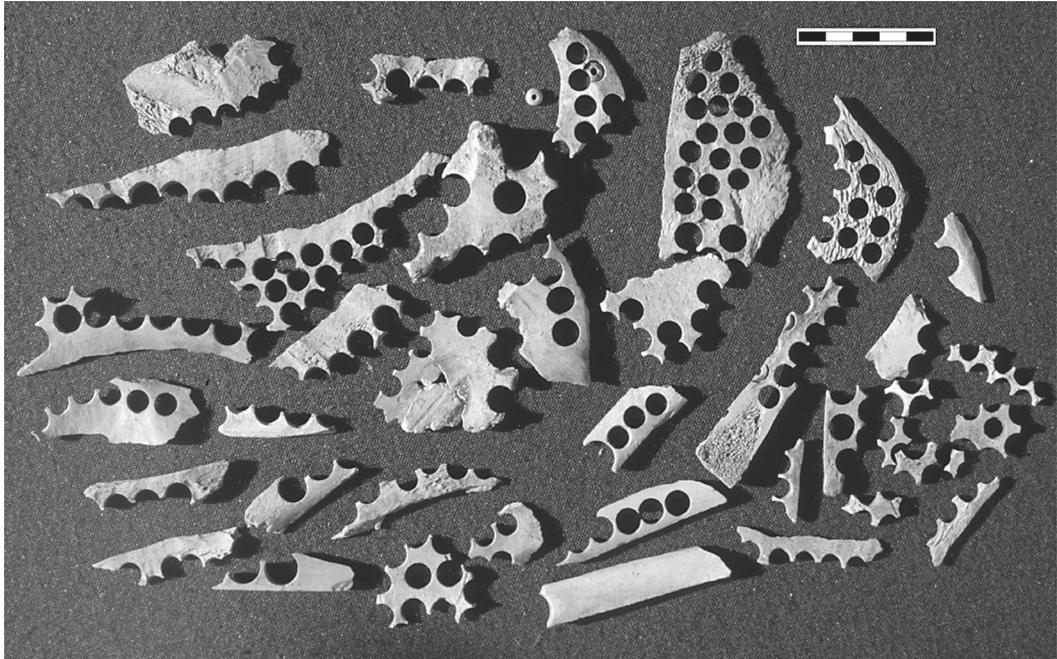


Abb. 114: Durchbohrte Knochenleisten mit flachen Perlen, dem Abfall von etwa einem Tag Perlenbohren entsprechend. Deventer (Niederlande), Bruynssteeg (ca. 1425–1475, Sammlung Archeologie Deventer).

München, dem nahe gelegenen Burghausen und Breslau<sup>505</sup>), zogen Marktversammlungen, die oft mit religiösen Festen verbunden waren, ebenfalls Knochenbohrer an. Die beiden ältesten Funde durchbohrter Knochenleisten aus Höxter und Köln stammen beide von Marktplätzen, an denen außerdem die Schlachterscharren bzw. Fleischbänke belegt sind.<sup>506</sup>

In München wurden kürzlich große Mengen von Knochenbohrabfällen zwischen den aufeinander folgenden Pflasterungen des Platzes vor dem St. Jakobskloster gefunden, wo der jährliche St. Jakobsmarkt Kaufleute sowie zehntausende von Pilgern anzog, die sich u. a. zur Pilgerfahrt nach Santiago de Compostela trafen.<sup>507</sup> Andere Funde stammen von an Marktplätze grenzenden Parzellen wie in Vianen (Niederlande), Heideck (Mittelfranken) und Breslau (Polen).<sup>508</sup> Solche Funde können von auf dem Marktplatz arbeitenden Handwerkern stammen, aber auch aus Werkstätten auf den am Markt liegenden Parzellen (s. weiter unten).

Als Orte religiöser Zusammenkünfte, die Pilger oder örtliche Gläubige anzogen, stellten Kathedralen, Klöster und Wallfahrtskirchen in Städten sowie auch auf dem Lande einen Markt für Paternosterhersteller dar. Dies erklärt die zahlreichen Funde an Abfällen des Knochenbohrens nahe Klöstern innerhalb und außerhalb von Städten oder in Dörfern mit einer großen Basilika wie Unterreggenbach (Baden-Württemberg).<sup>509</sup> Wenige Orte allerdings scheinen in ausreichendem Maße einen ständigen Markt für einen vollberuflichen Handwerker geboten zu haben. Die meisten Funde stellen nicht mehr als den Abfall der Arbeit eines Tages oder von wenigen Wochen dar. Entsprechend den Er-

505 SPITZERS 2004 (zu Zutphen); KÖNIG 1999 (zu Höxter); HERRMANN 2008 (zu Halle/Saale); ATEN et al. 1997 (zu Köln); BRAND 2003 (zu München); HAGN 1995 (zu Burghausen); JAWORSKI 2002 (zu Breslau, etwa 1300).

506 Mitteilung M. KÖNIG (Höxter) bzw. ENNEN 1975.

507 BRAND 2003.

508 SPITZERS 2009 (zu Vianen); HOHMANN/SCHULTEISS bei MITTELSTRASS 2000 (zu Heideck); JAWORSKI 2002 (zu Breslau).

509 RÖBER 1995.

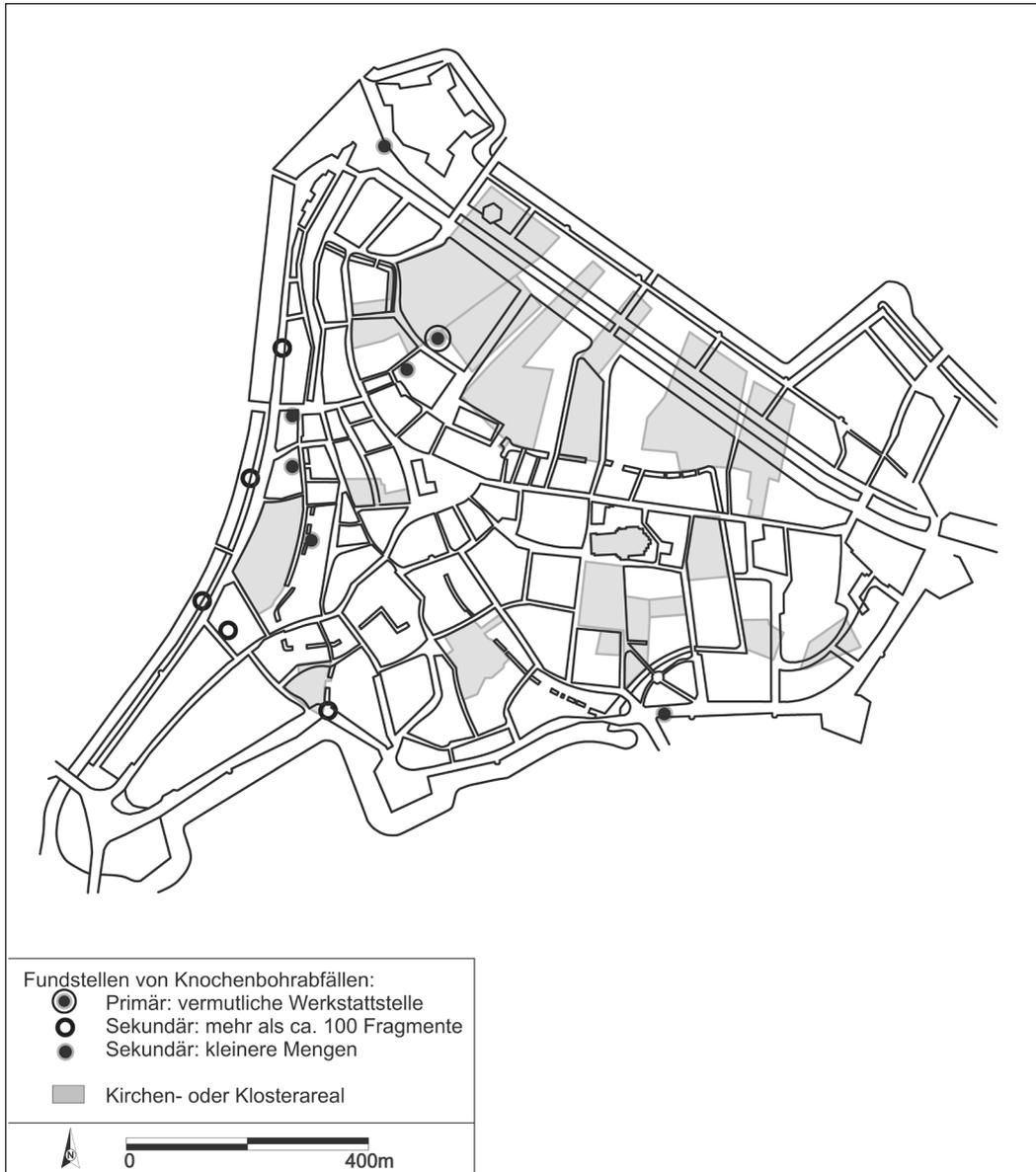


Abb. 115: Plan der Innenstadt von 's-Hertogenbosch mit Fundstellen von Knochenbohrabfällen.

fahrungen mit einem rekonstruierten Knochenbohrer kann an einem Tag eine gute Hand voll von 30 bis 50 durchbohrten Leistenfragmenten mit etwa 300 Perlen produziert werden (Abb. 114).<sup>510</sup> Nach diesem Muster könnte ein ziemlich großer Fund von tausend Fragmenten von Knochenleisten von vier bis sechs Wochen Arbeit von einer Person stammen, die ungefähr 25 lange oder 200 kurze Paternosterschnüre produzierte. Eine feste Werkstatt mit jahrelanger Produktion in derselben Stadt hätte Kubikmeter an Abfall produziert. Solche massiven Funde wurden besonders in großen Bischofsstädten in Süddeutschland gefunden – weit entfernt von der Bernsteinregion – in Straßburg,

<sup>510</sup> Mitteilung M. TIELENS (Geldermalsen). Die Leistenmengen verschiedener geschlossener Fundkomplexe, v. a. auf oder in der Nähe von Marktplätzen passen in diesen Rahmen.

Basel, Konstanz, Augsburg und Regensburg.<sup>511</sup> Offenbar sorgten die Bischofssitze solcher Städte für eine dauernde Nachfrage nach billigen Gebetsschnüren durch einen ständigen Zustrom von Gläubigen.

Eine Ausnahme im Norden bildet die Stadt 's-Hertogenbosch im südlichen Teil der Niederlande. Im 15. und 16. Jahrhundert blühte sie als Glaubenszentrum um die St. Johannesbasilika, und es befanden sich zahlreiche Klöster in der Stadt (Abb. 115). Zwischen 1542 und 1543 wurde ein neuer Stadtwall mit Knochenleisten gefüllt. Abfälle unterschiedlicher Produktionsstadien, die getrennt in verschiedenen Schichten übereinander zusammen mit sehr feinem Bohrstaub 300 m entfernt gefunden wurden, lassen vermuten, dass es an der betreffenden Stelle oder in unmittelbarer Nähe eine Werkstatt gegeben hat.<sup>512</sup> Sie lag in einer Nebenstraße, die zum weniger als 200 m entfernten Marktplatz führte. Kleinere Mengen an Abfall wurden verteilt über die Stadt gefunden (Abb. 115). Die Lage einer Werkstatt in einer kleinen Gasse nahe dem Marktplatz ist möglicherweise auch durch einen Bohrabfallfund flacher Ringe in Biberach (Baden-Württemberg) belegt.<sup>513</sup>

Dieser geschlossene Fundkomplex umfasst die doppelte Menge der oben rekonstruierten Tagesproduktion. Andere Funde könnten auf Werkstätten auf den am Markt liegenden Parzellen hinweisen wie der Fund von anderthalb Tagesproduktionen an Leisten vom Hinterhof einer am Marktplatz von Vianen (Niederlande) gelegenen Parzelle.

In Konstanz ist eine Werkstatt von Paternostermachern in vergleichbarer Lage schriftlich belegt.<sup>514</sup> Von 1380 bis 1391 taucht in den Konstanzer Schriftquellen ein „Cüntz Paternosterer“ auf. Nachdem er bereits einige Jahre in Konstanz in Strafverhandlungen erwähnt wird, erwirbt der aus Rottweil Stammende 1382 das Bürgerrecht von Konstanz. Damit konnte er einen eigenen Wohnsitz innerhalb der Stadt erwerben, der wiederum die Bedingung dafür war, in der Stadt ein Gewerbe auszuüben. 1384 ist er mit anderen Handwerkern im „Haus zum roten Schild“ in der Tirolergasse 3 wohnhaft (Abb. 116 und 8). Sein Sohn Ulrich erwirbt 1391 im gleichen Haus eine Hausstätte mit Hofstatt neben der seines Vaters unter der heutigen Hausnummer Tirolergasse 5, vielleicht um eine eigene Werkstatt zu führen. Die Tirolergasse ist eine schmale Gasse, die von der Marktstätte zur Münzgasse führt. Stadtpatrizier vermieteten hier Wohn- und Werkräume an unterschiedliche Handwerker.<sup>515</sup> Die Miete bzw. Pacht war in der Gasse niedriger als an den Hauptgeschäftsstraßen oder dem Marktplatz selbst. Dennoch lagen die Stätten zentral im Gewerbeviertel nur wenige Schritte entfernt von der Marktstätte. Dort befand sich die Metzgi, wo Knochen verarbeitende Handwerker ihren Rohstoff beziehen konnten.

