

# Der Gelbschmied und Alchemist(?) vom Ringelhof

Pia Kamber und Peter Kurzmann  
(mit einem Beitrag von Yvonne Gerber)

<https://doi.org/10.12685/jbab.1998.151-199>  
CC BY 4.0

## Schlüsselwörter

Basel (BS), Spätmittelalter (2. Hälfte 13. Jh.), Abfallgrube, Laborinventar, Archäometrie, Untersuchung von Erzen, Herstellung von Messing, Herstellung von Bleiglas, Giessformen für Halbzeug, Herstellung von Metallgefässen.

## mots-clé

Bâle (ville), Moyen Âge (seconde moitié du XIII<sup>e</sup> siècle), fosse à ordures, instruments d'un laboratoire, archéométrie, analyse de minerais, fabrication de laiton, fabrication de verre au plomb, moules de produits intermédiaires, fabrication d'objets en métal.

## key-words

Basle (city of), Late Middle Age (2<sup>nd</sup> half of the 13<sup>th</sup> century), rubbish pit, inventory of laboratory, archaeometry, analysis of ores, production of brass, production of lead glass, casting moulds for semi-manufactured products, production of metal vessels.

## Zusammenfassung

Bei Bauarbeiten in der Basler Altstadtliegenschaft «Ringelhof» wurde 1939 ein Laborinventar aus der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts entdeckt. Über die Bergungsumstände ist lediglich bekannt, dass die Funde aus einer Abfallgrube im Keller der Liegenschaft stammen. Die frühe Datierung, die zeitliche Geschlossenheit des Inventars und eine Vielzahl bisher unbekannter Laborgefässe machen den Fund forschungsgeschichtlich ausserordentlich bedeutsam.

Zur Interpretation und Deutung der Gefässe wurden alchemistische Manuskripte des 13. und 14. Jahrhunderts beigezogen, die ähnliche Gerätschaften abbilden und auch benennen.

Zum Fund gehören keramische Sonderformen des technischen Bereichs – glasierte Destilliergefässe, eine Sublimierapparatur, Keramikcupellen und ein Graphittontiegel –, die zum Teil erstmals archäologisch nachgewiesen sind. Aber auch gewöhnliches Küchengeschirr wurde zu Laborkeramik umfunktioniert. Davon zeugen Gebrauchsspuren in Form von Hitzeschäden und Spuren von chemotechnischen Prozessen in den Gefässen. Sowohl bei der technischen Keramik als auch bei der Haushaltsware sind immer wieder Spuren einer nachträglichen Bearbeitung zu beobachten. Dazu gehört das Abtrennen von Rändern und das sorgfältige Abschlagen von Ausgüssen und Beinen.

Für die Spezialanfertigungen aus dem technischen Bereich können keine zeitgleichen Vergleichsfunde beigebracht werden. Die Datierung des Inventars muss daher über die Geschirrkemik erfolgen, welche das gängige Formenspektrum eines Basler Haushaltes in der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts widerspiegelt: Töpfe mit Leistenrand und Wackelboden, Dreibeinpfännchen, Dreibeintöpfe, Bügelkannen, Schüsseln, Talglämpchen und Flachdeckel mit gewölbtem Zentrum.

Die archäometrische Untersuchung der Gefässe und ihrer Inhalte ergab überraschenderweise, dass im Laboratorium

ausschliesslich metallurgische Prozesse durchgeführt wurden. Dieser Befund ist deshalb so überraschend, weil sich unter den Gefässen eindeutige Destilliergefässe befinden. Diese wurden jedoch zweckentfremdet zur Durchführung von Reaktionen in der Schmelze verwendet, genauso wie eine Sublimierapparatur und andere Gefässe (Talgämpchen, Dreibeingefässe, Schüsseln, Schalen, sogar eine Napfkachel). Abgesehen davon vermittelt die chemische Untersuchung der Rückstände in den Gefässen den Eindruck eines sorgfältigen, systematischen Vorgehens bei der Durchführung der Arbeiten. Ziel war nebst der Untersuchung von Erzen auf ihre Eignung zur Herstellung von Messing offenbar das Finden von Gold und Silber in den Erzen. Ein weiteres Arbeitsgebiet war die Herstellung von Bleiglas für Emailarbeiten, Glasmalerei oder Glasuren.

Besonders bemerkenswert sind die Destilliergefässe, die einem sehr frühen Typus angehören, welcher bisher nur aus Abbildungen in einer Handschrift des 14. Jahrhunderts und aus einem ebenfalls in das 14. Jahrhundert datierten Fund in Paris bekannt war. Der Basler Fund zeigt, dass solche Destillierapparaturen bereits im 13. Jahrhundert in Gebrauch waren. Auch die Sublimierapparatur stellt einen für diese Zeit einzigartigen Fund dar.

Von herausragendem Interesse sind auch die gefundenen Giessformen für Metallronden. Sie entsprechen den von Theophilus Presbyter im 12. Jahrhundert beschriebenen Formen für den Guss des Halbzeugs, das für die Herstellung von Bechern, Kelchen oder ähnlichen Metallgefässen benötigt wurde. Nunmehr verfügen wir auch hierfür über materielle Belege.

Das Vorkommen der Destilliergefässe lässt den Schluss zu, dass es in Basel oder der näheren Umgebung in jener Zeit wenigstens ein alchemistisches Laboratorium gegeben hat, in dem auch destilliert wurde. Vielleicht gelingt eines Tages eine entsprechende Entdeckung.



**Abb. 1** Laborfund aus der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts von Basel-Ringelhof. – Foto: Peter Portner, Historisches Museum Basel.

## Inhalt

153	1.	Die Ausgrabung
154	2.	Der Ringelhof und seine Eigentümer
155	3.	Das Fundmaterial
156	3.1	Zusammensetzung
156	3.2	Datierung
156	3.3	Zur Vollständigkeit des Basler Fundes
156	4.	Zum Problem der Benennung und Deutung der Gefässe
156	4.1	Quellenlage
157	4.2	Verwendete Begriffe und Terminologien
159	5.	Archäometrische Untersuchungen
159	5.1	Beobachtete Gebrauchsspuren
159	5.2	Analysenmethode (Yvonne Gerber)
160	5.3	Chemie und Metallurgie im Ringelhof
163	6.	Die Interpretation der Gefässe und ihrer Inhalte
163	6.1	Einführende Bemerkungen
163	6.2	Materialbeschaffenheit der Laborkeramik vom Ringelhof
164	6.3	Spezialanfertigungen aus dem technischen Bereich
169	6.4	Zu Laborkeramik umfunktioniertes Haushaltsgeschirr
173	6.5	Zur Provenienz der Laborkeramik vom Ringelhof
173	6.6	Giessformen
174	7.	Schlussfolgerungen
175		Literatur
177		Anmerkungen
179		Fundkatalog: Kommentar zur Katalogfassung, Katalog, Tafeln 1–7
192		Anhang: Tabellen 1–6

### 1. Die Ausgrabung

Bauarbeiten in einer Altstadtliegenschaft auf dem Petersberg in Basel führten im Jahre 1939 zu einem aussergewöhnlichen Fund: einem Laboratoriumsinventar aus dem 13. Jahrhundert (Abb. 1).

Die Grabungsarbeiten im Ringelhof (Petersgasse 23) sind auf das Engste mit der Entdeckung einer Handwerkersiedlung des 10.–12. Jahrhunderts am Fusse des Petersberges verknüpft<sup>1</sup>. Der Neubau eines kantonalen Verwaltungsgebäudes für die Polizei und die öffentliche Krankenkasse (ÖKK) führte in den Jahren 1937–1939 zum Abbruch zahlreicher Altstadtliegenschaften und löste die bisher grösste mittelalterarchäologische Ausgrabung in der Basler Altstadt aus. Mit der örtlichen Leitung wurde der Architekt August Haas betraut, welcher als erster Grundrissreste von Holzbauten beobachtet und die zuständigen Instanzen benachrichtigt hat<sup>2</sup>. Der Direktor des Historischen Museums Basel, Emil Major, und sein Assistent, Rudolf Laur, beaufsichtigten den Grabungsvorgang in regelmässigen Besuchen. Gemäss kantonalen Verordnung hatte nämlich der Vorsteher des Museums, «die Abholung, oder

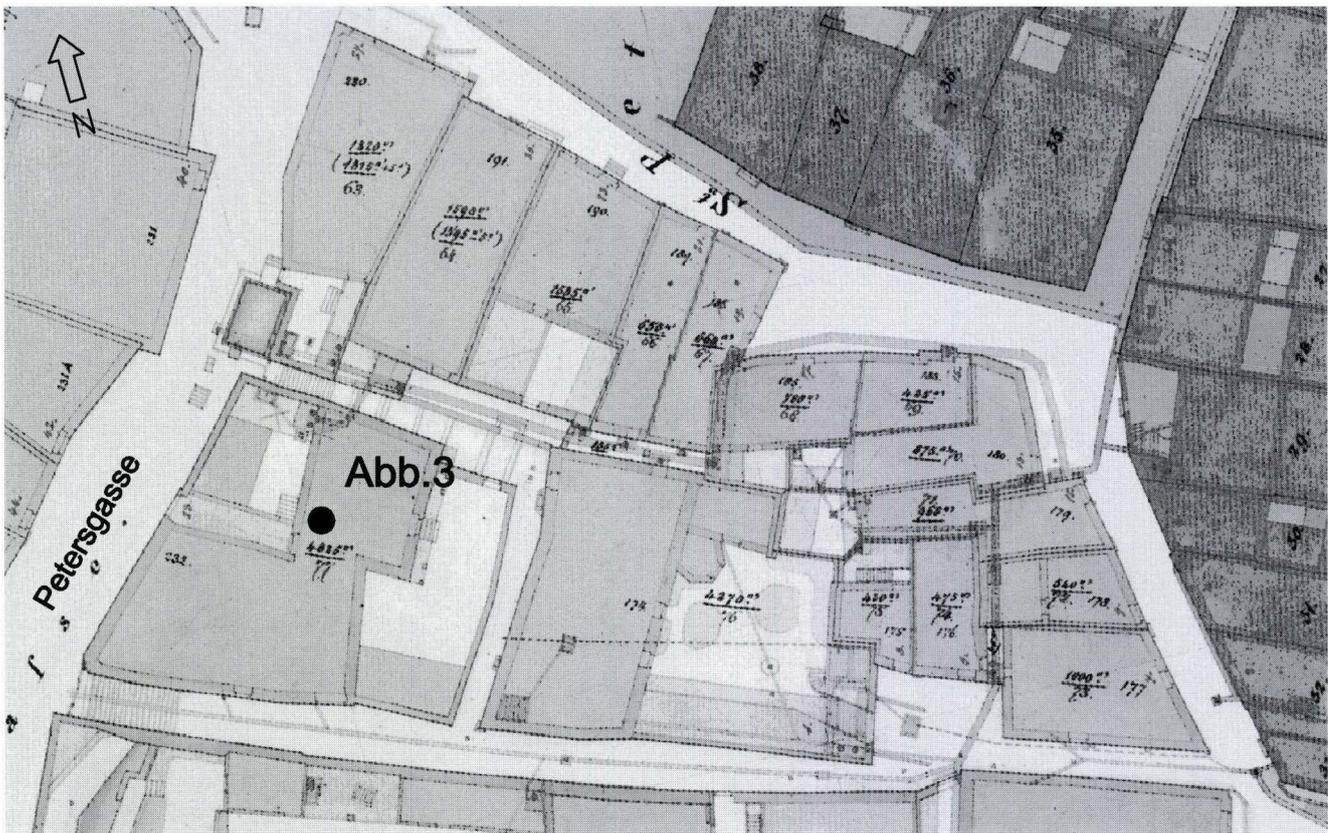
erforderlichenfalls die Ausgrabung, Bergung und Übernahme» von «Altertümern und Schatzfunden von wissenschaftlichem Wert» zu veranlassen<sup>3</sup>.

Weshalb die archäologischen Untersuchungen auch auf den Ringelhof ausgedehnt wurden, bleibt unklar. Zwar grenzte die Liegenschaft unmittelbar an die Nordwestfront des projektierten ÖKK-Gebäudes, blieb jedoch als eine der wenigen Altstadtliegenschaften im Bereich des Neubaus vom Abbruch verschont (Abb. 2). Wahrscheinlich bot die umfassende Renovation der Liegenschaft in den Jahren 1938–1940 Anlass für die Ausgrabungen<sup>4</sup>.

Am 7. März 1939 vermerkt der Museumsmitarbeiter Rudolf Laur in einem Tagebuch, dass im Keller des Ringelhofes ein Loch gegraben werde. «Dabei kommen Tigel (sic) und Scherben des späten Mittelalters zum Vorschein, auch Warzenglas. Der ganze Raum soll untersucht werden»<sup>5</sup>. Über die Fund- und Bergungsumstände ist leider nur wenig bekannt, da die einzigen Grabungsaufzeichnungen aus einer Befundskizze und einer Notiz im Feldtagebuch des Grabungsleiters bestehen<sup>6</sup> (Abb. 3): Zwischen dem 8. und 10. April wurde «am Ringelhof auf der linken Seite (von Westen) die Unterfangung der Fundamente begonnen. Nach dem Abgraben kamen auf der inneren Seite viele M.A. Funde zum Vorschein (Nest oder Abfallgrube?) Topfscherben, Gläser, Tiegel etc. Nach Anfrage durch Herrn Dr. Laur vom Museum wurde das Ausgraben im Innern des Hauses bewilligt und angefangen...». Der Grabungsleiter begründet seinen Verzicht auf weitere Angaben mit dem Hinweis, dass er die Funde direkt (9. März 1939) an das Historische Museum Basel übergeben habe.

Der Vergleich der überlieferten Befundskizze mit einem Bauplan von 1940 macht deutlich, dass die Fundstelle im Nordwestteil des Hinterhauses zu lokalisieren ist (Abb. 2), wo auch der Neubau von sanitären Anlagen vorgesehen war<sup>7</sup>. August Haas unterscheidet im Keller der Liegenschaft zwei Fundstellen: eine «Abfallgrube» bzw. ein «Nest» aus Tiegeln, Gläsern und Keramik im Eingangsbereich des Kellers sowie Ränder von Töpfen und Scherben («gotisch») aus der Nordwestecke des Raumes. Etwas differenzierter wird die Befundsituation im Eingangsbuch des Historischen Museums beschrieben. Danach stammen 33 Keramikgeräte und 9 Bruchstücke von Gussformen aus einer «Giesserwerkstatt» im Keller des Ringelhofes. 15 weitere Funde, darunter «warzenbesetzte Meieln» (Nuppenbecher) sowie verschiedene Wand- und Randscherben von Töpfen werden dem «nördlichen Teil» der Liegenschaft zugewiesen<sup>8</sup>.

Im Unterschied zu den Grabungsnotizen von August Haas weist das Eingangsbuch die Funde aus der «Giesserwerkstatt» ausschliesslich als Keramikfunde aus und schreibt die geborgenen Gläser der zweiten Fundstelle im Nordteil des Kellers zu<sup>9</sup>. Eine nachträgliche Bewertung dieser Unstimmigkeit ist schwierig. Die Museumsmitarbeiter, zwei erfahrene Archäologen, orientierten sich regelmässig über den Grabungsverlauf. Möglicherweise haben sie ihre Beobachtungen beim Inventarisieren der Funde direkt im Eingangsbuch festgehalten. Es ist jedoch auch nicht auszuschliessen, dass ihre Eintragungen eine Fund- und Befundinterpretation vorwegnahmen.



**Abb. 2** Falknerplan 1867 mit rekonstruierter Lage der Fundstelle (vgl. dazu Abb. 3). Die Liegenschaften nördlich und östlich des Ringelhofes (Petersgasse 23) wurden in den Jahren 1937 und 1939 abgerissen. – Zeichnung Udo Schön. – Massstab 1:500.

Bei den Glasscherben handelt es sich um Nuppenbecherfragmente des 13./14. Jahrhunderts, die besser zu den mittelalterlichen und frühneuzeitlichen Siedlungsfunden aus der Nordwestecke der Liegenschaft passen als zum Laborfund.

## 2. Der Ringelhof und seine Eigentümer

Der Name der Liegenschaft geht auf einen ehemaligen Eigentümer zurück: Johann Wernihard Ringler, Basler Bürgermeister von 1615–1630. Seine im Wesentlichen bleibende Gestalt hat der «Ringelhof» durch einen umfassenden Umbau im Jahre 1573 gewonnen. In den Jahren zwischen 1566 und 1573 hatte der Seidenhändler Cristoforo d'Annone drei benachbarte Liegenschaften erworben und vereinigte sie zu einem grosszügigen Anwesen, dessen Hauptfront zur Petersgasse hin orientiert ist. Die Grundrisse der drei mittelalterlichen Vorgängerbauten sind heute noch deutlich erkennbar (Abb. 4). In Akten des 14. Jahrhunderts werden die Liegenschaften Haus des Heinrich von Butenheim (linker Teil), Haus des Sigbert (rechter Teil) und Haus «zum Museck» (hintere Hälfte des rechten Teils) genannt<sup>10</sup>.