Weitere Berichte lassen es als wahrscheinlich erscheinen, dass die genannten Paternosterer tatsächlich ihr Gewerbe in der Gasse ausübten. So wird über einen Vorfall im Jahre 1381 berichtet, bei dem Schrawli, der Knecht des Paternosterers Händel verursachte, unterstützt von Kirstan Würfler aus der gleichen Tirolergasse. Nach der Verurteilung der beiden bürgte Kirstan Würfler für den Knecht des Paternosterers. Anscheinend hatte er ein Interesse am Gewerbe des Paternosterers, denn 1391 bürgte er nochmals für einen anderen Paternosterer namens Heinzmann. Außerdem hatte Cüntz Paternosterer offensichtlich eine Beziehung zum Säckler, einem Leder verarbeitenden Handwerker, mit dem er sich regelmäßige Händel lieferte. Zwar ist nicht bekannt, aus welchem Material Cüntz

511 Der genaue Umfang des Fundes einer „großen Anzahl“ von durchbohrten Leisten vom Basler Petersberg ist nicht bekannt (GANSNER-BURKHARDT 1940). In Augsburg hatten bereits häufige Funde von beschränkten Abfallmengen mit ähnlicher Datierung im 16. Jahrhundert (Mitteilung M. HERMANN [Augsburg]) eine Werkstatt mit mehr als vorübergehender Tätigkeit vermuten lassen, bevor die Aufdeckung einer ausgedehnten kommunalen Müllhalde, ähnlich wie in Straßburg 2010, einen entsprechend umfangreichen Fundkomplex ans Licht brachte (Hermann 2011). Zu Regensburg: Mitteilung H. MILLITZER (Hagelstadt, 1999; s. auch MITTELSTRASS 2000). Die Fundmengen aus Straßburg wurden vom Verfasser festgestellt.

512 Grabung „Loeffplein“; Beobachtung des Verfassers.

513 SPITZERS 1996

514 Die schriftlichen Erwähnungen zu Paternostermachern und Würflern in Konstanz werden umfassend bei ERATH 1996 dargestellt und analysiert.

515 MEIER 1989, 167–177.

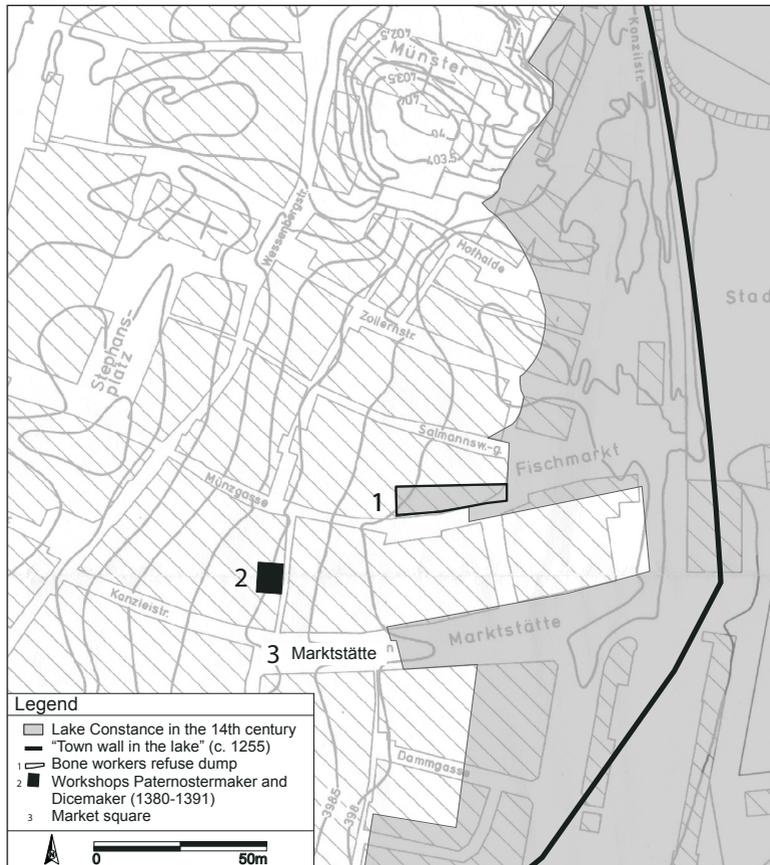


Abb. 116: Plan des Seeuferquartiers von Konstanz im 14. Jahrhundert mit der Abfalldéponie in der Münzgasse (1), dem Haus zum Roten Schild – Wohnsitz des Cuentz Paternosterer in der Tirolergasse (2) und der Marktstätte mit den Schlachtbänken (3).

seine Gebetsschnüre herstellte, doch es passt in den Gesamtzusammenhang, dass er dazu Knochen benutzte. In ähnlicher Weise bietet es sich an anzunehmen, dass auch der Würfler in der Tirolergasse ein Handwerksgewerbe ausübte, z. B. aufgrund der Erwähnung eines vom Knecht des Würflers 1387 gelieferten Streits „im Gässlin“.<sup>516</sup> Immerhin ist bei keiner der vielen Streitigkeiten, in die Kirstan Würfler verwickelt war, vom Würfelspiel die Rede. Im Steuerbuch von 1418 wird ein C. Würfler in der Tirolergasse erwähnt.<sup>517</sup> Es ist unklar, ob es zwischen diesem und den 1437 genannten „Würflerinnen huser“ eine Verbindung gibt.

Weiterhin ist es nahe liegend, eine Verbindung zwischen den Paternosterern in der Tirolergasse und dem mit ihnen in Beziehung stehenden Würfler einerseits und den umfangreichen Abfällen vom Paternoster- und Würfelmacher aus der Münzgasse andererseits zu sehen. Zeitlich bewegen sich die Schriftzeugnisse innerhalb des Rahmens der Ablagerungen der Produktionsphase 2 (etwa 1375–1425/1450). Zudem lag der brachliegende Schwemmwasserstreifen an der Münzgasse 4 überwiegend Hang abwärts und nur 100 m entfernt von den Häusern der Paternosterer in der Tirolergasse, war also die wahrscheinlichste Ablagerungsstätte für deren Abfälle. In einer Abfallleiste der

<sup>516</sup> So ERATH 1996. Weder der Name des Würflers noch der der Gasse wird erwähnt im dort dargestellten Zitat aus E. HÖFLER, Der Rat und seine Bürger. Alltag und Recht im ersten Ratsbuch der Stadt Konstanz (1376–1391). Bd. 2 (Konstanz 1991) 290 f.

<sup>517</sup> MEIER 1990, 170.

Perlenbohrer, die nachträglich zu einem Würfelstab umgeformt wurde, mit der Absicht, daraus Würfel anzufertigen, könnte man die Bestätigung der Zusammenarbeit der Paternosterer und Würfler sehen, welche die Schriftquellen vermuten lassen.

Es bietet sich also an, in den Abfällen der Produktionsphase 2 der Perlen- und Würfelanfertigung aus Knochen aus der Münzgasse die Abfälle von den Paternoster- und Würfelmachern zu sehen, deren Zusammenarbeit im späten 14. Jahrhundert in der nahe gelegenen Tirolergasse auf Grundlage von Schriftquellen als wahrscheinlich gelten darf. Diese Interpretation beruht jedoch auf einer Reihe von Annahmen, die zwar zusammengenommen eine kongruente Interpretation zulassen, bei denen aber für jedes einzelne Element auch ganz andere Schlüsse möglich sind. Schon die einzige Nennung des Paternosterers Heintzmann zeigt, dass zwischen 1375 und 1425 durchaus weitere Paternoster- und Würfelmacher tätig gewesen sein könnten, die zufälligerweise nicht in den Quellen genannt sind. Ebenso war eine Zusammenarbeit von Herstellern von Knochenperlen und -würfeln wahrscheinlich nicht ungewöhnlich. Beide Handwerker benutzten dasselbe Rohmaterial und zumindest in Konstanz teilten sie die ersten Schritte der Knochenverarbeitung. Die Kombination von Würfelabfällen und solchen von der Perlenherstellung ist nicht nur aus der Konstanzer Münzgasse, sondern ebenfalls von mehreren anderen Fundorten bekannt, u. a. durch relativ früh datierte Funde von Bohrabfällen.<sup>518</sup>

Von ganz anderer Art ist die Begründung eines Zusammenhangs zwischen dem größten Fund von Abfällen durchbohrter Knochenleisten mit der größten religiösen Versammlung des späten Mittelalters nördlich der Alpen.<sup>519</sup> Von 1414 bis 1418 zog das Konzil von Konstanz zehntausende Fremde aus ganz Europa in diese Stadt. Vier Jahre lang erlebte die Stadt eine extreme Hochkonjunktur. Die Zahl der in der Stadt anwesenden Menschen wuchs etwa auf das Vierfache der normalen Anzahl von schätzungsweise 6000 bis 8000 Einwohnern an. Die normalerweise mittelgroße Stadt beherbergte genauso viele Menschen wie Großstädte wie Straßburg und Nürnberg.<sup>520</sup> Der Markt für Paternosterschnüre – billige ebenso wie teure – wird während dieser Jahre ebenso plötzlich wie extrem expandiert sein, um am Ende genauso plötzlich wieder abzunehmen. Dies würde nicht nur den Umfang der Abfälle, sondern auch wichtige Haupttendenzen in den Ergebnissen der sozial- und wirtschaftshistorischen Analyse dieser Abfälle erklären. So finden sich bei den Abfällen der gesamten Produktionsphase 2 vom Anfang bis zum Ende Hinweise auf eine starke Nachfrage nach Knochenperlen sowie eine Knappheit an Rindermetapodien und bei denjenigen der Produktionsphase 3 eine starke Abnahme der beiden. Die Knappheit mag durch den Knochenbedarf der vielen hundert von auswärts zugeströmten Handwerker mit verursacht worden sein, die die Straßen mit ihren Buden füllten. Im selben Lichte betrachtet ist es bemerkenswert, dass noch im weiteren Verlauf der Produktionsphase 2 neue Lösungen für das Spannungsfeld zwischen Bedarf und Verfügbarkeit des Rohmaterials gefunden wurden, wie z. B. die Anfertigung von runden statt länglichen Perlen aus dünneren Knochenscheiben.

Es scheint, als wäre die bereits am Anfang der Produktionsphase 2 entstandene Situation neu gewesen und hätte neue Lösungen erfordert, die erst noch entwickelt werden mussten. Anfangs wurde eine bereits vorhandene Technik – die Anfertigung von runden Perlen aus Leisten – so effizient wie möglich angewendet und standardisiert. Vielleicht waren es nach dem Ende des Konzils Paternosterer, die von Konstanz aus ausschärmten und das so entstandene Produktionsmuster verbreiteten und in Produktionen größeren und kleineren Umfangs verwendeten. Die Anwesenheit vieler

---

518 z. B. aus Höxter (Mitte des 12. Jahrhunderts: KÖNIG 1999), Halle/Saale (13. Jahrhundert: HERRMANN 2008), Göttingen und Würzburg (beide um 1300: SCHÜTTE 1995 bzw. HEYSE et al. 2003). Die Kombination ist weiterhin bekannt aus Straßburg (Quai des Alpes, zweite Hälfte des 15. Jahrhunderts: Mitteilung J. MAIRE), vom Münchner St.-Jakobs-Platz (nicht datiert: BRAND 2003) und aus einer Regensburger Latrinenauffüllung (spätes 14. bis 16. Jahrhundert: LOERS 1984). Bei den zwei letzten Beispielen sowie bei den Funden aus Halle/Saale wird eine Gleichzeitigkeit beider Abfallgruppen nicht erwähnt.

519 Der Umfang der kürzlich auf dem Münchner St.-Jakobs-Platz gefundenen Abfälle vom Knochenbohren (BRAND 2003) ist nicht bekannt und wurde deshalb nicht mitgerechnet.

520 MAURER 1989, 9–47.

fremder Handwerker und Käufer aus ganz Europa mag zur Aufnahme neuer Produktformen und Techniken beigetragen haben.

Eine Neuheit am Anfang der Produktionsphase 2 ist die Anfertigung von länglichen Perlen aus quer aus Knochenröhren gesägten Scheiben. Während die Technik mit den Scheiben etwa in der gleichen Zeit in Breslau verwendet wurde, findet sich die längliche Perlenform häufig als Produkt der in Frankreich verwendeten Drechseltechnik. Diese Technik, bei der Knochenzylinder oder -blöckchen zu Perlen gedrechselt wurden, eignet sich viel besser für die Anfertigung der länglichen Perlenform als die Bohrtechnik. Die längliche Perlenform entsteht bei der Drechseltechnik bereits bei einem Abrunden der Ecken eines Knochenzylinders durch relativ geringfügiges Abschleifen und die Form könnte so als Folge der Technik entstanden sein. Außerhalb der Konstanzer Münzgasse sind längliche Perlen, soweit bekannt, nur in Straßburg zusammen mit durchbohrten Scheiben und Leisten gefunden worden: unweit vom Französischen Jura, wo in der Neuzeit (u. a. längliche) Knochenperlen gedrechselt wurden.<sup>521</sup> Vielleicht gab eine aus Frankreich oder dem Mittelmeerraum stammende Kundschaft in Konstanz Anlass zur Anfertigung der im Heiligen Römischen Reich nördlich der Alpen ungebrauchlichen länglichen Perlen, wobei aus praktischen Gründen die Scheibentechnik verwendet wurde.

Nach dem Konzil könnte die Kombination von länglicher Perlenform und Scheibentechnik von Paternosterern nach Straßburg mitgenommen worden sein, die in dieser Bischofsstadt mit einer viel größeren Bevölkerung einen neuen Absatz suchten.<sup>522</sup>

Eine weitere Neuheit – die Form der flachen Ringe oder Scheiben mit großem Mittelloch – wurde erst nach dem offensichtlichen Nachlassen der Nachfrage und der Rohmaterialknappheit eingeführt. Auch bei dieser Innovation mag das Konzil in Konstanz als Ort der Begegnung von Menschen und Ideen eine Rolle gespielt haben, z. B. durch die Verbreitung der zugrunde liegenden Idee des Gebetskranzes.

Während manche religiösen Zentren einen ausreichenden Markt für eine permanente Werkstatt boten, können Perlendreher aus anderen Städten mit ihrer Bohrmaschine auf dem Rücken religiöse Treffen oder Märkte in der Gegend aufgesucht haben, um für einen oder mehrere Tage auf dem Marktplatz zu arbeiten. So könnte es in dem Dorf Brigachtal gewesen sein, 5 km entfernt von der Stadt Villingen (Baden-Württemberg), die beide Fundstellen mit Knochenbohrabfällen aufweisen.<sup>523</sup> In der Stadt Zutphen (Niederlande) wurde eine Hand voll durchbohrter Knochenleisten, welche etwas weniger als den zuvor angenommenen Bohrertrag eines Tages darstellt, in einer zwischen 1475 und 1525 datierten Abfallgrube auf dem Fischmarkt neben der Stiftskirche ausgegraben.<sup>524</sup> Zwei weitere Leisten wurden am Hauptmarktplatz gefunden.<sup>525</sup> In der Nachbarstadt Deventer dagegen, dem kirchlichen Gegenstück zum mehr adlig geprägten Zutphen 15 km entfernt, deutet die Deponierung von tausenden von Leistenfragmenten in und v. a. am Rande eines Handwerkerviertels auf die Anwesenheit einer Werkstatt hin. Die Mehrheit dieser Abfälle wurde auf einem Gelände zwischen der inneren und äußeren Stadtmauer deponiert in einer im 15. bis 16. Jahrhundert datierten Schicht sowie am davor liegenden Flussufer.<sup>526</sup> Eine kleinere Menge im Umfang einer Tagesproduktion aus einer Abfallgrube im Handwerkerviertel selbst wurde präziser zwischen ca. 1450 und 1475 datiert.<sup>527</sup> Nicht nur ist diese Datierung etwas früher als die der Zutphener Abfälle, auch gibt es einen Unterschied in der Wahl des Rohmaterials. Während in der Deventer Werkstatt sowohl Metapodien wie Unterkiefer vom Rind verwendet wurden, entstammen die Abfälle von den Zutphener

521 PICOD 1994.

522 Die Massenproduktion von Knochenperlen in Straßburg hat wahrscheinlich noch vor oder um die Mitte des Jahrhunderts angefangen und ihre Abfälle zeigen das höchste Ausmaß an Übereinstimmung in technischen Details mit den Konstanzer Abfällen (Mitteilung J. MAIRE [Straßburg] bzw. Feststellung des Verfassers).

523 JENISCH 1994; RÖBER 1995.

524 GROOTHEDDE 2003.

525 Grabung Houtmarkt 69, unveröffentlicht.

526 VAN VILSTEREN 1987, 62 sowie Mitteilung J. H. STANLEIN (Deventer).

527 MITTENDORFF/VERMEULEN 2004, 77–81.

Märkten ausschließlich Rindermetapodien. Ein Vorrat vorpräparierter Metapodien lässt sich wegen ihrer kompakteren Form leichter in einem Rucksack mitnehmen als mehrere Unterkieferhälften. Obwohl in beiden Hansestädten die gleichen Gegenstände herausgebohrt wurden (flache Perlen und vermutlich auch Ringe) in Löchern mit vergleichbaren Durchmesser (zwischen 7 und 16 mm) und Höhen (3 bis 5 mm), bleibt eine Beziehung zwischen beiden Funden fraglich. Wahrscheinlicher ist, dass die in Deventer angefertigten Gebetsschnüre u. a. über den dort ansässigen Buchhändler Wolter de Hoge an den Mann gebracht wurden. Bei seinem Tod 1459 hinterließ er außer mehreren Dutzend von religiösen Büchern und Heiligenbildern, „eintausend Paternoster aus Knochen und Holz“ in einer Kiepe.<sup>528</sup> Sein Laden lag gleich neben dem Handwerkerviertel mitten im blühenden Zentrum der ‚Modernen Devotion‘, was zusammen mit fünf Jahrmärkten und den verschiedenen Reliquien in der nahe gelegenen Bischofskirche für einen mehr oder weniger permanenten Markt für Paternoster gesorgt haben wird. Allerdings ist durch die Tatsache, dass der Buchhändler eine Kiepe hatte, zu vermuten, dass er auch umherreiste, um seinen Vorrat zu verkaufen.

Manche Perlendrehler ohne feste Werkstatt mögen mit ihrer Bohrmaschine von Stadt zu Stadt gereist sein und auf dem Markt gearbeitet haben oder vorübergehend einen Arbeitsplatz in einer bestehenden Knochenwerkstatt gemietet haben, wo sie dasselbe Rohmaterial mit anderen teilen und bearbeiten konnten. Dies könnte in Göttingen der Fall gewesen sein, wo zwischen ca. 1270 und 1345 ein breites Spektrum an unterschiedlichen Knochen verarbeitenden Handwerkszweigen in einer kircheneigenen Werkstatt nachgewiesen wurde.<sup>529</sup> In einem solchen Zusammenhang ist es allerdings auch vorstellbar, dass ein Kamm- oder Würfelmacher einen eventuell durch Nachschleifen angepassten Bohrer für Kreisbogenverzerrungen benutzte, um eine beschränkte Anzahl von Perlen oder Ringen zu machen. Im späten 13. und frühen 14. Jahrhundert mag die Aufteilung des Knochen verarbeitenden Handwerks weniger fortschrittlich gewesen sein als im 15. Jahrhundert und das Herausbohren von Gegenständen verschiedener Funktion aus Knochenleisten häufiger zusammen mit anderen Zweigen des Knochen verarbeitenden Handwerks stattgefunden haben.

## 5. Zusammenfassung

Gegenstand dieser Studie ist die Analyse eines außerordentlich umfangreichen Fundes von Abfall des Knochen verarbeitenden Handwerks im späten Mittelalter in Form von durchbohrten Knochenleisten. Sie stammen aus der Innenstadt von Konstanz am Bodensee (Süddeutschland). Derartige Knochenleisten mit Reihen runder Löcher stellen die auffälligsten Reste und das ‚Leitfossil‘ einer Technik der Knochenverarbeitung dar, bei der Gegenstände wie Gebetsschnurperlen und Knöpfe in meist größeren Mengen, zum Teil in Massenproduktion, aus Tierknochen gebohrt wurden. In vielen mittelalterlichen Städten Zentral- und Nordwesteuropas sowie vereinzelt in anderen Siedlungen, bilden sie eine archäologische Fundgattung des 13. bis 18. Jahrhunderts, die bereits jahrzehntelang Beachtung gefunden hat, jedoch bislang nicht eingehend untersucht wurde. Anhand des – soweit bekannt – umfangreichsten Fundkomplexes dieser Gattung aus der Münzgasse in Konstanz sollte in dieser Studie eine Basis für die Interpretation anderer Funde geschaffen werden.

Im Mittelalter und der frühen Neuzeit (13. bis 17. Jahrhundert) bildeten Gebetsschnurperlen der preiswertesten Klasse das Hauptprodukt dieses Zweiges des Knochen verarbeitenden Handwerks. Dieses Handwerk scheint sich im 12. Jahrhundert entwickelt zu haben, vermutlich in Anlehnung an die Anfertigung von Kreisbogenverzerrungen auf Knochenkämmen und -beschlagen. Seine Verbreitung setzt – soweit dies an den Abfällen abzulesen ist – um die Mitte des 13. Jahrhunderts ebenso plötzlich ein wie die allgemeine Verbreitung von Gebetsschnüren, auch „Paternoster“ genannt. In gewissem Sinne sind beide vor dem Hintergrund der sich durchsetzenden Emanzipation der bür-

---

528 DUBBE 1980, 77 f.

529 SCHÜTTE 1995.

gerlichen Volkskultur zu betrachten. Paternosterschnüre erlangten im Mittelalter in erster Linie Bedeutung durch die Volksreligion. Erst am Ende des 16. Jahrhunderts wurde durch die Ritualisierung des Rosenkranzgebets der Gebrauch von Gebetsschnüren in die offizielle Religion integriert.<sup>530</sup> Das Handwerk der Knochenperlenbohrer stellte eine dazu passende Technik für die Massenproduktion einfacher, preiswerter Gebetsschnurperlen bereit. Diese wurde von marktorientierten, zum Teil wandernden Laienhandwerkern betrieben, die sich für kurze oder längere Zeit an den Stellen niederließen, an denen ihnen die Konzentration von Gläubigen einen ausreichenden Absatz bot – z. B. an Wallfahrtsorten oder bei religiösen Feierlichkeiten.

Obwohl die Abfälle aufgrund der Form und der Fragmentzahlen der durchbohrten Leisten auffallen, spielten die Knochenperlenbohrer im spätmittelalterlichen Wirtschaftsgefüge eine relativ unbedeutende Rolle. In Schriftquellen ist dieser einfache mittelalterliche Handwerkszweig daher kaum zu fassen. Die archäologisch zutage getretenen Abfälle dagegen bieten u. a. wegen der Möglichkeiten des Vergleichens und der Quantifizierung von Daten besondere Grundlagen für die Studie technischer und wirtschaftshistorischer Aspekte des Handwerks.

Der Fundkomplex des 13. bis 16. Jahrhunderts aus der Münzgasse in Konstanz nimmt dabei eine besondere Stellung ein. Nicht nur ist er – soweit bekannt – der umfangreichste, auch stammt der Abfall von verschiedenen Produktionen in verschiedenen Perioden mit unterschiedlichen wirtschaftlichen Anforderungen. Er enthält außerdem den Abfall einer Produktion, in der neue Produktionsmuster eingeführt wurden, die Jahrhunderte lang die Form der Produkte und Abfälle im größten Teil des Verbreitungsgebiets der betreffenden Handwerkstechnik bestimmten. Die Analyse dieser Abfälle bietet einen besonderen Einblick in die wirtschaftlichen Verfahren in einem solchen einfachen mittelalterlichen Handwerkszweig.

So enthält der Fundkomplex Abfälle aus der Frühzeit der Nutzung von Bohrern zum Anfertigen von Objekten aus Knochenleisten während des 12. bis 13. Jahrhunderts. Die zwölf Leisten dieser vor 1272 datierten Produktion (Produktionsphase 0) sind von einer Seite her ausgebohrt. Die Form und Funktion der herausgebohrten Objekte ist unbekannt: möglicherweise handelt es sich nicht um Gebetsschnurperlen, sondern um Spielsteine. Auch die Funktion eines knopfähnlichen Scheibchens, das aus einer der Leisten herausgebohrt sein könnte, ist unklar.

Aus dem letzten Viertel des 13. Jahrhunderts bis zum ersten Viertel des 14. Jahrhunderts stammt ein Abfallkomplex von Gebetsschnurringen (Produktionsphase 1), der mit knapp tausend Fragmenten durchbohrter Leisten zu den umfangreicheren Abfallkomplexen dieser Zeit gehört.<sup>531</sup> Er zeigt ein spezialisiertes Handwerk, das nach aus der Erfahrung entwickelten Mustern von einem spezialisierten Handwerker ausgeführt wurde. Die Arbeitsweise passt zum klassischen Bild eines mittelalterlichen Handwerkers, der Zeit genug hatte, um sich ohne viel Planung und Organisation konzentriert seiner Arbeit zu widmen. Er kann die Arbeit alleine ausgeführt haben, wobei er die verschiedenen Arbeitsschritte nacheinander erledigt haben wird. Die Abfälle zeigen eine verhältnismäßig geringe Wirtschaftlichkeit im Einsatz von Arbeitszeit und eine beschränkte Effizienz in der Ausnutzung des Rohstoffs, u. a. durch die Ringe als gewählte Produktform. Diese passen zur derzeit allgemein bevorzugten Vorzugung von Produkten mit größeren Durchmesser und geringer Höhe.

Die einschneidenden Veränderungen, die mit der nächsten Produktionsphase (Produktionsphase 2) im letzten Viertel des 14. oder ersten Viertel des 15. Jahrhunderts einsetzten, müssen durch eine extrem große Nachfrage nach preiswerten Gebetsschnüren ausgelöst worden sein. Eine solche extreme Nachfrage ist v. a. in der Zeit des Konstanzer Konzils zu erwarten (1414–1418). Als größte religiöse Versammlung des späten Mittelalters nördlich der Alpen zog das Konzil vier Jahre lang zehntausende Fremde aus ganz Europa in die Bischofsstadt. Die Produktion in einer oder mehreren organisierten Werkstätten fand vermutlich mit mehreren Personen statt, die getrennte, vereinfachte

---

530 RITZ 1975.

531 Fundkomplexe vergleichbaren oder größeren Umfangs sind aus Köln bekannt (spätes 12. Jahrhundert: Mitteilung N. ATEN; vgl. ATEN et al. 1997), Würzburg (um 1300: Mitteilung F. FEUERHAHN; vgl. HEYSE et al. 2003) und München (BRAND 2003).

und standardisierte Arbeitsschritte nach festen und durchdachten Mustern ausführten. Diese Strukturierung des Arbeitsvorgangs bewirkte eine gesteigerte Effizienz in der Nutzung des Rohstoffs, der Arbeit und der Zeit sowie eine Senkung der Höhe der Anforderungen hinsichtlich Erfahrung und Sorgfalt, die für die Ausführung erforderlich waren. Dadurch wurde es möglich, die Verarbeitung durch Gesellen und Lehrlinge mit weniger Erfahrung ausführen zu lassen. Von zentraler Bedeutung ist die Wahl kleiner kugelförmiger Perlen als Hauptprodukt. Diese ermöglichte eine Maximierung der Produktzahl pro eingesetzten Knochen sowie eine auf Schnelligkeit zielende Massenproduktion durch geringen Zeitaufwand und eine geringe Arbeitsanforderung. In diesem Zusammenhang deutet das Herausbohren kugelförmiger Perlen aus quer aus einer Knochenröhre gesägten Scheiben mit seiner Vervielfachung der Produktzahl pro Knochen und Steigerung des Arbeits- und Zeitaufwands auf eine Rohstoffknappheit hin. Beide Elemente – kugelförmige Perlchen und Querscheibenbohrung – tauchen bereits vorher vereinzelt auf, jedoch werden sie in Konstanz in dieser Produktionsphase, soweit nachprüfbar, zum ersten Mal gezielt und strukturell gefertigt. Seitdem ist die Nutzung beider Elemente in großen Teilen des Heiligen Römischen Reiches nördlich der Alpen bis in das 17. Jahrhundert allgemein üblich. Ausgenommen davon ist das Hansegebiet entlang den nördlichen Küsten, in dem unter Einfluss der exportorientierten Bernsteinperlenproduktion eine Massenproduktion von Knochenperlen selten war. Eine Querscheibenbohrung ist allerdings seitdem nur aus umfangreichen Produktionen in Südwestdeutschland und dem südniederländischen 's-Hertogenbosch bekannt und fehlt auffälligerweise in vergleichbar großen bayerischen Abfallkomplexen. In der folgenden Produktionsphase (Produktionsphase 3) des Konstanzer Abfallkomplexes, stratigraphisch und zeitlich anschließend an die vorherige Phase, deutet ein Überschuss an verfügbarem Rohmaterial auf ein Nachlassen der Nachfrage nach Perlen. Es wurde jedoch weiterhin und sogar deutlicher als vorher in einem strukturierten Arbeitsvorgang mit getrennt ausgeführten Arbeitsschritten produziert. Der nachlassende Druck auf Arbeits-, Zeit- und Rohstoffnutzung führte zu Ineffizienzen wie z. B. der Tatsache, dass eine geeignete Leistenoberfläche nicht bis zum Ende ausgenutzt wurde sowie der Weiterverarbeitung bereits misslungener Produkte als Folge einer relativ gedankenlosen Wiederholung von einfachen, standardisierter Handlungen. Gleichzeitig stieg die Sorgfalt der Arbeit, wie an besser gezielten Hieben, Schnittflächen und Bohrungen zu sehen ist. Weil Rohstoff reichlich vorhanden war, beschränkten sich die Handwerker fast ausnahmslos auf die am leichtesten systematisch zu erhaltenden Knochen, die Rindermetapodien und -unterkiefer und auf die Einführung einer neuen Produktform mit größerem Durchmesser: die flachen Ringe. Diese neue Form von Knochenringen, die man im 15. und 16. Jahrhundert nur in Süddeutschland herstellte, wurde vermutlich als Teil von Gebetskränzen entwickelt, die aus demselben Zeitraum und aus demselben Raum bekannt sind.