Da sich die mittelalterlichen Parzellengrenzen in Basel äusserst lange erhalten haben, darf der Laborfund aus dem Hinterhaus des Ringelhofes mit grosser Gewissheit der Liegenschaft Heinrichs von Bütenheim zugewiesen werden (Abb. 4). Die schriftliche Überlieferung reicht für dieses Haus bis in die

Jahre um 1300 zurück: In den Jahrzeitbüchern des Stiftes St. Peter wird das «domus Heinrici bütenheim» wiederholt aufgeführt, der älteste Eintrag datiert in die Jahre zwischen 1289 und 1295<sup>11</sup>. Heinrich von Bütenheim war Angehöriger einer edelfreien Familie, deren Schloss Landser im Oberelsass 1246 von den Baslern erobert worden war. Verschiedene Mitglieder des Geschlechts nahmen darauf als Lehensleute des Bischofs Wohnsitz in Basel<sup>12</sup>. Leider ist über die Familie nichts bekannt, was einen Hinweis auf die Art der Arbeiten gäbe, welche im «Labor» ihres Hauses verrichtet wurden.

Als bedeutungsvoll könnte sich erweisen, dass die Liegenschaft in einem Quartier liegt, in dem sich seit dem späten 13. Jahrhundert mit Vorliebe Goldschmiede und Wechsler niederliessen<sup>13</sup>. Zumindes ein Eigentümer des Hauses Bütenheim, der Apotheker und Diplomat Henmann von Offenburg übte eines dieser Gewerbe aus: Im Jahre 1400 wird er als angeblich betrügerischer Geldwechsler, Silber- und Goldhändler aktenkundig<sup>14</sup>.

Von den verschiedenen Handänderungen der folgenden Jahre seien zwei weitere Besitzer herausgegriffen, deren Berufe darauf hindeuten, dass chemotechnische Arbeiten in dieser Liegenschaft möglicherweise mit einer gewissen Kontinuität ausgeübt wurden: 1475 erwarb Jodocus Wiedemann von Suntheim bei Rufach (Elsass), Meister der freien Künste<sup>15</sup>, das Haus Bütenheim. Im frühen 16. Jahrhundert zählte der Schmied Mathis Isenflamm<sup>16</sup> zu den Besitzern der Liegenschaft.

### 3. Das Fundmaterial

#### 3.1 Zusammensetzung

Der Fund vom Ringelhof besteht aus einer auf den ersten Blick verwirrenden Vielfalt von Keramikformen der verschiedensten Art. Wir haben 31 Keramikgefäße vor uns, die in Bezug auf Benennung, Funktion und Verwendung im Ringelhof untersucht werden sollen. Hinzu kommen ein Deckelfragment, ein Kannenbügel sowie die Fragmente von 9 kleinen Giessformen, die einer Interpretation bedürfen.

Die auffallendsten Fundstücke sind eine Reihe von keramischen Sonderformen aus dem technischen Bereich, die zum Teil erstmals archäologisch nachgewiesen sind (Taf. 1-2). Erstaunlich ist die beachtliche Zahl an glasierten Gefäßen: Dabei handelt es sich um fünf Spezialanfertigungen für den Laborbedarf (Kat. Nrn. 1-5) und zwei Dreibeinpfännchen, die als Schmelzgefäße verwendet wurden (Kat. Nrn. 19-20). Die Überzüge – durchwegs gelbgrüne bzw. gelbbraune Bleiglasuren – wurden überwiegend auf den Gefässinnenseiten aufgetragen. Einzig Kat. Nrn. 3, 19 und 20 sind beidseitig glasiert.

Spuren chemischer Prozesse in den Gefäßen belegen, dass nicht nur gewöhnliche Haushaltsware zu Laborkeramik umfunktioniert wurde. Auch Sonderformen sind von ihrem ursprünglichen Verwendungszweck abweichend benutzt worden. Die komplizierte Mehrfachverwendung von Gefäßen, ein Charakteristikum dieses Fundmaterials, wird in Kapitel 6 ausführlich besprochen.

Sowohl bei der technischen Keramik als auch bei der Haushaltsware sind immer wieder Spuren einer nachträglichen Bearbeitung zu beobachten. Dazu gehört das Abtrennen von Böden und Rändern sowie das sorgfältige Abschlagen von Ausgüssen und Beinen.

Die typologische Geschlossenheit des Fundmaterials legt nahe, dass das Laborinventar innerhalb einer kurzen Zeitspanne entsorgt wurde. Die meisten Gefäße sind zerbrochen und wurden im Rahmen von Restaurierungsarbeiten im Jahre 1939 wieder mehr oder weniger vollständig zusammengeklebt. Die Klebungen verhindern, zweifelsfrei zwischen «alten» und «neuen» Bruchkanten zu unterscheiden. Somit bleibt ungewiss, wie stark eine möglicherweise unsorgfältige Bergung für den Erhaltungszustand und den Fragmentierungsgrad der

Abb. 3 Eintrag 8.-10. März 1939 im Grabungstagebuch von August Haas. – August Haas, Tagebuch der II. archeologischen (sic) Grabung am Spiegelhof/Ö.K.K. in Basel 1938/1939 (Seite 67). Historisches Museum Basel, Archiv N.2.g.

8 III 39. -  
10 III 39.

wurde am Ringelhof auf der linken Seite (von Westen) die Unterfangung der Fundamente begonnen. Nach dem Abgraben kamen auf der inneren Seite viele M.A. Funde zum Vorschein. (Nur oder Abfallstücke?) Topfwerk, gläserne Tügel etc. (Nach Auftrage dem Herrn W. Haas im Museum wurde das Ausgraben in einem des Hauses bewilligt im Anfang. Heute dem Steinbett (1/2 Wagon Geröll (Kellerboden) haben beide die Reste eines Fundaments zum Vorschein.) (Bei Art noch meliert vordere von Nördmittell.) (aus Bruchsteinen gut gemauert mit Kalk (Seltlichkalk))

M.A. Funde.  
Ringelhof

Aussen-Treppe  
Tür  
Keller  
Kellerboden  
Treppe ins Parkett  
Kalk  
bis linke Wandseite  
senkrecht Keller

1. Fundstelle aus 9. im West. Museum abgegraben. Mehr Topfe gläserne Tügel etc. etc.

2. Fundstelle Einzige Ränder von Topfwerk. (Görin?)

vonl. der Fundamente, spärliche Funde von Werten nur einige Ränder

Über 2 Fundstelle folgende Zeitungs Seite

Über 1. Fundstelle keine Angaben hier da direkt aus Hist. Museum -



**Abb. 4** Der Ringelhof (Petersgasse 23) auf dem Petersberg in Basel. Der Grundriss der mittelalterlichen Vorgängerbauten ist deutlich erkennbar: Haus des Heinrich von Bütenheim (linker Teil), Haus des Sigbert (rechter Teil), Haus zum Museck (hintere Hälfte des rechten Teils). – Foto: Peter Portner, Historisches Museum Basel.

Gefässe verantwortlich ist. Zahlreiche Laborgefässe sind vermutlich auch im Mittelalter beim Entsorgen geborsten oder wurden beim Gebrauch im Labor zerstört.

### 3.2 Datierung

Beim Fund aus dem Ringelhof handelt es sich um das bisher älteste materiell überlieferte Laborinventar aus dem mittelalterlichen Europa (vgl. Kap. 4.1.2). Daher können für die Spezialanfertigungen aus dem technischen Bereich keine exakten Vergleichsfunde angeführt werden. Die Datierung muss somit über die Geschirrkemik erfolgen, welche das gängige Formenspektrum eines Basler Haushaltes in der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts widerspiegelt: Töpfe mit Leistenrand und Wackelboden, Dreibeinpännchen, Dreibeintöpfe, Bügelkannen, Schüsseln, Talglämpchen und Flachdeckel mit gewölbtem Zentrum<sup>17</sup> (Tafeln 3–6). Obwohl die grosse Zahl an glasierten Gefässen in einem Fundkomplex der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts aussergewöhnlich ist, steht sie nicht im Widerspruch zum Bild, welches die Forschung für die Region Basel bisher zeichnete. Keramikglasuren sind in jener Zeit vor allem auf Sonderformen belegt. Wie im Ringelhof handelt es sich durchwegs um gelbgrüne und gelbbraune Bleiglasuren, die bevorzugt auf den Gefässaussenseiten oder beidseitig aufgetragen wurden. Gegen Ende des 13. Jahrhunderts gibt es aber bereits auch glasiertes Alltagsgeschirr in Form von Dreibeinpännchen und Schüsseln, die auch nur mit einer Innenglasur überzogen sein können<sup>18</sup>.

Die in der Region Basel im 13. Jahrhundert vereinzelt auftretenden Keramikglasuren lassen sich gut mit einer Notiz in

den Colmarer Annalen vereinbaren, die für das Jahr 1283 vom Tode eines Töpfers aus Schlettstatt berichten, der als erster im Elsass seine Ware mit Glasur überzogen haben soll<sup>19</sup>.