Mit der geschilderten Entwicklung von neuen Arbeitsvorgängen sowie von neuen Produktformen scheint v. a. die Konstanzer Paternosterproduktion aus der Konzilszeit eine Schlüsselrolle innerhalb der technischen Entwicklung dieses Gewerbes im Spätmittelalter gespielt zu haben. Die Analyse ihrer Abfälle liefert einen Einblick in die Mechanismen hinter offenbar von den Handwerkern selber getragenen Innovationen in einem spätmittelalterlichen Handwerk. So zeigt sich, dass sowohl eine Expansion als auch ein Nachlassen des Marktes zur Innovation führen konnte. Die vorliegende Studie liefert weiterhin einige Ansätze zum Verständnis der Mechanismen, die zur Verbreitung solcher Innovationen führten. Dabei ist die Rolle von Handelsnetzwerken zu nennen, innerhalb derer die wandernden Handwerker sich anscheinend bewegten, sowie die Rolle der Konkurrenz durch andere Materialien wie z. B. Bernstein (s. Kap. 4). Die Orientierung von bestimmten Orten oder Städten auf ein Handelsnetz scheint in vielen Fällen für die benutzten Techniken und Produktformen von großer Bedeutung gewesen zu sein. Zu diesem komplexen Thema sind jedoch viele Fragen noch offen und es bedarf der näheren Analyse und des näheren Vergleichs weiterer Fundkomplexe. So könnte z. B. eine eingehende Analyse der unterschiedlichen Fundkomplexe englischer Knochenperlenproduktionen in Bezug auf die kontinentalen Daten die Erkenntnisse zu diesem Thema weiterbringen. Mit den dargelegten Ergebnissen ist die Hoffnung verbunden, dass die vorliegende Studie zu weiteren Forschungen dieser informationsreichen archäologischen Fundgruppe anregt.

## Anhang: Katalog von Fundorten durchbohrter Knochenleisten



Abb. 117: Übersicht der im Fundstellenkatalog aufgenommenen Fundorte durchbohrter Knochenleisten.

Nr.	Ort	Datierung	Zahl	Fundumstände
1	Velký Šariš	11.–13. Jh.	mehrere	Burg und Stadt
2	Eger	?	?	?
3	Visegrad	14.–16. Jh.?	„viele“	Kalvarienberg 1953
4	Buda	14d	?	Buda-Burg; Brunnen
5	Bratislava	14.–17. Jh.	über Tausend	westliche Vorstadt, nahe Bratislava-Brücke
6	Graz	15. Jh.	2	Palais Khuenburg; Stadthof Zisterzienserkloster
7	Wien	14.–15. Jh.	ca. 15–50	Judenplatz; Abfallgrube im Innenhof hinter Synagoge
8	Klosterneuburg	14.–15. Jh.	mehr als 300	Wirtschaftshof des Domstifts von Passau: div. Schichten
9	St. Pölten	?	7	?
10	Linz	?	mehrere	Altstadt
11	Prag	?	10–100	Burg und Altstadt
12	Breslau	13d–um 1400	mehr als 45	u. a. in Marktschichten; Judengasse; Stockgasse
13	Dresden	15.–16. Jh.	4 mindestens	Große und Kleine Brudergasse
14	Erfurt	12. und 13. Jh.	1	Marktstraße 50: Grube
15	Würzburg	um 1300	ca. 10–15 kg	am ehemaligen Stadtwall
16	Bamberg	16. Jh.	„hunderte“	Talniederung; Theatergasse
17	Heideck	15d	?	am Marktplatz
18	Regensburg	16A	2 m3	Latrine Auergasse 10, Gasthaus nahe Kloster
19	Straubing	?	?	Altstadt
20	Deggendorf	15. Jh.	?	?
21	Passau	16d–17. Jh.	?	?
22	Landshut	Neuzeit	?	?
23	Burghausen	15A	mehr als 20	Grube am Stadtplatz
24	München	13.–17. Jh.	große Mengen	St.-Jakobs-Platz (Pilgermarkt): auf Marktplas- ter
24	München	14.–15. Jh.	6	Dreifaltigkeitsplatz
24	München	17A	4	Köglmühlbastion
24	München	18.–19. Jh.	„zahlreich“	Bachfüllung Pfisterbach
25	Augsburg	(15.–)16. Jh.	große Mengen	Jakobskirche (Pilgerkirche); div. nahe Dom und Vorstadt
25	Augsburg	14. Jh.?	einige	?
26	Kempten	um 1600	1	Aufschüttung Wasserlauf Brandstatt
27	Biberach	?	577	Grube
28	Lauingen	?	über 185	sekundär abgelagert auf Acker, 850 m von der Altstadt
29	Ulm	?	einige	Münsterplatz
30	Geislingen	14B	3	Hauptstraße 62/64
30	Geislingen	um 1500	„viele“; 3	Schillerstraße 13–15; Helfensteinstraße
30	Geislingen	18B–19A	22	Hauptstraße 23: Grube
31	Aalen	16. Jh.	420	Beinstraße: zwei Gruben im Hinterhof
32	Unterreggenbach	um 1250	7	Brandschutt eines Steinhauses nahe Wahlfahrts- basilika
33	Esslingen	um 1300?	8	St. Dionysius: Baugruben in Stadtkirche und außerhalb
33	Esslingen	?	34	Bach am Karmeliterkloster; Altes Rathaus; Ehnergasse

Katalog der Fundorte durchbohrter Knochenleisten aus Spätmittelalter und Neuzeit  
(Datierung: A/B = 1./2. Hälfte; a–d = 1.–4. Viertel).

<b>(vermutete) Produkte</b>	<b>Quelle</b>
?	JANSSEN 1986
? (möglicherweise Knöpfe)	SÁNDOR 1961
?	SÁNDOR 1961; mündl. Mitteilung L. BARTOSIEWICZ (Budapest)
Perlen	SÁNDOR 1961; HOLL 1966
? („Paternoster“)	SÁNDOR 1961; JANSSEN 1986
Ringe/Knöpfe	briefl. Mitteilung M. LEHNER (Graz) 1998
?	mündl. Mitteilung P. MITCHELL (Wien) 1998
runde Perlen, groß und klein	NEUGEBAUER 1998
Ringe/Knöpfe	mündl. Mitteilung P. SCHERER (Wien) 1998
?	SEITZ 1970
?	SÁNDOR 1961; mündl. Mitteilung J. MARIKOVÁ (Prag)
(runde) Perlen, Zylinder, Ringe	JAWORSKI 1999 u. 2002; mündl. Mitteilung J. PIEKALSKI 2004
?	Sonderausstellung „Leipzig kommt woher“, Stadtgeschichtl. Mus. Leipzig 1996
? (Geweih)	BARTHEL 1979; JANSSEN 1986
Scheiben und flache Perlen	HEYSE et al. 2003; mündl. Mitteilung F. FEUERHAHN 2006
?	MITTELSTRASS 2000; mündl. Mitteilung ders. 1995
?	MITTELSTRASS 2000
runde Perlen, flache Ringe	briefl. Mitteilung H. MILLITZER (Hagelstadt) 1999
vermutlich Ringe/Knöpfe	SEITZ 1970
?	MITTELSTRASS 2000
Perlen	MITTELSTRASS 2000
?	MITTELSTRASS 2000
runde Ringe, flache Ringe	HAGN 1995; HAGN/NIEDERSTEINER 1993; MITTELSTRASS 2000
u. a. Scheiben und Ringe	BRAND 2003
Scheiben/Ringe?	MITTELSTRASS 2000; briefl. Mitteilung ders. 1995
runde Perlen	MITTELSTRASS 2000
Knöpfe?	HAGN 1988; MITTELSTRASS 2000
Scheiben/Ringe?	Daten Verf.; HERMANN 2008
?	briefl. Mitteilung M. HERMANN (Augsburg) 1998
?	mündl. Mitteilung Dr. WEBER (Kempten) 1995
flache Ringe	SPITZERS 1996
kleine runde Perlen	SEITZ 1970
?	mündl. Mitteilung A. BRÄUNING; RÖBER 1995
Dosenböden/Scheiben/Ringe?	GRUBER 1993
?, Ringe/Scheiben?	GRUBER 1993
Dosenböden	Daten Verf.; KRÖNNECK 1995
runde Perlen	WERNER 1992
Scheiben (und Ringe?)	SCHÄFER/STACHEL 1989, 73
?	FINGERLIN 1995; RÖBER 1995
?	RÖBER 1995; Daten Verf.

Nr.	Ort	Datierung	Zahl	Fundumstände
34	Sindelfingen	?	1	Obere Vorstadt: Klosterdorf/Vorstadt zur Kleinstadt
35	Tübingen	vor 1450	1	Kornhaus: Planierschicht mit umgelagertem Abfall
36	Rottweil	18. Jh.	max. 20	undeutlicher Fundzusammenhang
37	Villingen	13. Jh.?	1	Franziskanergarten
38	Brigachtal	14.–15. Jh.	16	Baugrube in Dorf
39	Konstanz	13.–16. Jh.	diverse	diverse
40	Schaffhausen	13B	3	Füllung Gerbergruben
41	Zürich	13B	1	Münsterhof
42	Burgdorf(Be)	?	3	Altes Schlachthaus/Niederspital
43	Bern	um 1400	40 + 170	Casinoplatz: Grabenmauer; Kramgasse 2: Treppenschutt
44	Basel	13. Jh.	11	Barfüsserkirche: jüngere Siedlungsschichten und Schutt
44	Basel	13.–16. Jh.	große Anzahl	Petersberg: Schichten nach der Handwerker-siedlung
44	Basel-Bettingen	14.–15. Jh.	4	Chrischonakirche: unter/aus Kirchenschutt Friedhof
45	Freiburg	?	60	Gauchstraße
45	Freiburg	?	13 + 1	Adelhauserstraße 4 und Gerberau
46	Breisach	13d	80	Rathausweiterung: Grube mit umgelagertem Abfall
47	Colmar	?	einige	?
48	Strasbourg	15. Jh.	große Mengen	Marais-vert: Abfall-/Planierschicht Stadterweiterung
48	Strasbourg	15B	ca. 30	Quai des Alpes (außerhalb der Stadtmauer)
49	Saint Denis	um 1500	einige	Am Domplatz: Abfallgrube
50	Luxemburg	14.–15. Jh.	5	Pfaffenthal
51	Dieburg	?	große Menge	Schicht
52	Köln	13.–14. Jh.	mehr als 20	diverse Fundstellen Innenstadt: Gruben; Rheinufer
52	Köln	12d	hunderte	Heumarkt: Planierschicht Marktfläche
52	Köln	?	?	Domgrabung
53	Essen	15.–16. Jh.?	?	Burgplatz
54	Maastricht	?	1	Witte Vrouwenklooster (Theatergrabung am Vrijthof)
55	Roermond	15. Jh.	kleine Menge	Kartäuserkloster
56	Gent	16.–20. Jh.	76	Karmeliterkloster
57	Antwerpen	16.–20. Jh.	1	Schoytestraat 19: Grube
58	Entfallen			
59	Den Bosch	14B–15A	ca. 60 + einige	Loeffplein: Postelstraat und Spuistroom
59	Den Bosch	um 1542	einige m <sup>3</sup>	Loeffplein: Stadtwallfüllung und diverse Fundstellen
59	Den Bosch	um 1740–1800	ca. 25	Tolbrugkwartier/Loeffplein
60	Ravenstein	?	8	Luciastraße 7: ehem. Pfarrkirche/Jesuitenkloster
61	Tiel	16A	1	Hafenplanierung
62	Gorinchem	15.–18. Jh.	110	Kazerneplein: Grabenverfüllung in Stadterweiterung 1600

Katalog der Fundorte durchbohrter Knochenleisten aus Spätmittelalter und Neuzeit (Datierung: A/B = 1./2. Hälfte; a–d = 1.–4. Viertel).

(vermutete) Produkte	Quelle
Perlen	SCHOLKMANN 1978
Perlen	Daten Verf.; mündl. Mitteilung E. SCHMIDT (Tübingen)
?	mündl. Mitteilung C. GUILDHOFF (Rottweil)
?	JENISCH/SCHMIDT-THOMÉ 1986
runde Ringe und runde Perlen	JENISCH 1994; Daten Verf.
runde Perlen, runde u. flache Ringe	diese Studie
Ringe/Scheiben	GUTSCHER 1984, Abb. 41
Ringe/Scheiben	SCHNEIDER et al. 1982
Knöpfe?	briefl. Mitteilung A. HEEGE (Zug) 2005
kleine runde Perlen, runde Ringe	BEER 1999; BOSCHETTI 2003
runde Ringe	RIPPMANN et al. 1987, Taf. 51
kleine runde Perlen	GANSSE-BURKHARDT 1940
Knöpfe	MOOSBRUGGER-LEU 1985, 100–102
runde Ringe, runde Perlen	Daten Verf.
Ringe/Scheiben	Daten Verf.
runde Ringe	SCHMAEDECKE 1992
?	mündl. Mitteilung J. MAIRE (Strasbourg) 1991
runde Ringe, runde Perlen	MAIRE 1990
u. a. Knöpfe	mündl. Mitteilung J. MAIRE (Strasbourg) 1991; ders. 1990
Knöpfe (und gedrechselte Perlen)	MEIER 1979
runde Perlen	MOUSSET 1999
?	diverse mündl. Quellen
?	mündl. Mitteilung H. BERKE (Köln) bzw. H. STEUER (Freiburg)
einseitig gebohrte Scheiben	ATEN et al. 1999
?	FINGERLIN 1995
?	LORENZ 1991
?	mündl. Mitteilung R. HULST (Amersfoort)
flache Perlen	Mitteilung T. LUPAK (Haelen); Stichting Rura 1986
Knöpfe/runde Ringe	ERVYNCK et al. 1992
Knöpfe/runde Ringe	ERVYNCK/VEECKMAN 1992
flache, runde und längliche Perlen	SPITZERS 2012; JANSSEN 1983
runde Perlen	JANSSEN 1983; NIJHOF 2007; SPITZERS 2012
Knöpfe mit einem Loch	JANSSEN 1983; SPITZERS 2012
runde Perlen	SPITZERS 2011
flache Perlen/runde Ringe	SPITZERS 2006
runde Perlen	briefl. Mitteilung M. VEEN (Gorinchem) 2005

Nr.	Ort	Datierung	Zahl	Fundumstände
63	Dordrecht	14.–15. Jh.	2	Kromme Elleboog: Schicht u. Grabenverfüllung Häuschen
64	Delft	?	?	Kartäuserkloster
65	Amsterdam	14B–15. Jh.	15	Nes, Rokin (um 1400), Zwanenburgwal
65	Amsterdam	?	2	?
66	Utrecht	13. Jh.	mehr als 19	diverse Fundstellen
67	Vianen	14B–15A	61	Hinterhof Hauptstraße neben Rathaus
68	Wageningen	?	?	?
69	Arnhem	ca. 15. Jh.	2	Kloster Monnikhuizen
70	Elten	16. Jh.	hunderte	Kloster: Schuttschicht vor Neubau kurz nach 1585
71	Winterswijk	?	4	Bachtalauffüllung neben Bohlenweg nahe Kirche
72	Zutphen	um 1500	67	Ecke des Fischmarktes (Gravenhof): Grube
72	Zutphen	15B–16a	2	Houtmarkt 69: Abfallgrube
73	Deventer	13c	1	Polstraat: Straßenschicht neben Holzpflaster
73	Deventer	15c	ca. 5–10 kg	Grube in und Uferauffüllung vor Handwerker-viertel
74	Harderwijk	14.–15. Jh.	2	Hierdenseweg: Grube vor Stadterweiterung 16. Jh.
75	Zwolle	14.–20. Jh.	einige	Erdaushub Baugrube Broerenkerkplein
76	Groningen	?	dutzende	konzentriert in einer Schicht in einer Grube
77	Münster	13.–18. Jh.	3	Am Buddenturm
77	Münster	Neuzeit	einige	am Alten Steinweg
78	Osnabrück	13B–15. Jh.	1 + 1	Domfreiheit (Sandgruben); Marktplatz (unter Werkstattkeller)
79	Bremen	14.–15. Jh.	1	Neustadt: Handwerkervorstadt
79	Bremen	14.–16. Jh.	1	Katharinenstraße: Streufund
79	Bremen	15.–17. Jh.?	1	Pagenthorn: Handwerkersiedlung bei Kloster
80	Hamburg	13. Jh.?	1	U-Bahngrabung: Fleetverfüllung beim Fischmarkt
81	Lüneburg	vor 1376	4	Michaeliskloster: Fäkaliengrube
82	Braunschweig	16. Jh.	1	Packhofgrabung
82	Braunschweig	12B–13A?	3	Papentieg: Füllung Burggraben
83	Magdeburg	?	1	Marktplatz
84	Halle	13. Jh.?	„zahlreiche“	Marktplatz; nahe Franziskanerkloster; Vorstadt
85	Göttingen	um 1300	15–ca. 50?	Werkstatt Knochen verarb. Handwerk auf Pfarrparzelle
86	Höxter	12bc; 13B	2	unter Rathaus: Graben auf Brückenmarktge-lände
86A	Lügde	18.–19. Jh.	mindestens 3	Marktplatz: Brunnenverfüllung
87	Schleswig	11.–14. Jh.	2	Schild
88	Arhus	Anfang 13. Jh.	1	unterer Teil des Keramikhorizonts 2
89	Roskilde	?	2	Stadtzentrum
90	Lund	?	1	St. Botulfsblok am Markt
90	Lund	?	112	Stora Södergatan: Füllung Tonnenlatrine in Marktviertel
91	Lübeck	?	67	diverse Fundstellen

Katalog der Fundorte durchbohrter Knochenleisten aus Spätmittelalter und Neuzeit (Datierung: A/B = 1./2. Hälfte; a–d = 1.–4. Viertel).

(vermutete) Produkte	Quelle
Ringe/Knöpfe/Scheiben?	briefl. Mitteilung D. PAALMAN (Dordrecht) 2006
?	BAART et al. 1977
runde Ringe	RIJKELIJKHUIZEN 2004
Geweih: Knöpfe/Perlen/Spielsteine	RIJKELIJKHUIZEN 2004
flache Perlen	HOEKSTRA 1980; Dokumentation Gemeente Utrecht
flache Perlen	SPITZERS 2009
?	mündl. Mitteilung AWN Afd. 17
runde Ringe/flache Perlen	Ausstellung „Arnhem onder de Grond“, Gemeentemuseum Arnhem 1993; AWN Afd. 17
flache Perlen	BINDING et al. 1970, 193
flache Perlen(/Ringe?)	briefl. Mitteilung J. GOORHUIS (Winterswijk) 2006
flache Perlen	GROOTHEDDE 2003; Daten Verf.; SPITZERS 2004
flache Perlen	Daten Verf.
?	THIJSSSEN 1981
flache Perlen	MITTENDORFF/VERMEULEN 2004; Daten Verf.
Perlen	Mitteilung H. STUURMAN (Harderwijk) 2000
Ringe/Knöpfe	WOLF 1993
?	mündl. Mitteilung G. KORTEKAAS (Groningen)
flache Perlen?	THIER 1997
Knöpfe (Unterkiefer)	THIER 1997
flache/runde Perlen	SCHLÜTER 1979; ders. 1986
Perlen	RECH 2004, 276
Knöpfe? (einseitig gebohrt)	RECH 2004, 279
flache Perlen?	RECH 2004, 278
Ringe/Knöpfe?	FÖRST 2006, 202; mündl. Mitteilung E. FÖRST 2004
Perlen und Ringe	RING 2006
Perlen	MAY 1985
flache/runde Perlen, Geweih (1x)	DUNKEL 1995; ALPER 2006
kleine runde Perlen	NICKEL 1964, 85 Taf. 44d
„runde scheibenförmige“ Perlen	HERRMANN/SPECHT 2006, 81 f.; HERRMANN 2008, 125
kleine runde Perlen, Ringe, Scheiben/Knöpfe?	SCHÜTTE 1995
flache Perlen/runde Ringlein?	KÖNIG 1999; briefl. Mitteilung ders. (Höxter) 1993 u. 2008
Knöpfe	GERKING 1988
kleine Perlen, flache Perlen/Ringlein	ULBRICHT 1984, Taf. 36
Spielsteine? (Geweih)	ANDERSEN et al. 1971; briefl. Mitteilung H.J. MADSEN 1997
Knöpfe/Ringe/Spielsteine	briefl. Mitteilung M. ANDERSEN (Roskilde) 1997
Ringlein//flache Perlen?	briefl. Mitteilung P. CARELLI 1997
Knopfleisten mit Halbfabrikat	briefl. Mitteilung P. CARELLI 1997
flache Perlen, Ringe, große runde Perlen	FALK 1983; Daten Verf.

Nr.	Ort	Datierung	Zahl	Fundumstände
92	Rostock	14.–15. Jh.	stets 1–2	diverse Latrinen
93	Stralsund	13B	1	Jacobiturmstraße 5
93	Stralsund	15. Jh.+?	20 + ca. 30	Mühlenstraße und diverse Fundstellen
94	Greifswald	?	max. 10	Einzelstücke von diversen Fundstellen
95	Anklam	14.–15. Jh.	3	Klostergelände Bruderstraße
96	Altentreptow	13B–14. Jh.?	10	Stadttrand: Mauerstraße und Mauergraben
97	Teterow	13.–15. Jh.?	1	Stadttrand
98	Kolberg	14B	1	Grabung G 33
99	Danzig	13. Jh.–16A	hunderte (?)	diverse Fundstellen
100	Elbing	15A–17. Jh.	über 7	diverse Fundstellen
101	Warschau	?	?	?
102	Pultusk	12.–16. Jh.	?	Stadt und Bischofsburg
103	Tartu	15. Jh.	2	?
104	Tallinn	14.–16. Jh.	46	Vorstadt, Roosikrantsi-Straße
105	Visby	13.–15. Jh.	ca. 100	?
106	London	um 1300	15	Ludgate Hill: Stadtgrabenfüllung
106	London	14d	8	Baynardhouse Victoria Street
106	London	14B–15A	2	diverse Fundstellen
106	London	14B–15. Jh.	einige kg	Boy's-schoolsite 1986
106	London	14B	14	Whitefriars-site
106	London	12.–15. Jh.?	3	Custom Housesite
107	Coventry	Spätmittelalter	2	Whitefriars 1962
107	Coventry	14.–15. Jh.	10	King Street: Gruben
108	Kings Lynn	14. Jh.–15A	4	Quaiside: Planierung
109	Norwich	15. Jh.	1	?
110	Lincoln	14. Jh.	„viele“	Flaxengate/Danes Terrace
111	Hull	?	?	?
112	York	um 1200; 13d	1 + 2	Coppergate
112	York	13d–Neuzeit	20	The Bedern und The Bedern Foundry

Katalog der Fundorte durchbohrter Knochenleisten aus Spätmittelalter und Neuzeit  
(Datierung: A/B = 1./2. Hälfte; a–d = 1.–4. Viertel).

<b>(vermutete) Produkte</b>	<b>Quelle</b>
flache/runde Perlen	MULSOW 2006; LEHMKUHL 1992
Ringe?	Vortrag G. MÖLLER 26.10.2004 Travemünde
Ringe?	mündl. Mitteilung G. MÖLLER (Stralsund) 2004
kleine Löcher	mündl. Mitteilung H. SCHÄFER (Stralsund) 2004
flache/runde Perlen	LEHMKUHL 1992
Spielsteine?	LEHMKUHL 1992
Spielsteine?	LEHMKUHL 1992
flache Perlen/Ringlein	REBKOWSKI 1998
flache Perlen	mündl. Mitteilung Z. BORCOVSKI (Danzig) 2004; PANER 2006
flache Perlen, Ringe?	Dokumentation u. Mitteilung G. NAWROLSKA (Elbing) 2004
?	mündl. Mitteilung W. PELA (Warschau) 2002
kleine Perlen	mündl. Mitteilung W. PELA (Warschau) 2002
Knöpfe/Ringe/Spielsteine	mündl. Mitteilung A. MÄESALU (Tartu) 2004
Knöpfe?	VISSAK 2006
runde Perlen	Dokumentation u. mündl. Mitteilung L. ZERPE (Visby) 2004
flache Perlen	EGAN/Pritchard 1991
Ringe/Scheiben und Perlen?	EGAN/Pritchard 1991
?	EGAN/Pritchard 1991
?	EGAN/Pritchard 1991; EGAN 2006
flache Perlen, Ringe?	GAIMSTER/YEOMANS 2005
flache Perlen/Ringlein?	MACGREGOR 1982
Zylinder/Ringe/Scheiben?	unpubl. Dokumentation G. EGAN, vgl. WOODFIELD 1981
?	MACGREGOR 1985
Perlen, vermutlich flache	CLARKE/CARTER 1977
flache Perlen/Ringe?	MARGESON 1993
flache Perlen, Ringe?	COLYER 1975
Perlen	MACGREGOR 1985
Scheibchen?	MACGREGOR et al. 1999
Perlen, Knöpfe?	MACGREGOR et al. 1999