### 3.3 Zur Vollständigkeit des Basler Fundes

Der Basler Fund setzt sich ausschliesslich aus keramischen Laborgefässen zusammen. Erstaunlich ist das Fehlen von Glas<sup>20</sup> und Metall, die im Laborbereich wichtige Werkstoffe für Apparaturen sind. Gerade bei Laborgefässen wird der enge Zusammenhang zwischen Material, Form und Verwendung offenbar: Glas ist das bevorzugte Material für Arbeiten mit leichtflüchtigen Substanzen; Keramik eignet sich für Arbeiten mit schwerflüchtigen Stoffen und Schmelzen, die hohe Temperaturen und grosse Temperaturschwankungen bedingen<sup>21</sup>.

Während Metallgefässe als Bodenfunde nicht zu erwarten sind – das Material wurde in der Regel eingeschmolzen und wiederverwertet –, erstaunt das Fehlen von gläsernen Gefässen im Ringelhof. Sicher war im 13. Jahrhundert Glas noch keine Massenware und daher verhältnismässig teuer, doch dürfte dieses Kriterium auch auf die zahlreichen glasierten Gefässe im selben Fundkontext zutreffen. Vermutlich wurden in diesem Labor nur solche Arbeiten ausgeführt, die keine gläsernen Apparaturen erforderten oder erlaubten. Es muss allerdings offen bleiben, wieweit die Erhaltungsbedingungen im Boden und/oder die Entsorgungstechnik sowie eine unsorgfältige Bergung die Zusammensetzung des Fundes geprägt haben.

## 4. Zum Problem der Benennung und Deutung der Gefässe

### 4.1 Quellenlage

Von archäologischen Grabungen oder Apothekenmuseen sind einige mittelalterliche Laborgeräte überliefert, doch bleibt deren Bedeutung ohne Beizug von historischen Quellen oft unklar oder sogar unverständlich. Unsere Kenntnisse über die Arbeitsmethoden und -geräte der frühen «Chemiker» stammen primär aus Schriften, die von Alchemisten verfasst wurden. Auch für die Bearbeitung der Laborkeramik aus dem Ringelhof muss daher auf alchemistische Fachliteratur zurückgegriffen werden. Damit soll keinesfalls eine Interpretation der Funde vorweggenommen werden. Vielmehr handelt es sich bei diesen Handschriften und Büchern um die einzigen Quellen, die zeitgenössische Verfahren und Laboratoriumsausstattungen beschreiben und in seltenen Fällen auch abbilden und benennen.

Dieselben Geräte fanden aber auch Anwendung in der chemotechnisch geprägten Handwerksarbeit, die im Laufe des Mittelalters eine zunehmende Differenzierung erfuhr. Metallurgen, Färber, Glasmacher oder Apotheker arbeiteten vorwiegend praxisorientiert, wogegen der ernsthafte mittelalterliche Alchemist einer Arbeit nachging, die auf Erkenntnisgewinn ausgerichtet war. Dank umfangreichen Kenntnissen der praktischen Chemie konnten auch sehr komplexe Prozesse zum Erreichen alchemistischer Ziele systematisch durchgeführt wer-

den. Die Nähe zum chemotechnischen Handwerk zeigt sich hier deutlich. In der Praxis ist eine klare Trennung von handwerklicher und alchemistischer Laborarbeit schwierig, da sich die Zielsetzungen und Arbeitsmethoden überlagern<sup>22</sup>.

#### 4.1.1 Schrift- und Bildquellen

Der Fund datiert in eine Zeit, aus der nicht allzu viele technisch-alchemistisch relevante Schriftquellen bekannt sind<sup>23</sup>.

Bis zur Mitte des 12. Jahrhunderts war die Alchemie im mittelalterlichen Europa weitgehend unbekannt. Erst als arabische Quellen von christlichen Gelehrten übersetzt wurden, floss auch das alchemistische Denken in den europäischen Kulturraum ein<sup>24</sup>. Mit diesen Texten kam nicht nur Wissen über «chemische» Prozesse wie Destillation, Metallurgie, Färberei usw. nach Europa, sondern es wurden auch Beschreibungen chemischer Apparaturen, Listen von Chemikalien und Laboratoriumserfahrung zugänglich. Leider sind die wenigsten der frühen Schriften greifbar, liegen sie doch als unpublizierte Manuskripte in den verschiedenen Bibliotheken Europas und können nur durch systematische Archivrecherchen erschlossen werden.

Für die vorliegende Auswertung konnten wir uns auf zwei edierte Manuskripte des 12. und 13. Jahrhunderts stützen: einerseits auf die Schrift «*Diversarum Artium Schedula*» des Theophilus Presbyter, die dem Mönch Roger von Helmarshausen (Bistum Paderborn) zugeschrieben wird<sup>25</sup>; und andererseits auf die «*Summa perfectionis magisterii*», eine für den laborierenden Praktiker gedachte Zusammenstellung chemischer Kenntnisse und Laboratoriumsmethoden eines Alchemisten mit dem Pseudonym Geber, hinter dessen Namen der Franziskanermönch Paulus de Tarento vermutet wird<sup>26</sup>.

Von der Bibliothèque nationale in Paris und der Trinity College Library in Cambridge wurden uns zudem Fotokopien von zwei Handschriften unbekannter Autoren des 13./14. Jahrhunderts zur Verfügung gestellt, die alchemistische Rezepte und Skizzen von Laborgeräten wiedergeben<sup>27</sup>.

#### 4.1.2 Archäologische Vergleichsfunde

Zur Erforschung von mittelalterlichen Laboratoriumsgeräten stehen uns nur wenige materielle Quellen zur Verfügung. Es handelt sich meistens um Einzelfunde, die verstreut in teilweise wenig bekannten Fachzeitschriften publiziert wurden. Eine vollständige Zusammenstellung aller bisher ausgegrabenen Laborgefäße wird dadurch nahezu verunmöglicht<sup>28</sup>. Ein für Basel in mehrerer Hinsicht bedeutsames Vergleichsmaterial ist ein Laborinventar aus dem frühen 14. Jahrhundert, das im Zusammenhang mit der Renovation des Louvre in Paris ausgegraben wurde<sup>29</sup>. Die Funde lagen in einer Abfallgrube, die zum ehemaligen Kloster St. Nicholas gehörte und über beinahe zwei Jahrhunderte hinweg benutzt wurde. Der Pariser Fund steht dem Laborinventar vom Ringelhof nicht nur zeitlich, sondern auch formal nahe. Während für das 14. Jahrhundert vereinzelt weitere Fundmeldungen vorliegen<sup>30</sup>, fehlen sie für das 12./13. Jahrhundert vollständig.

Die bisher publizierten Funde datieren auffallenderweise meist ins 15.–17. Jahrhundert. Der wichtigste Komplex aus diesem Zeitraum ist die nahezu komplette Ausstattung eines alchemistischen Laboratoriums des 16. Jahrhunderts, das 1980 in einem Abraumsschacht von Schloss Oberstockstall in Kirchberg am Wagram (Niederösterreich) zum Vorschein gekommen ist<sup>31</sup>.

Der archäologische Forschungsstand scheint in erster Linie die Quellenlage zu widerspiegeln: Laborgeräte unterliegen seit dem 15./16. Jahrhundert kaum mehr regionalen Beschränkungen und Unterschieden, sondern sind in ähnlichen bis gleichen Formen im gesamten mitteleuropäischen Raum anzutreffen<sup>32</sup>. Die Ursachen dafür dürften einerseits in der spezifischen Funktion dieser Geräte zu suchen sein (ist eine Form zweckmässig, gibt es wenig Anlass für Innovationen), könnten aber auch auf die in jener Zeit weitverbreitete Fachliteratur zurückgeführt werden. Mit der Erfindung der Buchdruckkunst kam es nämlich zu einer kleinen Explosion chemotechnischer Schrifttums in Form von Destillier-, Berg- und Probierrbüchern<sup>33</sup>, welche einem grossen Kreis interessierter Personen die Laborarbeit zugänglich machten und deren rasante Verbreitung in Europa förderten.

Im 12./13. Jahrhundert befinden wir uns dagegen bezüglich der Gerätschaften offensichtlich noch in einer Entwicklungsphase, die eng verknüpft ist mit der Herausbildung einer eigenständigen abendländischen Alchemie. Der Mangel an zeitgenössischer Fachliteratur und an Vergleichsfunden erschwert das Erkennen von Laborgefässen beträchtlich<sup>34</sup>. Ein gutes Beispiel dafür ist das Haushaltsgeschirr aus dem Ringelhof, dessen Zugehörigkeit zum Laborinventar nur aufgrund der Geschlossenheit des Fundes und der archäometrischen Untersuchung sicher erkannt werden konnte.

#### 4.2 Verwendete Begriffe und Terminologien

Das erste Problem, vor dem wir stehen, ist jenes der Benennung der verschiedenen Laborgefäße. Wenn irgend möglich, sollten die alten Bezeichnungen aus der damaligen Zeit verwendet werden. Wo dies wegen fehlender Kenntnis nicht möglich ist oder bei der Übersetzung lateinischer Benennungen müssen Bezeichnungen aus späterer Zeit gewählt werden. Hierbei ist an neuhochdeutsche Bezeichnungen wie Tiegel, Schale, Kupelle, Kolben, Helm gedacht. Schliesslich können auch neutrale, die Funktion beschreibende Bezeichnungen verwendet werden. Auf jeden Fall sollte darauf verzichtet werden, neue Namen zu erfinden, da dies nur zu Verwirrung führt. Wir wollen uns daher zunächst um die zeitgenössischen Benennungen bemühen. Dabei beschränken wir uns auf die Formen, die im Fundmaterial vom Ringelhof vertreten sind.

Eines der wichtigsten europäischen Manuskripte für den vorliegenden Zusammenhang ist die Schrift «*Diversarum Artium Schedula*» des Theophilus Presbyter<sup>35</sup>, die in den Jahren 1122–1123 entstanden sein dürfte. Als Autor ist der Mönch Roger von Helmarshausen anzusehen, ein kunstfertiger Goldschmied, der viele der beschriebenen Techniken sicherlich selbst ausge-

Bezeichnung in Ms 1122	Moderne Übersetzung	Erläuterung	Abbildung
<i>vas</i>	Gefäss	Mit erläuternden Zusätzen versehen	
<i>vas distillationes</i>	Eigentlich «Destilliergefäss», hier meist Destillierapparatur	Unteres Gefäss bzw. die ganze Apparatur zur Durchführung einer Destillation	Abb. 6
<i>vas sublimationum</i>	Eigentlich «Sublimiergefäss», hier Sublimierapparatur	Unteres Gefäss bzw. die ganze Apparatur zur Durchführung einer Sublimation	Abb. 10
<i>sublimatorium</i>	Sublimierapparatur		Abb. 10
<i>vas ad defigendum</i>	Fixiergefäss	Hier ist tatsächlich nur das untere Gefäss zur Durchführung einer Fixierung gemeint. Der Helm ist gesondert mit <i>coopertorium</i> (s. u.) bezeichnet.	Abb. 8
<i>coopertorium</i>	Deckel, hier aber auch «Helm»	Der Helm ist der obere Teil einer Apparatur, in dem ggf. die Kondensation erfolgt.	Abb. 8, Abb. 14
<i>olla</i>	Topf, hier im Sinne von «Bad» gebraucht	Ein «Bad» ist ein Gefäss zur Aufnahme eines Wärmeübertragungsmediums (wie Wasser, Sand oder Asche), in das ein anderes Gefäss zur schonenden Erwärmung gestellt wird. Das Bad wird von unten und evtl. auch seitlich beheizt.	Abb. 14
<i>fiale</i>	Schale	Auf ein Bad gesetztes Gefäss, in dem ein Prozess durchgeführt wird (z. B. das Auflösen von Substanzen)	Abb. 14

Bezeichnung in Ms 1122	Moderne Übersetzung	Erläuterung	Abbildung
<i>vas sublimationis</i>	Sublimierapparatur	hier ist die ganze Apparatur gemeint	Abb. 11

übt hat. Er überliefert viele Bezeichnungen von Geräten und Gefässen in lateinischer Sprache. Wir dürfen davon ausgehen, dass diese Bezeichnungen auf den Fund vom Ringelhof anwendbar sind. Es handelt sich u. a. um folgende Gefässnamen, die hier in ihrer modernen Übersetzung angegeben werden:

<i>vas</i>	Gefäss, Tiegel
<i>vasculum</i>	kleines Gefäss, kleiner Tiegel
<i>vas fusile</i>	Schmelzgefäss, Giesstiegel
<i>fusile vasculum</i>	(kleines) Schmelzgefäss, (kleiner) Giess-tiegel
<i>testa</i>	Tiegel (urspr. Geschirr, Scherbe, Schale)
<i>olla</i>	Topf
<i>testa ollae</i>	Tiegel

Eine weitere Quelle für Gefässbenennungen aus dem interessierenden Zeitraum stellt die Handschrift Ms 1122 Trinity College, Cambridge dar. Diese Handschrift wies zwischen den Kapiteln 14 und 15, die etwa in das 13. Jahrhundert datiert werden, zwei (fast) freie Seiten (120 und 120v) auf, welche im 14. Jahrhundert in lateinischer Sprache von unbekannter Hand mit alchemistischen Rezepten und Erläuterungen zu den beige-fügten Skizzen alchemistischer Gefässe und Öfen beschrieben

wurden<sup>36</sup>. Die wichtigsten Benennungen von Gefässen sind in der obigen Zusammenstellung wiedergegeben. Kurze Beschreibungen der erwähnten chemischen Prozesse finden sich in Kapitel 5.3.

Eine weitere Handschrift, die eine Gerätebezeichnung überliefert, ist Latin Ms 7156 der Bibliothèque nationale Paris. Auch sie enthält Skizzen von alchemistischen Geräten mit Benennungen wie: *vas sublimationis* (s. oben).

Es ist zunächst festzuhalten, dass «*vas*» (Plural «*vasa*») eine häufig gebrauchte Bezeichnung war, die auch wir, allerdings in der neuhochdeutschen Übersetzung «Gefäss», verwenden werden.

Besondes hinzuweisen ist darauf, dass die Benennung eines Teils einer Apparatur im Sinne von «*pars pro toto*» auch für die ganze Apparatur verwendet wurde. Dieser Mehrdeutigkeit begegnet man auch noch in Schriften des 16. Jahrhunderts. So schreibt Brunschwick 1512 «*tu es in ein alembicum*»<sup>37</sup> (ein alembicus ist ein vielbenutzter Destillierhelmtypus) und meint damit, man solle das zu destillierende Gut in eine Destillierapparatur geben. Auch ist damit zu rechnen, dass die verschiedenen Autoren Bezeichnungen unterschiedlich oder falsch benutzten. So wird nicht immer exakt zwischen Destilla-

tion und Sublimation unterschieden; und unter «Fixierung» werden nach modernem Verständnis sehr verschiedene Prozesse zusammengefasst.

Wie die Bearbeitung des Fundes vom Ringelhof zeigt, wurden in den meisten Gefässen chemische Reaktionen in der Schmelze durchgeführt, was hohe Temperaturen bedingte. Für solche Gefässe werden die folgenden modernen Bezeichnungen verwendet:

#### *Tiegel*

für ein mehr hohes als breites, relativ dünnwandiges Keramik-Gefäss

#### *Probierscherben*

für ein mehr breites als hohes, relativ dünnwandiges Keramik-Gefäss

#### *Aschekupellen*

für Kupellen aus Holz- und Knochenasche, d. h. relativ dickwandige Gefässe (in der Form den Probierscherben ähnlich), die der Durchführung des Treibprozesses (vgl. Kap. 5.3) dienen

#### *Keramikkupellen*

für relativ dickwandige, kupellenförmige Keramik-Gefässe, die der Durchführung des Treibprozesses (vgl. Kap. 5.3) dienen (*übrige*) Schmelzgefässe

als wenig schöne, aber neutrale Bezeichnung für alle übrigen Gefässe, in denen Reaktionen bei hohen Temperaturen durchgeführt wurden; die bessere Bezeichnung «Reaktionsgefässe» wollen wir nicht verwenden, um nicht allzu moderne Assoziationen hervorzurufen.

## 5. Archäometrische Untersuchungen

### 5.1 Beobachtete Gebrauchsspuren

An den meisten Gefässe sind Gebrauchsspuren zu beobachten, die auf eine Verwendung im Labor hinweisen. Unter Gebrauchsspuren verstehen wir nutzungsbedingte Verschleisserscheinungen und Spuren von chemotechnischen Prozessen auf den Gefässwandungen. Nicht berücksichtigt wird an dieser Stelle die nachträgliche Bearbeitung von Gefässen, also ihr «Zuschneiden» auf die Bedürfnisse und Intentionen der Labo- ranten (vgl. dazu Kap. 6).

Von einer grossen Hitzebelastung bzw. grossen Temperaturwechseln zeugen deformierte Gefässe, geborstene Wandungen, rissige Oberflächen, blasige und abgeplatzte Glasuren sowie Brandspuren und Verfärbungen durch Sekundärbrand. Aufgrund der alten Klebungen und der damit verbundenen Reinigung von Bruchkanten sind nutzungsbedingte Verschleisserscheinungen allerdings nicht immer sicher zu erkennen. Schwierig gestaltet sich insbesondere die Beurteilung des Erhaltungszustandes zum Zeitpunkt der Entsorgung.