## Literatur

- ABEL 1967 W. ABEL, Geschichte der deutschen Landwirtschaft vom frühen Mittelalter bis zum 19. Jahrhundert (Stuttgart 1967).
- ABEL 1980 W. ABEL, Deutsche Agrarwirtschaft im Hochmittelalter. In: H. KELLENBENZ (Hrsg.), Handbuch der Europäischen Wirtschafts- und Sozialgeschichte 2 (Stuttgart 1980) 534–551.
- ALEN/ERVYNCK 2005 A. ALEN/A. ERVYNCK, The large scale and specialised late medieval urban craft of marrow extraction: archaeological and historical evidence from Malines (Belgium), confronted with experimental work. In: J. MULVILLE/A. K. OUTRAM (Hrsg.), The zooarchaeology of fats, oils, milk and dairying (Oxford 2005) 193–200.
- ALPER 2006 G. ALPER, Das Braunschweiger Handwerk im Mittelalter und in der frühen Neuzeit. In: GLÄSER 2006, 157–182.
- ANDERSEN et al. 1971 H. H. ANDERSEN/P. J. CRAPP/H. J. MADSEN, Århus Søndervold, en byarkæologisk undersøgelse. Jysk Arkæologisk Selskabs Skrifter 9 (Højbjerg 1971).
- ANDÉS 1925 L. E. ANDÉS, Bearbeitung des Horns, Elfenbeins, Schildpatts, der Knochen und Perlmutter (Leipzig, Wien 1925).
- ANSCHÜTZ 1966 K. ANSCHÜTZ, Die Tierknochenfunde aus der mittelalterlichen Siedlung Ulm-Wein- hof. Diss. Tierärztl. Fak. Ludwig-Maximilians-Univ. München (Stuttgart 1966).
- ARMITAGE 1990 P. L. ARMITAGE, Post-medieval cattle horn cores from the Greyfriars site, Chicester, West Sussex, England. Circaea 7, 1989, 81–90.
- ATEN et al. 1997 N. ATEN/D. BEUTER/F. KEMPKEN/E. LOTTER/M. MEISE, Ausgrabungen auf dem Heumarkt in Köln. Erster Bericht zu den Untersuchungen von Mai 1996 bis April 1997. Kölner Jahrb. 30, 1997, 345–404.
- AWN Afd. 17 Archeologische Werkgemeenschap voor Nederland, afdeling Zuid-Veluwe en Oost- Gelderland.
- BAART et al. 1977 J. BAART et al., Oprovingen in Amsterdam. 20 jaar stadskernonderzoek (Amsterdam 1977).
- BARTHEL 1979 H.-J. BARTHEL, Tierknochenreste einer mittelalterlichen Grube in Erfurt, Marktstraße 50. Ausgr. u. Funde 24, 1979, 254–259.
- BARTOSIEWICZ et al. 1997 L. BARTOSIEWICZ/W. VAN NEER/A. LENTACKER, Draught cattle: their osteological identification and history (Tervuren 1997).
- BÉAL 1984 J.-C. BÉAL, Musées de la ville de Vienne. Les objets en os et en ivoire (Vienne 1984).
- BECK 1955 A. BECK, Bautätigkeit brachte Aufschluß über Frühgeschichte. Südkurier vom 12.2. 1955.
- BECKER/OEXLE 1992 B. BECKER/J. OEXLE, Stadt und Umland – dargestellt am Beispiel der Waldnutzung im Umland des Mittelalterlichen Konstanz. In: N. FLÜELER (Hrsg.), Stadtluft, Hir- sebrei und Bettelmönch – Die Stadt um 1300. Ausstellungskatalog (Stuttgart 1992) 374–379.
- BEER 1999 E. J. BEER (Hrsg.), Berns grosse Zeit. Das 15. Jahrhundert neu entdeckt (Bern 1999).
- BERGSTRÖM/VAN WIJN- GAARDEN-BAKKER 1983 P. L. BERGSTRÖM/ L. H. VAN WIJNGAARDEN-BAKKER, De metapodia als voorspellers van formaat en gewicht bij runderen. IVO-rapport B-206, IPP-publikatie 320 (Am- sterdam 1983).
- BIBBY 1987 D. BIBBY, Die stratigraphische Methode bei der Grabung Fischmarkt (Konstanz) und deren Aufarbeitung. Arbeitsbl. Restauratoren 2, 1987, 157–172.
- BINDING et al. 1970 G. BINDING/W. JANSSEN/K. JUNGKLAAS, Burg und Stift Elten am Niederrhein. Archäologische Untersuchungen der Jahre 1964/65. Rhein. Ausgr. 8 (Düsseldorf 1970).
- BOSCHETTI 2003 A. BOSCHETTI, Archäologische Spuren von Handwerk in der Stadt – zum Beispiel die Knochenschnitzerei. In: R. C. SCHWINGES (Hrsg.), Berns mutige Zeit. Das 13. und 14. Jahrhundert neu entdeckt (Bern 2003) 268.
- BRAND 2003 C. BRAND, Der St.-Jakobs-Platz in München – Ausgrabung einer innerstädtischen Großfläche. Arch. Jahr Bayern 2003, 147–150.

- BREM et al. 1992 H. J. BREM/J. BÜRGI/K. ROTH-RUBI, Arbon – Arbor Felix. Das spätrömische Kastell. Arch. Thurgau 1 (Frauenfeld 1992).
- BREPOHL 1999 E. BREPOHL, Theophilus Presbyter und das mittelalterliche Kunsthandwerk (Köln 1999).
- BURKHARDT 1931 G. BURKHARDT, Aus der Geschichte der Beindrechslerei in Geislingen. Gesch. Mitt. Geislingen u. Umgebung 3, 1931, 57–73.
- CHAPLIN 1971 R. E. CHAPLIN, The study of animal bones from archaeological sites (London, New York 1971).
- CLARKE/CARTER 1977 H. CLARKE/A. CARTER, Excavations in King's Lynn 1963–1970 (London 1977).
- COLYER 1975 C. COLYER, Lincoln. The Archaeology of a Historic City (Lincoln 1975).
- CZYSZ 1998 W. CZYSZ, Ausgrabungen im ehemaligen Benediktinerkloster St. Mang zu Füssen. Arch. Jahr Bayern 1998, 145–150.
- DIDEROT/D'ALEMBERT 1768 bzw. 1771 D. DIDEROT/J. B. LE ROND D'ALEMBERT, Encyclopédie ou dictionnaire raisonné des Sciences, des Arts et des Métiers Bd. 19 bzw. 25 (Paris 1768 bzw. 1771).
- VON DEN DRIESCH 1976 A. VON DEN DRIESCH, Das Vermessen von Tierknochen aus vor- und frühgeschichtlichen Siedlungen (München 1976).
- DUBBE 1980 B. DUBBE, Het huisraad in het Oostnederlandse burgerwoonhuis in de late middeleeuwen. In: R. MEISCHKE et al., Thuis in de late middeleeuwen. Het Nederlands burgerinterieur 1400–1535 (Zwolle 1980) 21–86.
- DUMITRACHE 1993 M. DUMITRACHE, Archäologische Untersuchungen im Konstanzer Neugasse-Viertel. Arch. Ausgr. Baden-Württemberg 1993, 285–293.
- DUMITRACHE 2000 M. DUMITRACHE, Konstanz. Archäologischer Stadtkataster Baden-Württemberg (Stuttgart 2000).
- DUNKEL 1995 R. DUNKEL, Werkstatt eines Knochenschnitzers. In: J. LUCKHARDT/F. NIEHOF (Hrsg.), Heinrich der Löwe und seine Zeit. Herrschaft und Repräsentation der Welfen 1125–1235. Katalog der Ausstellung Braunschweig 1995 (München 1995) 398–400.
- EGAN/Pritchard 1991 G. EGAN/F. PRITCHARD, Dress Accessories c.1150–c.1450. Medieval Finds from London 3 (London 1991).
- ENNEN 1975 E. ENNEN, Kölner Wirtschaft im Früh- und Hochmittelalter. In: H. KELLENBENZ (Hrsg.), Zwei Jahrtausende Kölner Wirtschaft (Köln 1975) 87–193.
- ERATH 1996 M. ERATH, Studien zum mittelalterlichen Knochenschnitzerhandwerk. Die Entwicklung eines spezialisierten Handwerks in Konstanz (Diss. Freiburg 1996).
- ERATH 1999 M. ERATH, Gute und gezinkte Würfel. Die Entwicklung eines spezialisierten Handwerks in Konstanz. In: Von Schmieden, Würfeln und Schreimern. Städtisches Handwerk im Mittelalter. Beiträge des ersten Kolloquiums des Arbeitskreises zur archäologischen Erforschung des mittelalterlichen Handwerks. ALManach 4 (Stuttgart 1999) 88–99.
- ERVYNCK 1991 A. ERVYNCK, „De Beer die woonde op de burg...“: mens en dier in een vroeg-middeleeuwse versterking. In: H. DE WITTE (Red.), De Brugse Burg, Van grafelijke versterking tot moderne stadskern. Archeo-Brugge 2 (Brugge 1991) 170–181.
- ERVYNCK/VEECKMAN 1992 A. ERVYNCK/J. VEECKMAN, Oorlepeltjes en tandenstokers: een beenbewerker in de Schoytestraat. In: J. VEECKMAN, Blik in de bodem. Recent stadsarcheologisch onderzoek in Antwerpen (Antwerpen 1992) 93–97.
- ERVYNCK et al. 1992 A. ERVYNCK/M. C. LALEMAN/P. RAVESCHOT, Knopen, kralen of ringetjes? Botbepaling in het klooster van de geschoeide Karmelieten. Stadsarcheologie 16/4, 1992, 51–55.
- FALK 1983 A. FALK, Knochengeräte des späten Mittelalters und der frühen Neuzeit. Bodenfunde aus Lübeck. Zeitschr. Ver. Lübeck. Gesch. u. Altkde. 63, 1983, 105–128.
- FINGERLIN 1995 I. FINGERLIN, Kleinfunde vom Mittelalter bis in die Neuzeit. In: G. P. FEHRING/B. SCHOLKMANN, Die Stadtkirche St. Dionysius in Esslingen. Archäologie und Baugeschichte I: Die archäologische Untersuchung und ihre Ergebnisse. Forsch. u. Ber. Arch. Mittelalter Baden-Württemberg 13/1 (Stuttgart 1995) 333–374.

- FÖRST 2006 E. FÖRST, Handwerksnachweise in Hamburg vom 12. bis 18. Jahrhundert. In: GLÄSER 2006, 157–182.
- GAIMSTER/YEOMANS 2005 M. GAIMSTER/L. YEOMANS, Whitefriars industries reflected in non-metal finds: antler, bone, horn and shell. Unveröffentl. Manuskript Pre-Construct Archaeology (London 2005).
- GANSSER-BURKHARDT 1940 A. GANSSER-BURKHARDT, Die frühzeitliche Handwerkersiedlung am Petersberg in Basel. Zeitschr. Schweizer. Arch. u. Kunstgesch. 2, 1940, 10–29.
- GERKING 1988 W. GERKING, 247 Lügde. Ausgr. u. Funde Westfalen-Lippe 6A, 1988, 268–270.
- GIJSBERS 1999 W. GIJSBERS, Kapitale ossen. De internationale handel in slachtvee in Noordwest-Europa (1300–1750) (Hilversum 1999).
- GLÄSER 2006 M. GLÄSER (Hrsg.), Lübecker Kolloquium zur Stadtarchäologie im Hanseraum V: Das Handwerk (Lübeck 2006).
- GOODMAN 1964 W. L. GOODMAN, The history of woodworking tools (London 1964).
- GROOTHEDDE 1996 M. GROOTHEDDE, Voor de deur van het bisschopshof. In: J. R. M. MAGDELEINS et al., Het kapittel van Lebuinus in Deventer. Nalatenschap van een immuniteit in bodem, bebouwing en beschrijving (Nieuwegein 1996) 127–136.
- GROOTHEDDE 2003 M. GROOTHEDDE, Afval op Stand, Keramiek en glas uit twee adellijke beerkuilen uit de late middeleeuwen. CD-Rom-Ausgabe Bureau Arch. Gemeente Zutphen (Zutphen 2003).
- GRUBER 1993 H. GRUBER, Die Ursprünge der Geislinger Beindrechslerei. In: Von Gizelingen zum Ulmer Tor. Spurensuche im mittelalterlichen Geislingen. Begleitheft zur Weihnachtsausstellung 1993 in der Galerie im Alten Bau, Geislingen/Steige (Geislingen/Steige 1993) 52–54.
- GRÜNINGER 1995 I. GRÜNINGER, Ausgrabungen in der Pfarrkirche St. Kolumba und Konstatius. Rohrschacher Neujahrsbl. 85, 1995, 117–124.
- GUTSCHER 1984 D. GUTSCHER, Schaffhauser Feingerberei im 13. Jahrhundert. Ergebnisse der Grabungen im Areal der Häuser „zum Bogen“ und „zum Kronsberg“ in der Vorstadt. Schaffhauser Beitr. Gesch. 61, 1984, 149–228.
- HAGN 1988 H. HAGN, Stadtarchäologie in München. Die Funde aus dem Pfisterbach. Arch. Jahr Bayern 1988, 163–168.
- HAGN 1995 H. HAGN, Aus dem Alltag Burghauser Bürger im 13. und 14. Jahrhundert. Ein Bodenfund unter dem Stadtplatz von Burghausen. Burghauser Geschbl. 49 (Burghausen 1995).
- HAGN/NIEDERSTEINER 1993 H. HAGN/C. NIEDERSTEINER, Eine spätmittelalterliche Abfallgrube in Burghausen. Arch. Jahr Bayern 1993, 161–164.
- HANSCHKE 1970 G. HANSCHKE, Tierknochenfunde aus der Wüstung Wülfigen. II. Die Wiederkäuer. Diss. Tierärztl. Fak. Ludwig-Maximilians-Univ. München (München 1970).
- HASENFRATZ/BÄNTELI 1986 A. HASENFRATZ/K. BÄNTELI, Die archäologischen Untersuchungen in der Bergkirche Hallau. Schaffhauser Beitr. Gesch. 63, 1986, 7–125.
- HELL 1960 M. HELL, Eine Gebetsschnur der Karolingerzeit aus Anger bei Bad Reichenhall. Bayer. Vorgeschbl. 25, 1960, 210–212.
- HERMANN 2011 M. HERMANN, Alles nur Müll? Archäologische Nachweise kommunaler Abfallentsorgung im frühneuzeitlichen Augsburg. In: Denkmalpfl. Inf. Bayer. Landesamt Denkmalpfl. 148, 3/2011, 19–22.
- HERRMANN 2008 V. HERRMANN, Von Kammmachern, Würflern und Schustern: Nachweise zum spätmittelalterlichen Handwerk auf dem Markt. In: Der Marktplatz von Halle – Archäologie und Geschichte. Arch. Sachsen-Anhalt Sonderbd. 10, 2008, 121–127.
- HERRMANN/SPECHT 2006 V. HERRMANN/O. SPECHT, Die Stadt Halle – Vom karolingischen Grenzkastell zur spätmittelalterlichen Bürgerstadt (Halle 2006).
- HEYSE et al. 2003 D. HEYSE/F. FEUERHAHN/P. MÖSSLEIN, Aktuelle Beiträge zur Stadtbefestigung von Würzburg. Arch. Jahr Bayern 2003, 114–117.