In zahlreichen Gefässen befinden sich Substanzreste, welche Hinweise auf die im Labor des Ringelhofes durchgeführten Prozesse geben können. Dazu gehören verkrustete Be-

läge unterschiedlichster Farbe, erstarrte Reste von ausgegossen- en Schmelzen, glasurähnliche Flecken und Korrosionspro- dukte von Kupfer und Eisen (Abb. 15 und 21). Zahlreiche der be- schriebenen Substanzreste finden sich auch auf den Aussen- seiten und auf den Bruchkanten der Gefässe. In diesen Fällen kann nicht zuverlässig zwischen unmittelbaren Gebrauch- spuren und Rückständen unterschieden werden, die sich mög- licherweise durch die Lagerung im Boden (Abfallgrube) an den Gefässoberflächen abgelagert haben. Auf der Aussenseite eini- ger Gefässe und im Bereich der Ränder sind zudem Reste einer lehmartigen Mischung zu beobachten. Dabei handelt es sich offensichtlich um Schutzlehm, welcher die Gefässe vor dem direkten Angriff des Feuers bewahren sollte (vgl. Kap. 5.3; *Ver- lehmten*).

Von 55 Inhaltsresten und Rückständen wurden Proben entnommen und im Geochemischen Labor der Universität Ba- sel analysiert.

### 5.2 Analysenmethode

Yvonne Gerber

Die Fragestellung bezog sich auf die chemische Zusammenset- zung der beobachteten Rückstände in und auf den verschiede- nen Laborgefässen. Vor allem interessierten die auf Metalle zu- rückgehenden Anteile der Substanzreste, da diese möglicher- weise Aufschlüsse über die chemotechnischen Prozesse im La- bor vom Ringelhof liefern. Von ergänzenden Untersuchungs- methoden, wie z. B. der wellenlängendispersiven Röntgen- fluoreszenzanalyse (WD-XFA) oder der Röntgenbeugung (XRD), wurde vorerst abgesehen.

Die chemische Bestimmung der Substanzreste erfolgte durch energiedispersive Röntgenfluoreszenzspektrometrie (ED-XFA) im Geochemischen Labor des Mineralogisch-Petro- graphischen Instituts der Universität Basel unter der Leitung von Prof. W. B. Stern. Die eigentliche Analysenmethodik ist u. a. in Burkhardt et al. (1994), s. v. Röntgenspektrometrie, ausführ- lich dargestellt<sup>38</sup>.

Kleine Objekte wie etwa Münzen können zur Messung problemlos in das Röntgenspektrometer eingebracht werden. Die Grösse der hier zu untersuchenden Gefässe liessen ein gleiches Vorgehen nicht zu. Da die Gefässe als wichtiges Mu- seumsgut angesehen werden, durften auch keine Scherben- proben herausgeschnitten werden. Deshalb wurden von Frau Janet Hawley, Restauratorin des Historischen Museums Basel, an genau bezeichneten Stellen kleine Probenmengen der be- obachteten Substanzenreste abgeschabt, mittels eines Achat- Mörsers zerkleinert, danach auf ein Criminaltape sorgfältig aufgetragen und auf eine Fläche von rund 14 mm im Durch- messer gleichmässig verteilt. Das Criminaltape, das aus einem hochreinen Kunststoff besteht, wird auf einen Plexiglashalter mit 15 mm-Bohrung geklebt.

Die Analyse erfolgte somit nicht an Festkörpern, sondern an heterogenem pulverisiertem Material, bestehend aus me- tallischen und silikatischen Anteilen. Die verschiedenen Ele- mente werden zwar auch in pulverisiertem Material problem-

	Dalbe 98-L	Dalbe 98-M	Dalbe 98-S
Röhrenspannung	10 KV	30 KV	50 KV
Röhrenstrom	0.50 mA	0.90 mA	0.90 mA
Primärfilter	Kein Filter	Rhodium	Kupfer
Messdauer	200 sec	200 sec	200 sec
Energieskalierung	10 KeV	20 KeV	40 KeV
Kollimator	3 mm	3 mm	3 mm
gemessene Elemente K-Linie	Al, Si, S, K, Ca, Ti, Mn, Fe	Cu, Zn, As	Ag, Sn, Sb
L-Linie		Au, Hg, Pb, Bi	

Die Proben wurden in einem Analysengang von drei Subroutinen in einem Spectrace 5 000 analysiert<sup>39</sup>. Eichung, Standards: Blei, Wismuth, Zinn, UrM1, Pb/Sn, interne Referenzproben. Fundamentalparameter-Korrektur. Totzeit immer < 50%, Vakuum.

los nachgewiesen; nur sind die ausgewiesenen prozentualen Werte wegen fehlender Probenkonditionierung grundsätzlich qualitativ oder allenfalls semi-quantitativ zu werten: das Probenmaterial selbst ist sehr heterogen; die erhaltenen Substanzreste liessen durchgehend einheitliche Probenmengen nicht zu. Aus diesem Grunde werden die Analyseergebnisse in den Tabellen 1–5 (siehe Anhang) für die nachfolgende Diskussion in folgender Weise schematisch aufbereitet:

- Chemische Hauptkomponenten im Konzentrationsbereich über 10 Gewichts-%: Elementsymbol unterstrichen = X
- Konzentrationsbereich von 1–10 Gewichts-%: Elementsymbol = X
- Nebenkomponten und Spurenelemente im Konzentrationsbereich unter 1 Gewichts-%: Elementsymbol eingeklammert = (X)

Das verwendete Spektrometer arbeitet mit einer Software, die im Maximum nur 20 Elemente gleichzeitig aufrechnen kann. Für die vorliegende Untersuchung wurden, der Fragestellung entsprechend, insgesamt 18 Elemente ausgewählt und deren Analysenwerte in einer Datentabelle zusammengestellt. In Tabelle 6 (siehe Anhang) wird zuerst die Probennummer (von der Museums-Inventarnummer abgeleitet) aufgeführt, danach folgt die Spektrennummer der ersten Subroutine, so dass bei etwaiger Nachfrage die Messresultate leicht wiederzufinden sind. Die chemischen Elemente sind einheitlich in Gewichts-Prozenten angegeben, die Spurenelemente sind auf 0,01 Gew.-%, die Nebenkomponten auf 0,1 Gew.-% und die Hauptkomponenten auf 1 Gew.-% gerundet.

Bei wenigen Proben lagen die Werte einiger Spurenelemente unter der jeweiligen Nachweisgrenze. Bei der Umrechnung in Gewichts-Prozente wurden diese von der Software mit «not determined» bezeichnet. Das kann bedeuten, dass bei der Analyse zwar Intensitäten gemessen wurden, die Werte aber unter oder in Nähe der Nachweisgrenze liegen. Da diese Bezeichnung nicht einem tatsächlichen Nullwert entspricht, sind die repetierenden Leerstellen in der Datentabelle durch den halben Wert der Nachweisgrenz-Werte der jeweiligen Elemente ersetzt worden.

Die Hauptkomponenten Silicium, Aluminium, Calcium, Kalium und das Spurenelement Titan sind als Oxide geeicht

und in Tabelle 6 entsprechend bezeichnet worden, da sie in der Natur nicht in elementarer Form vorliegen, Sauerstoff aber mit ED-XFA nicht erfasst werden kann.

Die metallischen Elemente hingegen, die in der vorliegenden Untersuchung vor allem interessieren, werden elementar dargestellt, in der unbewiesenen Annahme, sie lägen nicht als Oxide, sondern in Legierungen vor. Bei Elementen wie zum Beispiel Kupfer oder Eisen kann nicht entschieden werden, ob sie als Oxide (Bestandteile der Keramik) zu werten sind, oder aber zum metallischen Anteil der Gefässrückstände gehören. Diesen Fragen könnte mittels Röntgenbeugung (XRD) nachgegangen werden. Bei dem Element Schwefel ist auch die Deutung als Sulfid oder Sulfat nicht ganz auszuschliessen.

Da beim vorliegenden Keramikmaterial aus dem Ringelhof in erster Linie der Nachweis von metallischen Rückständen in und an den Gefässen interessierte, sind in den Tabellen 1–5 nur diese und weitere mit dem Verarbeitungsprozess zusammenhängende Elemente verzeichnet<sup>40</sup>. Die für die Keramikmaterie typischen Elemente (Hauptkomponenten) sind hingegen nur in Tabelle 6 wiedergegeben. Obwohl bei der Probenentnahme versucht worden ist, die Substanzenreste sorgfältig von der Keramikwand zu trennen und nur jene zu analysieren, ist wohl jede Probe noch mit Keramikpartikeln kontaminiert. Ebenfalls dürfte bei den chemotechnischen Prozessen selbst eine Verschmelzung («Glasbildung») der metallischen Substanzen mit der keramischen Gefässwand erfolgt sein. Mindestens die Hälfte jeder untersuchten Probe scheint aus silikatischem Material zu bestehen (Summe der Oxide > 50 Gew.-%).

Da bei der archäometrischen Untersuchung der Laborgefässe nicht nach der stofflichen Zusammensetzung der Keramik gefragt war, sind die Gefässe selbst nicht analysiert worden. Es können basierend auf chemischer oder mineralogischer Grundlage keine Aussagen zur Herstellung, Art und Provenienz der einzelnen Gefässe gemacht werden.

### 5.3 Chemie und Metallurgie im Ringelhof

Zum Verständnis der in dieser Arbeit vorgenommenen Interpretation der Gefässe mit den darin befindlichen Substanzen in Bezug auf die durchgeführten Prozesse ist ein Exkurs in die

Chemie und Metallurgie unerlässlich. Dabei werden wir uns auf die Erklärung von chemotechnischen Prozessen und metallurgischen Arbeiten beschränken, die im Labor vom Ringelhof nachweislich durchgeführt wurden. Als hilfreiche Literatur hierzu erwiesen sich Soukup 1997 und Weyer 1992.

#### Amalgamation

Bei diesem Prozess handelt es sich um ein Verfahren zur Abtrennung von Gold aus einer mineralischen Matrix. Beim Verdacht, dass in einem Gemenge aus nicht metallischen Komponenten metallisches Gold enthalten ist, wird das zu untersuchende Material mit Quecksilber behandelt; allenfalls vorhandenes Gold wird dabei herausgelöst und als Amalgam gebunden. Das Quecksilber mit dem gelösten Goldamalgam wird abgegossen. Das überschüssige Quecksilber kann aus dieser Lösung entfernt werden, indem man sie durch ein feines Leder oder ein Tuch presst. Das Goldamalgam bleibt dabei im Leder oder Tuch zurück. Die Isolierung des Goldes aus dem Amalgam erfolgt schliesslich durch Abdampfen oder besser durch Abdestillieren des Quecksilbers.

Analytisch ist bei der Untersuchung von Rückständen aus diesen Prozessen mit dem Auftreten von Quecksilber (Hg), im Glücksfalle natürlich von Gold (Au), zu rechnen. Falls das auf Gold zu untersuchende Material andere metallische Komponenten aufweist, müssen diese in nichtmetallische Form überführt werden. Dies geschieht durch die «Trockene Scheidung mit Schwefel». Hierzu wird das Material mit Schwefel erhitzt, wobei alle Metalle ausser Gold in die entsprechenden Schwefelverbindungen, die Sulfide, überführt werden. Danach kann das Gold wie oben beschrieben mit Quecksilber herausgelöst werden.

Analytisch verrät sich dieser Prozess durch den zusätzlichen Nachweis grosser Schwefelmengen (S).

#### Bleiarbeit

Beim Verarbeiten silberhaltiger Kupfererze verbleibt das Silber im Kupfer, aus welchem es mit der «Bleiarbeit» gewonnen werden kann. Hierzu wird das geschmolzene Kupfer mit geschmolzenem Blei behandelt, wobei sich das Silber im Blei anreichert. Durch geschickte Temperaturführung wird das Kupfer danach zum Auskristallisieren gebracht, während das Blei mit dem darin gelösten Silber flüssig bleibt und so abgetrennt werden kann.

Bei der Analyse von Rückständen aus diesem Prozess ist mit dem Nachweis der Elemente Kupfer (Cu) und Blei (Pb) sowie den Begleitelementen Arsen (As), Eisen (Fe), Antimon (Sb), Zinn (Sn) und im Glücksfall Silber (Ag) zu rechnen. Die Trennung des Silbers vom Blei erfolgt im Treibprozess.

#### Destillation und Sublimation

Beim Destillieren wird die zu destillierende Flüssigkeit in einem Gefäss, dem Destilliergefäss, erhitzt. Die entweichenden Dämpfe werden in einem darüber befindlichen kühleren Gefäss, dem Destillierhelm, aufgefangen und kondensiert. Die kondensierte Flüssigkeit, das Destillat, wird in einem weiteren Gefäss, der Vorlage, gesammelt. Die Destillation dient der

Trennung verschiedener Flüssigkeiten. Eine der wichtigsten Destillationen war natürlich diejenige des Weines mit dem Ziel, den Alkohol abzutrennen.

Beim Sublimieren wird ein Feststoff in einem Gefäss, dem Sublimiergefäss, verdampft, ohne dass er vorher schmilzt. Da dies eine charakteristische und seltene Stoffeigenschaft ist, sind nur jene Stoffe der Sublimation zugänglich, die diese Eigenschaft besitzen. Der entweichende Dampf wird in einem über dem Sublimiergefäss befindlichen kühleren Gefäss, dem Sublimierhelm, aufgefangen und wieder direkt zum Feststoff kondensiert. Der kondensierte Feststoff, das Sublimat, setzt sich an der Wandung des Sublimierhelms ab und wird dort nach Beendigung des Prozesses abgekratzt.

Der Sublimierhelm kann im Scheitel ein Loch aufweisen, das dem Entweichen eines Überdruckes an Flüssigkeitsdampf zu Beginn der Sublimation dient. Dieses Loch wird im Laufe der Sublimation verschlossen.

Die Sublimation dient der Trennung sublimierbarer Stoffe von nicht sublimierbaren Substanzen, z. B. Verunreinigungen. Sublimierbare Substanzen sind z. B. der Salmiak (Ammoniumchlorid), Arsen und Arsenik (Arsen(III)-oxid). Zu den sublimierbaren Substanzen zählt man auch den in der Alchemie so wichtigen Schwefel, obwohl er ein etwas abweichendes Verhalten zeigt: er schmilzt, kondensiert aber zu festem Schwefel. Quecksilber wird als Flüssigkeit destilliert!

#### Fixierung

Die Fixierung ist ein Begriff, den es im Sinne der alchemistischen Bedeutung in der modernen Chemie nicht mehr gibt. Man verstand darunter allgemein die Behandlung einer in der Wärme flüchtigen Substanz mit dem Ziel der Beseitigung dieser Flüchtigkeit. Je nach vorliegender Substanz gab es hierzu eine Reihe von Möglichkeiten, die in der Regel in einer chemischen Reaktion bestanden.

Quecksilber zum Beispiel kann (in gewissem Umfang!) durch Oxidation zu Quecksilberoxid und durch Amalgambildung oder durch Reaktion mit Schwefel zu Quecksilbersulfid «fixiert» werden.

#### Glasieren

Der Fund vom Ringelhof datiert in eine Zeit, in der das Glasieren von Keramik-Gefässen zur Verschönerung und zum Verschluss der Poren noch recht selten war. Angewandt wurde die Bleiglasur, die gelb oder durch Zusatz von Kupferverbindungen grün war. Die Bleiglasur hat wie das chemisch verwandte Bleiglas (beide bestehen – chemisch gesehen – aus Bleisilikat) einen recht niedrigen Schmelzpunkt, der je nach Bleigehalt zwischen etwa 700–900 °C liegt. Es ist nun ohne Weiteres einzusehen, dass es nur sinnvoll ist, Gefässe zu glasieren, die bei niedrigeren Temperaturen verwendet werden, also in erster Linie Gefässe, in denen Flüssigkeiten aufbewahrt oder erwärmt werden sollen. Häufig kann es durchaus ausreichend sein, nur die Innenseite dieser Gefässe zu glasieren, was z. B. dann zweckmässig ist, wenn die Aussenseite direkten Kontakt mit dem Feuer haben soll.

Das Glasieren kann durch Aufbringen einer wässrigen Suspension von Bleioxid (ggf. versetzt mit einer geringen Menge einer Kupferverbindung zur Grünfärbung) auf das zu glasierende Gefäß und nachfolgendes Einbrennen erfolgen. Eine andere Möglichkeit des Glasierens besteht im Aufbringen und Einbrennen eines Bleiglaspulvers, wie es auch bei der Glasmalerei und bei Emailarbeiten verwendet wird. Im Labor vom Ringelhof wurde eine Bleiglasmasse erschmolzen und aus dem Gefäß ausgegossen (Kat. Nr. 5) – vielleicht in kaltes Wasser, um ein Bleiglaspulver zu erhalten. Über die Verwendung dieses Pulvers kann ebenfalls nur spekuliert werden.

Unglasierte Gefäße können unbeschadet höheren Temperaturen ausgesetzt werden, wie sie z. B. bei alchemistischen, speziell metallurgischen Arbeiten mit Schmelzen auftreten. Auch die Glashäfen der Glashütten, in denen Glas erschmolzen wurde, sind immer unglasiert, ebenso die Giesstiegel.

Wenn im archäologischen Fundgut glasierte Gefäße vorhanden sind, in welchen Substanzen bei hohen Temperaturen, also bei Temperaturen über etwa 1000 °C, geschmolzen und umgesetzt wurden, müssen wir davon ausgehen, dass hier Gefäße zweckentfremdet verwendet wurden. Die Keramik wird diese hohen Temperaturen aushalten, nicht aber die Bleiglasur, die sicher schmilzt und in die Wandung und die Schmelze eindringt. Die in solchen Gefäßen geschmolzenen Substanzen werden also mit Blei und gegebenenfalls Kupfer verunreinigt, was wir bei der Interpretation von Ergebnissen der chemischen Analyse solcher Schmelzen berücksichtigen müssen.