- HOEKSTRA 1980 T. J. HOEKSTRA, Archeologische Kroniek van de Gemeente Utrecht over 1976–1977. Maandblad Oud-Utrecht 1980/1, 3–32.
- HOLL 1966 I. HOLL, Mittelalterliche Funde aus einem Brunnen von Buda. Stud. Arch. 4 (Budapest 1966) 46.
- HÖNEISEN 1993 M. HÖNEISEN (Hrsg.), Frühgeschichte der Region Stein am Rhein: Archäologische Forschungen am Ausfluss des Untersees. Schaffhauser Arch. 1 = Antiqua 26 (Basel 1993).
- HÜSTER-PLOGMANN et al. 1999 H. HÜSTER-PLOGMANN/P. JORDAN/A. REHAZEK/J. SCHIBLER/M. VESZELI, Mittelalterliche Ernährungswirtschaft, Haustierhaltung und Jagd. Eine archäozoologische Untersuchung ausgewählter Fundensembles aus der Schweiz und dem angrenzenden Ausland. Beitr. Mittelalterarch. Österreich 15, 1999, 223–240.
- JANSEN 1995 H. M. JANSEN, Rosenkränze fra Svendborg Franciskanerklosterkirkegård. In: Årb. Svendborg og Omegns Mus. (Svendborg 1995) 41–46.
- JANSSEN 1983 H. L. JANSSEN, Bewerkt been. In: ders. (Hrsg.), Van Bos tot Stad. Opgravingen in 's-Hertogenbosch ('s-Hertogenbosch 1983) 293–302.
- JANSSEN 1986 W. JANSSEN, Handwerksbetriebe und Werkstätten in der Stadt um 1200. In: H. STEUER (Hrsg.), Zur Lebensweise in der Stadt um 1200. Ergebnisse der Mittelalter-Archäologie. Zeitschr. Arch. Mittelalter Beih. 4 (Köln, Graz 1986) 301–378.
- JAWORSKI 1999 K. JAWORSKI, Slady obróvki surowca kościanego i rogowego. In: C. BUŠKO/J. PIEKALSKI (Hrsg.) Ze studiów nad życiem codziennym w średowiecznym mieście. Parcele przy ulicy więziennej 10–11 we Wrocławiu. Wratislavia Antiqua 1 (Wrocław 1999) 70–92.
- JAWORSKI 2002 K. JAWORSKI, Pracownie rogownicze. In: J. PIEKALSKI (Hrsg.), Rynek Wrocławski w świetle badań archeologicznych cz II. Wratislavia Antiqua 5 (Wrocław 2002) 213–235.
- JENISCH 1994 B. JENISCH, Brigachtal Überauchen. Fundber. Baden-Württemberg 19/2, 1994, 158.
- JENISCH/  
SCHMIDT-THOMÉ 1986 B. JENISCH/P. SCHMIDT-THOMÉ, Ausgrabung im ehemaligen Franziskanergarten an der Rietgasse in Villingen, Villingen-Schwenningen, Schwarzwald-Baar-Kreis. Arch. Ausgr. Baden-Württemberg 1986, 232–236.
- DE JONG 2001 T. DE JONG, Het beste paard van stal. Middeleeuwse paarden uit Eindhoven en Helmond (Eindhoven 2001).
- JUNKES 1991 M. JUNKES, Die spätmittelalterliche Geschirrkernamik der Grabung Konstanz/Fischmarkt (Diss. Kiel 1991).
- KOKABI 1992 M. KOKABI, Das Rind als vielseitiger Rohstofflieferant. In: N. FLÜELER (Hrsg.), Stadtluft, Hirsebrei und Bettelmönch – Die Stadt um 1300. Ausstellungskatalog (Stuttgart 1992) 413–415.
- KOKABI et al. 1994 M. KOKABI/B. SCHLENKER/J. WAHL (zsgest.), „Knochenarbeit“: Artefakte aus tierischen Rohstoffen im Wandel der Zeit. Arch. Inf. Baden-Württemberg 27 (Stuttgart 1994).
- KÖNIG 1999 A. KÖNIG, Archäologische Handwerksnachweise im mittelalterlichen Höxter an der Weser. In: Von Schmieden, Würfeln und Schreibern. Städtisches Handwerk im Mittelalter. Beiträge des ersten Kolloquiums des Arbeitskreises zur archäologischen Erforschung des mittelalterlichen Handwerks. ALManach 4 (Stuttgart 1999) 88–99.
- KRÖNNECK 1995 P. KRÖNNECK, Von der Werkstatt in die Latrine. Die Tierknochenfunde aus dem Haus Hauptstrasse 23 in Geislingen. Hohenstaufen/Helfenstein 1995, 27 f.
- KÜHNOLD 1971 B. KÜHNOLD, Die Tierknochenfunde aus Unterregenbach, einer mittelalterlichen Siedlung Württembergs. Diss. Tierärztl. Fak. Ludwig-Maximilians-Univ. München (München 1971).
- LEHMKUHL 1992 U. LEHMKUHL, Knochen- und hornverarbeitende Werkstätten in Mecklenburg-Vorpommern (Mittelalter bis Frühneuzeit). Bodendenkmalpf. Mecklenburg-Vorpommern 1992, 277–301.
- LOERS 1984 V. LOERS, Mittelalterliche Funde aus der Latrine eines Regensburger Patrizierhauses. Arch. Jahr Bayern 1984, 169 f.

- LORENZ 1991 H. LORENZ, Abfallprodukte einer Paternosterwerkstatt. In: Vergessene Zeiten – Mittelalter im Ruhrgebiet. Katalog zur Ausstellung im Ruhrlandmuseum zu Essen 26. September 1990 bis 6. Januar 1991, Bd. 1 (Bottrop 1991) 220.
- LUIKEN 1694 J. LUIKEN, *Het Menselyk Bedryf* (Amsterdam 1694).
- MACGREGOR 1985 A. MACGREGOR, Bone, antler, ivory and horn. The technology of skeletal materials since the Roman Period (London, Sydney 1985).
- MACGREGOR et al. 1999 A. MACGREGOR/A. J. MAINMAN/N. S. H. ROGERS, Bone, Antler, Ivory and Horn from Anglo-Scandinavian and Medieval York. *The Archaeology of York 17/12* (York 1999).
- MAIRE 1986 J. MAIRE, Travail de l'os. In: *Vie matérielle en Alsace au moyen age et la renaissance*. Encyclopédie de l'Alsace 12 (Strasbourg 1986) 7582–7586.
- MAIRE 1990 J. MAIRE, Le Marais-vert à Strasbourg et le travail de l'os/Les objets en os et leur fabrication en Strasbourg. In: B. SCHNITZLER (Hrsg.), *Vivre au Moyen Age*. 30 ans archéologie médiévale en Alsace (Strasbourg 1990) 79 f./81–86.
- MANN 1982 J. E. MANN, Early Medieval Finds from Flaxengate I: Objects of antler, bone, stone, horn, ivory, amber and jet (Lincoln 1982).
- MANSER 1992 J. MANSER, Richtstätte und Wasenplatz in Emmenbrücke (16.–19. Jahrhundert). Archäologische und historische Untersuchungen zur Geschichte von Strafrechtspflege und Tierhaltung in Luzern (Basel 1992).
- MARGESON 1993 S. MARGESON, Norwich Households, Medieval and Post-Medieval Finds from Norwich Survey Excavations 1971–1978. *East-Anglian Archaeology* 58 (Norwich 1993).
- MARKERT 1990 D. MARKERT, Knochenbefund in einer Gerberei: Haus zum Bogen, Schaffhausen. In: J. SCHIBLER/J. SEDLMEIER/H. P. SPYCHER (Hrsg.), *Festschr. Hans R. STAMPFLI* (Basel 1990) 121–126.
- MAURER 1989 H. MAURER, Konstanz im Mittelalter II. Vom Konzil bis zum Beginn des 16. Jahrhunderts (Konstanz 1989).
- MAY 1985 E. MAY, Zu den Tierknochenresten aus mittelalterlichen Grabungskomplexen der Packhofgrabung in Braunschweig. In: *Stadtarchäologie in Braunschweig*. Ein fachübergreifender Arbeitsbericht zu den Grabungen 1976–1984. *Forsch. Denkmalpfl. Niedersachsen* 3 (Hamel 1985) 307–312.
- MEIER 1979 O. MEIER, *Archéologie urbaine à Saint-Denis* (Saint-Denis 1979).
- MEIER 1990 F. MEIER, Konstanzer Stadterweiterungen im Mittelalter. Grundstücksbezogene Untersuchungen zur Erschließungsgeschichte und Sozialtopographie einzelner Quartiere (Konstanz 1990).
- MELZER 1999 W. MELZER, Archäologische Erkenntnisse zu Handel und Handwerk im mittelalterlichen Soest. In: M. GLÄSER (Hrsg.), *Lübecker Kolloquium zur Stadtarchäologie im Hanseraum II: Der Handel* (Lübeck 1999) 245–261.
- Mittelalterliches Hausbuch Mittelalterliches Hausbuch, Bilderhandschrift des 15. Jahrhunderts (Frankfurt/Main 1887).
- MITTELSTRASS 2000 T. MITTELSTRASS, Zur Archäologie der christlichen Gebetskette. *Zeitschr. Arch. Mittelalter* 27/28, 1999/2000, 219–261.
- MITTENDORFF/  
VERMEULEN 2004 E. MITTENDORFF/B. VERMEULEN, Ambachtslieden, arme vrouwen en arbeiders. Archeologisch onderzoek naar de vroegmiddeleeuwse ambachtswijk en latere periodes aan de Bruynssteeg 6–10 te Deventer. *Rapportages Arch. Deventer* 14 (Deventer 2004).
- MOOSBRUGGER-LEU 1985 R. MOOSBRUGGER-LEU, Die Chrischona-Kirche von Bettingen. *Materialh. Arch. Basel* 10 (Basel 1985).
- MORENA/COUNORD 1994 M. MORENA/D. COUNORD, Catalogue de l'exposition Antipolis municipale Romain (Antibes 1994).
- MOUSSET 1999 J.-L. MOUSSET, *Le passé recomposé*. Archéologie urbaine à Luxembourg (Luxembourg 1999).
- MÜHRENBURG 2001 D. MÜHRENBURG, To borende, to dreyende, to snidende – Der Paternostermacher bei der Arbeit. In: D. MÜHRENBURG/A. FALK, *Mit Gugel, Pritschholz und Trippe – Alltag im mittelalterlichen Lübeck* (Lübeck 2001) 124 f.

- MÜLLER 1996 U. MÜLLER, Holzfunde aus Freiburg/Augustinerkloster und Konstanz. Herstellung und Funktion einer Materialgruppe aus dem späten Mittelalter. Forsch. u. Ber. Arch. Mittelalter Baden-Württemberg 21 (Stuttgart 1996).
- MULSOW 2006 R. MULSOW, Archäologische Nachweise zum mittelalterlichen Handwerk in Rostock. In: GLÄSER 2006, 285–302.
- NEUGEBAUER 1998 J.-W. NEUGEBAUER, Von der Herren Hof von Passau. Vom römischen Lagerdorf zum mittelalterlichen Lesehof des Dom- und Hochstiftes Passau (Klosterneuburg 1998).
- NICKEL 1964 E. NICKEL, Der „Alte Markt“ in Magdeburg. Dt. Akad. Wiss. Berlin, Schr. Sektion Vor- u. Frühgesch. (Berlin 1964).
- NIJHOF 2007 E. NIJHOF, Handel en Nijverheid. In: H. L. JANSSEN/A. A. J. THELEN (Hrsg.), Tekens van Leven. Opgavingen in het Tolbrugkwartier te 's-Hertogenbosch (Utrecht 2007) 218–239.
- OEXLE 1985a J. OEXLE, Würfel- und Paternosterhersteller im Mittelalter. In: Der Keltenfürst von Hochdorf, Methoden und Ergebnisse zur Landesarchäologie (Stuttgart 1985) 455–462.
- OEXLE 1985b J. OEXLE, Die Grabungen im Salmansweilerhof zu Konstanz. Arch. Ausgr. Baden-Württemberg 1985, 228–235.
- OEXLE 1986 J. OEXLE, Die Grabungen am Fischmarkt zu Konstanz, Archäologische Befunde zur Geschichte des Salmansweilerhofes. In: Erhalten historisch bedeutsamer Bauwerke, Sonderforschungsbereich 315, Jahrb. Univ. Karlsruhe 2, 1986, 305–330.
- PANER 2006 H. PANER, Crafts in Gdańsk from the 12th to 17th century. In: GLÄSER 2006, 417–435.
- PFROMMER 2004 J. PFROMMER, Auf den Spuren Jüdischer Geschichte in Konstanz. Denkmalpf. Baden-Württemberg 33, 2004, 73–80.
- PFROMMER i. V. J. PFROMMER, Konstanz Fischmarkt – Studien zur Entstehung und Entwicklung eines innerstädtischen Quartiers. Die Befunde der Grabungen 1984–1986 (Arbeitstitel) (in Vorbereitung).
- PICOD 1994 C. PICOD, Examen de perles en os tourné et reproduction expérimentale d'un chapelet du XVIII<sup>ème</sup> siècle. URL: <<http://membres.lycos.fr/cpicod/chapelet.htm>> [12.1.2007].
- PLOMP 1979 N. PLOMP, De Knopendraaiers. In: Heemtijdinghen. Orgaan van de Stichts-Hollandse Historische Vereniging 15/2, 1979, 68–74.
- PRILLOFF 2000 R.-J. PRILLOFF, Tierknochen aus dem mittelalterlichen Konstanz. Eine archäozoologische Studie zur Ernährungswirtschaft und zum Handwerk im Hoch- und Spätmittelalter. Materialh. Arch. Baden-Württemberg 50 (Stuttgart 2000).
- PRUMMEL 1981 W. PRUMMEL, Beenderen van middeleeuwse dieren. In: H. L. JANSSEN (Hrsg.), Van Bos tot Stad. Opgavingen in 's-Hertogenbosch ('s-Hertogenbosch 1983) 307–310.
- REBKOWSKI 1998 M. REBKOWSKI (Hrsg.), Archeologia średowiecznego Kołobrzegu 3 (Kołobrzeg 1998).
- RECH 2004 M. RECH, Gefundene Vergangenheit – Archäologie des Mittelalters in Bremen (Bremen 2004).
- RIJKELJKHUIZEN 2004 M. J. RIJKELJKHUIZEN, Dierlijke materialen in Amsterdam. Scriptie AAC Univ. Amsterdam (Amsterdam 2004).
- RING 2006 E. RING, Handwerk in Lüneburg vom Mittelalter bis zur frühen Neuzeit – der archäologische Nachweis. In: GLÄSER 2006, 315–330.
- RIPPMANN et al. 1987 D. RIPPMANN et al., Basel Barfüsserkirche Grabungen 1975–1977. Schweizer Beitr. Kulturgesch. u. Arch. Mittelalter 13 (Basel 1987).
- RITZ 1975 G. RITZ, Der Rosenkranz. In: 500 Jahre Rosenkranz. Kunst und Frömmigkeit im Spätmittelalter und ihr Nachleben (Köln 1975) 51–101.
- RÖBER 1995 R. RÖBER, Zur Verarbeitung von Knochen und Geweih im mittelalterlichen Südwestdeutschland. Fundber. Baden-Württemberg 20, 1995, 885–944.

- SÁNDOR 1961 M. G. SÁNDOR, Adatok a középkori csontgomb- és gyöngykészítéshez (Zur mittelalterlichen Herstellungstechnik der Knochenknöpfe und Perlen). *Folia Arch.* 13, 1961, 141–149.
- À SANTA CLARA 1717–1719 A. À SANTA CLARA, Iets voor allen (Amsterdam 1717–1719).
- SCHÄFER/STACHEL 1989 H. SCHÄFER/G. STACHEL, Unterreggenbach, Archäologische Forschungen 1960–1988. *Arch. Inf. Baden-Württemberg* 9 (Stuttgart 1989).
- SCHATZ 1963 H. SCHATZ, Die Tierknochenfunde aus einer mittelalterlichen Siedlung Württembergs. Diss. Tierärztl. Fak. Ludwig-Maximilians-Univ. München (München 1963).
- SCHIBLER/STOPP 1987 J. SCHIBLER/B. STOPP, Osteoarchäologische Auswertung der hochmittelalterlichen (11.–13. Jahrhundert) Tierknochen aus der Barfüsserkirche in Basel (CH). In: RIPP-MANN et al. 1987, 307–345.
- SCHLÜTER 1979 W. SCHLÜTER, Ausgrabungen auf der großen Domsfreiheit in Osnabrück. *Osnabrücker Mitt.* 85, 1979, 16–24.
- SCHLÜTER 1986 W. SCHLÜTER, Vorbericht über die Ausgrabungen auf dem Marktplatz der Stadt Osnabrück in den Jahren 1984/85. *Osnabrücker Mitt.* 91, 1986, 19–48.
- SCHMAEDECKE 1992 M. SCHMAEDECKE, Der Breisacher Münsterberg. Topographie und Entwicklung. *Forsch. u. Ber. Arch. Mittelalter Baden-Württemberg* 11 (Stuttgart 1992).
- SCHMID 1969 E. SCHMID, Knochenfunde als Archäologische Quellen durch sorgfältige Ausgrabungen. In: J. BOESSNECK (Hrsg.), Archäologisch-biologische Zusammenarbeit in der Vor- und Frühgeschichtsforschung. DFG Forschber. 15 (Wiesbaden 1969) 100–111.
- SCHNACK 1994 C. SCHNACK, Mittelalterliche Lederfunde aus Konstanz (Grabung Fischmarkt). *Materialh. Arch. Baden Württemberg* 26 (Stuttgart 1994).
- SCHNEIDER et al. 1982 J. E. SCHNEIDER/D. GUTSCHER/H. F. ETTER/J. HANSER, Der Münsterhof in Zürich I. *Schweizer Beitr. Kulturgesch. u. Arch. Mittelalter* 9 (Olten, Freiburg/Breisgau 1982).
- SCHNYDER 1936 W. SCHNYDER, Quellen zur Zürcher Zunftgeschichte I, 13. Jh. bis 1604 (Zürich 1936).
- SCHOLKMANN 1978 B. SCHOLKMANN, Sindelfingen/Obere Vorstadt, eine Siedlung des hohen und späten Mittelalters. *Forsch. u. Ber. Arch. Mittelalter Baden-Württemberg* 4 (Stuttgart 1978).
- SCHÜLKE 1965 H. SCHÜLKE, Die Tierknochenfunde von der Burg Neu-Schellenberg, Fürstentum Liechtenstein. Diss. Tierärztl. Fak. Ludwig-Maximilians-Univ. München (München 1965).
- SCHÜTTE 1995 S. SCHÜTTE, Handwerk in kirchlicher Abhängigkeit um 1300. Beiträge zur Baugeschichte, Archäologie und Kulturgeschichte einer Werkstatt auf der Pfarrparzelle und der zugehörigen Marktkirche St. Johannis in Göttingen. Diss. Hamburg (Köln 1995).
- SEITZ 1970 H. J. SEITZ, Erste Bodenfunde von den mittelalterlichen Paternostermachern. In: E. HEINSIUS (Red.), *Festschr. 70. Geburtstag Univ.-Prof. Dr. HANS REINERTH* (Singen/Hohentwiel 1970) 145–151.
- SERJEANTSON 1989 D. SERJEANTSON, Animal remains and the tanning trade. In: D. SERJEANTSON/T. WALDRON (Hrsg.), *Diets and Crafts in towns. BAR British Ser.* 199, 1989, 129–146.
- SIEGFRIED-WEISS 1991 A. SIEGFRIED-WEISS, Funde aus Bronze, Bein, Ton, Stein und anderen Materialien. In: A. HOCHULI-GYSEL/A. SIEGFRIED-WEISS/E. RUOFF/V. SCHATTEBRAND-OBRECHT, *Chur in römischer Zeit* 2 (Basel 1991) 139–153.
- SLICHER VAN BATH 1960 B. SLICHER VAN BATH, De agrarische geschiedenis van West-Europa 500–1850 (Utrecht, Antwerpen 1960).
- SPITZERS 1988 T. A. SPITZERS, Karolingisch Botmateriaal uit A.W.N.-opgravingen in Deventer. *Scriptie Univ. Amsterdam* (Amsterdam 1988).
- SPITZERS 1996 T. A. SPITZERS, Abfälle früher Knochenknopfproduktion aus Biberach. Unveröffentl. Manuskript Landesdenkmalamt Baden-Württemberg 1996.
- SPITZERS 1997a T. A. SPITZERS, Late Medieval Bone-Bead Production: Socio-economic Aspects on the Basis of Material from Constance, Germany. In: G. DE BOE/F. VERHAEGHE (Hrsg.), *Material Culture in Europe. Papers of the Conference „Medieval Europe“ Brugge 1997. I.A.P. Rapporten* 7 (Zellik 1997) 147–155.

- SPITZERS 1997b T. A. SPITZERS, Late Medieval Bone-Bead-Production: Socio-economic Aspects based on Material from Constance, Germany. In: M. KOKABI/J. WAHL (Hrsg.), Proceedings of the 7th International Conference for Archaeozoology, International Council for Archaeozoology, Constance, September 1994. *Anthropozoologica* 25/26, 1997, 157–164.
- SPITZERS 1999 T. A. SPITZERS, Sozialwirtschaftshistorische Aspekte der spätmittelalterlichen Knochenbearbeitung anhand von Abfällen der Perlendrechserei aus Konstanz am Bodensee. *Beitr. Mittelalterarch. Österreich* 15, 1999, 241–250.
- SPITZERS 2004 T. A. SPITZERS, De productie van benen gebedssnoerkralen in Deventer en Zutphen in de late Middeleeuwen. *De Hunnepers* 34. Orgaan van de AWN Afd. 18, 2004, 32–34.
- SPITZERS 2006 T. A. SPITZERS, Archeologisch onderzoek Tiel – Plein 21–27. Achtererven in een havenbuurt in de 15e–19e eeuw. BAAC-rapport 04.108. Unveröffentl. Manuscript 2006.
- SPITZERS 2009 T. A. SPITZERS, Bewerkt bot. In: R. VAN DER MARK, Vianen Stadhuis. Archeologisch onderzoek. BAAC-Rapport 06.394 ('s-Hertogenbosch, Deventer 2009) 54–58.
- SPITZERS 2011 T. A. SPITZERS, Productieafval van benen gebedssnoerkralen uit Ravenstein. In: Jaarverslag AWN Werkgroep Nijmegen en omstreken 2010, 22–25.
- SPITZERS 2012 T. A. SPITZERS, Benen bidsnoerkralen van het Bossche Loeffplein. In: R. VAN GENABEEK/E. NIJHOF/F. SCHIPPER/J. TRELING, Putten uit het Bossche verleden. Vriendenbundel voor HANS JANSSEN ter gelegenheid van zijn afscheid als stadsarcheoloog van 's-Hertogenbosch (Alphen aan de Maas 2012) 131–143.
- Stichting Rura 1986 Sporen van Roermondse Karthuizers, Stichting Rura Ausgabe Nr. 2 von April 1986.
- STOKES 2000 P. R. G. STOKES, The butcher, the cook and the archaeologist. In: J. P. HUNTLEY/S. STALLIBRASS (Hrsg.), Taphonomy and Interpretation. *Symposia of the Association for Environmental Archaeology* 14 (Oxford 2000) 65–70.
- STORK 1978 M. STORK, Die Tierknochenfunde der mittelalterlichen Siedlung Sindelfingen/Obere Vorstadt. In: B. SCHOLKMANN, Sindelfingen/Obere Vorstadt. *Forsch. u. Ber. Arch. Mittelalter Baden-Württemberg* 3 (Stuttgart 1978) 165–180.
- TAUBER 1977 J. TAUBER, Beinschnitzer auf der Frohburg: Ein Beitrag zur Geschichte des Handwerks im Mittelalter [Festschr. E. SCHMID]. *Regio Basiliensis* 18/1 (Basel 1977) 214–225.
- THIER 1997 P. u. B. THIER, 411 Münster. Ausgr. u. Funde Westfalen-Lippe 9A, 1997, 359 f.
- THIJSSSEN 1981 J. R. A. M. THIJSSSEN, Oudheidkundig bodemonderzoek in de gemeente Deventer in 1980. Intern rapport Gemeente Deventer 1981.
- TREUE et al. 1965 W. TREUE et al. (Hrsg.), Das Hausbuch der Mendelschen Zwölfbrüderstiftung zu Nürnberg. *Deutsche Handwerksbilder des 15. und 16. Jahrhunderts*, Textbd. (München 1965).
- UERPMMANN 1979 H.-P. UERPMMANN, Tierknochenfunde des hohen Mittelalters aus Neudingen (Schwarzwald-Baar-Kreis). *Forsch. u. Ber. Arch. Mittelalter Baden-Württemberg* 6 (Stuttgart 1979) 33–38.
- ULBRICHT 1984 ULBRICHT, Die Verarbeitung von Knochen, Geweih und Horn im mittelalterlichen Schleswig. Ausgr. Schleswig 3 (Neumünster 1984).
- VAN VILSTEREN 1987 V. T. VAN VILSTEREN, Het Benen Tijdperk. Gebruiksvoorwerpen van been, gewei, hoorn en ivoor 10 000 jaar geleden tot heden (Assen 1987).
- VISSAK 2006 R. VISSAK, On Handicraft in Tallinn (Reval): the Middle Ages and the Beginning of Modern Times. In: GLÄSER 2006, 497–507.
- WEIGEL 1698 C. WEIGEL, Abbildung und Beschreibung der Gemeinnützlichen Hauptstände, Regensburg 1698. Faksimile-Neudruck (Nördlingen 1987).
- WERNER 1992 G. WERNER, Paternosterherstellung in Aalen. *Aalener Jahrb.* 1992, 69–77.
- WESTERMANN 1979 E. WESTERMANN (Hrsg.), Internationaler Ochsenhandel (1350–1750). Akten des 7th International Economic History Congress Edinburgh 1978. *Beitr. Wirtschaftsgesch.* (Stuttgart 1979).

- VAN WIJNGAARDEN-BAKKER/MALIEPAARD 1992 L. H. VAN WIJNGAARDEN-BAKKER/C. H. MALIEPAARD, Runderhoornpitten uit de Marktenroute te Leiden. *Bodemonderzoek Leiden* 13/14, 1992, 51–60.
- WILLIAMS 1979 J. H. WILLIAMS, St Peter's Street Northampton. *Excavations 1973–1976*. Northampton Development Corporation Arch. Monogr. 2 (Northampton 1979).
- WOLF 1993 H. WOLF, Bewerkt been, vondsten uit de Kleine Aa. In: H. CLEVIS/J. DE JONG (Hrsg.), *Archeologie en Bouwhistorie in Zwolle 1* (Zwolle 1993) 105 f.
- WOODFIELD 1981 C. WOODFIELD, Finds from the Free Grammar School at the Whitefriars, Coventry, c.1545–c.1557/8. *Post-medieval Archaeology* 15, 1981, 81–159.

### *Abbildungsnachweis*

Abb. 1; 13 f.; 17; 19; 21; 38; 50; 55 f.; 59; 69: M. SCHREINER, ALM Konstanz. – Abb. 10: aus JUNKES 1991. – Abb. 15 f.; 18; 24; 36; 45; 54; 57; 60a,b; 72; 74 f.; 81; 83; 85 f.; 90; 95–98; 101; 107: A. DEKKER, AAC Amsterdam. – Abb. 22 f.; 25; 44: C. TROOSTHEIDE, AAC Amsterdam. – Abb. 22; 35; 58: R. ROZENDAAL, BAAC Deventer, NL. – Abb. 27; 32; 113A: B. FERMIN, Archeologie Zutphen. – Abb. 31: T. SODE, Kopenhagen. – Abb. 39–42; 52–54; 61; 93 f.; 108 (teils nach MOOSBRUGGER-LEU 1985); 109 f.: C. BÜRGER, Konstanz. – Abb. 49: P. DIJKSTRA, Veldhoven. – Abb. 51b: M. GYGAX, Zürich. – Abb. 87; 103: P. HATTINGA, Verschure. – Abb. 90: aus OEXLE 1985a. – Abb. 92: D. BANDEMER, Konstanz. – Abb. 105: Nach: Miniatur, 1353, Schlackenwerther Codex, die erste deutsche Übersetzung der Hedwigslegende ([http://www.heiligenlexikon.de/BiographienH/Hedwig\\_von\\_Schlesien.htm](http://www.heiligenlexikon.de/BiographienH/Hedwig_von_Schlesien.htm)). – Abb. 115: BAM, 's-Hertogenbosch. – Alle anderen Abbildungen, wenn nicht anders vermerkt: ALM Konstanz bzw. Verfasser.

### *Schlagwortverzeichnis*

Spätmittelalter; Konstanz; knochenverarbeitendes Handwerk; Tierknochen; Paternoster; Leisten; Perlen; Scheiben; Bearbeitungstechnik; Abfallprodukte.

### *Anschrift des Verfassers*

Dr. THOMAS SPITZERS  
Papenstraat 19  
7411 NA Deventer  
E-mail: [tspitzers@hotmail.com](mailto:tspitzers@hotmail.com)