Bei der chemischen Analyse von Bleiglasuren ist mit den Elementen Blei (Pb), seinen häufigen Begleitelementen Antimon (Sb) und Zinn (Sn), dem grün färbenden Kupfer (Cu) und den hauptsächlichlichen Elementen aus der Keramik wie Silicium (Si), Aluminium (Al), Eisen (Fe) und Kalzium (Ca) zu rechnen.

#### Reduktionsarbeit an abgerösteten Kupfer- oder Bleierzen

Ein weiterer metallurgischer Prozess, der im kleinen Masstab im Ringelhof durchgeführt wurde und mit dem wir uns folglich beschäftigen müssen, ist die Gewinnung von Blei, Kupfer oder Messing aus Erzen. Hierzu werden die abgerösteten Erze (s. u. Röstarbeit) mit Holzkohle vermischt und in einem Tiegel im Ofen auf hohe Temperaturen erhitzt. Zur Temperatursteigerung wird mit einem Blasebalg Luft auf die den Tiegel umgebenden Holzkohlen geblasen. Um ein Hineinfallen von Holzkohle oder Asche oder auch ein Wegblasen des Reaktionsgemisches zu verhindern, kann ein Keramikstück – z. B. das Oberteil eines Topfes – in passender Weise als Schutzschirm darübergestellt werden. In späterer Zeit besitzt das Keramikteil zu diesem Zweck die Gestalt eines liegenden Halbzylinders und wird «Muffel» genannt.

Analytisch ist mit dem Nachweis von Kupfer (Cu), Eisen (Fe) und Arsen (As) zu rechnen. Ferner kann Phosphor (P) als Bestandteil der zum Reduzieren verwendeten Holzkohle auftreten.

Zur Gewinnung von Messing müssen ein abgeröstetes Kupfererz und ein Zinkerz (in der Regel Galmei = Zinkkarbonat, das allein durch Erhitzen in Zinkoxid überführt wird, also

nicht abgeröstet zu werden braucht) zusammen mit Holzkohle erhitzt und so reduziert werden. Dabei entsteht zunächst metallisches Zink, das mit dem gleichzeitig entstandenen Kupfer zu Messing legiert, zum Teil aber auch dampfförmig entweicht und an der Luft zu Zinkoxid oxidiert, welches sich an kühleren Gefäßteilen (z. B. am schützenden Keramikteil) als weisse, dünne Schicht niederschlägt.

Dieser Prozess wird sich bei der chemischen Analyse der Rückstände durch das Element Zink (Zn) zu erkennen geben, daneben treten natürlich die Elemente aus der Kupfererz-Reduktion wie Kupfer (Cu), Eisen (Fe), Arsen (As) und Phosphor (P) auf.

Auch das durch Abrösten des sulfidischen Bleierzes (Bleiglanz) erhaltene Bleioxid wird mit Holzkohle zu metallischem Blei reduziert.

In diesem Falle werden bei der chemischen Analyse die Elemente Blei (Pb), Antimon (Sb), Zinn (Sn), Silber (Ag) und Phosphor (P) auftreten. Das sich unten im Tiegel ansammelnde Metall wird «König» oder «Regulus» genannt.

#### Röstarbeit

Sulfidische Erze, d. h. Erze, bei denen die Metalle als Sulfide an Schwefel gebunden sind, müssen vor der Verarbeitung in die entsprechenden Oxide überführt werden. Dies geschieht durch Erhitzen unter Sauerstoffzutritt, wobei der sulfidisch gebundene Schwefel verbrennt und als Schwefeldioxid gasförmig entweicht, während die Metalle in Form der Oxide, also der entsprechenden Sauerstoffverbindungen, zurückbleiben. Dieser Prozess wird als «Abrösten» durch «Röstarbeit» bezeichnet. Er dient also der Vorbereitung weiterer Prozesse und dürfte im Ringelhof an Blei- und Kupfererzen durchgeführt worden sein, was aber schwer nachzuweisen ist. Vielleicht wurden auch bereits abgeröstete Erze angeliefert.

Bei der chemischen Analyse von Rückständen aus diesem Prozess können sich die Metalle Kupfer (Cu), Eisen (Fe) und Blei (Pb) nebst den häufigen Begleitelementen in deren Erzen, wie Arsen (As), Zinn (Sb), Antimon (Sb) und Mangan (Mn) zeigen. Bei nicht vollständiger Abröstung ist mit Schwefel (S) zu rechnen.

#### Treibprozess, Treibarbeit oder Kupellation

Dieser Prozess dient der Abtrennung von Silber aus Blei und ist schon seit mehreren tausend Jahren bekannt. Er beruht darauf, dass Blei und die unedlen Begleitelemente in Tiegeln im Luftstrom bei hohen Temperaturen zu den entsprechenden Oxiden oxidiert werden. Die Oxide der Begleitelemente lösen sich in der entstehenden Bleioxidschmelze, die von der Oberfläche abgezogen, z. T. auch von der Wandung der Tiegel aufgenommen wird. Das Silber bleibt als edles Metall unoxidiert zurück und kann dem Tiegel nach dem Erkalten als «König» oder «Regulus» entnommen werden, wobei der Tiegel evtl. zerstört wird.

Bleiarmer Erzen oder Produktionsrückständen, die diesem Prozess unterworfen werden sollen, wird Blei zugesetzt. Das Oxidieren des Bleis und das Entfernen des Bleioxids mit den darin gelösten Oxiden der Verunreinigungen wird «Abtrei-

ben» oder «Treibarbeit» genannt; der Prozess heisst demgemäss «Treibprozess». Der Name «Kupellation» leitet sich von den speziellen dickwandigen Gefässen, den Kupellen, ab, in denen dieser Prozess durchgeführt wird.

Das Einwirken von geschmolzenem Bleioxid auf die Wandung eines unglasierten Keramikgefässes beim Treibprozess entspricht aber auch dem Glasierprozess: Es bildet sich Bleisilikat; beim Treibprozess allerdings in sehr viel grösserer Menge als beim Glasieren. Nach einem nur kurzen oder abgebrochenen Treibprozess kann der Eindruck eines nur teilweise glasierten Gefässes entstehen. Die Wandung wird recht stark angegriffen; die Schmelze kann sogar die Wand durchdringen. Um einen solchen Angriff der Gefässe durch das Bleioxid zu vermeiden, verwendeten die Alchemisten und alten Metallurgen hierfür dickwandige Tiegel aus Knochen- und Holzasche oder zumindest Keramik-Tiegel, die mit einem solchen Aschegemisch ausgekleidet waren. Diese «Aschenkupellen» genannten Gefässe nehmen das geschmolzene Bleioxid ohne Schaden auf, da dieses mit der Asche nicht chemisch reagiert. Der Treibprozess kann aber auch in dickwandigen Keramik-Tiegeln erfolgen, nur werden diese Tiegel dabei mehr oder minder stark zerstört. Wir wollen diese dickwandigen Keramiktiegel «Keramikupellen» nennen, da sie die gleiche Form besitzen wie die Aschekupellen. Schliesslich kann der Treibprozess auch in anders geformten Keramikgefässen durchgeführt werden.

Bei der chemischen Analyse gibt sich der durchgeführte Treibprozess durch den Nachweis der Elemente Blei (Pb) mit seinen häufigen Begleitelementen Antimon (Sb) und Zinn (Sn) und im Glücksfall Silber (Ag) zu erkennen.

#### Verlehen

«Verlehen» ist ein moderner Ausdruck für die alte, heute nicht mehr gebräuchliche Laboratoriumstechnik des Abdichtens und des Schutzes von Gefässen mit Lehm gegen den direkten Angriff des Feuers. Auch das Verschiessen von Flaschen mit Lehm kann man hierunter verstehen. Das Verlehen wurde angewandt, um die Spalte zwischen zwei an- oder aufeinandergesetzten Gefässen, z.B. bei einer Destillierapparatur, abzudichten. Weiterhin wurde die Aussenwand von Gefässen, insbesondere von Glasgefässen, mit Lehm bestrichen, um sie vor dem Zerspringen durch direkte Einwirkung des Feuers zu bewahren.

Theophilus erwähnt hierzu die Verwendung von «argilla mixta et macerata»<sup>41</sup>, also von gemischtem und gemauktem Ton, wobei offen bleibt, womit gemischt und gemaukt werden sollte. In der alchemistischen Literatur des 15./16. Jahrhunderts ist von «lutum», «lutum sapientiae» oder «lutum philosophorum» die Rede. Diese Massen werden nach verschiedensten Rezepten hergestellt, die dem Lehm die gewünschten Eigenschaften verleihen sollen: feiner, geschlämmter Lehm wird mit magernden (z.B. Kreide, Ziegelmehl, Bolus-Erde, gebrannter Gips, Eisenhammerschlag, Mehl), plastifizierenden (z.B. Fett, Wachs, Blut), elastifizierenden (z.B. Tierhaare, Pferdemit) und haftungsvermittelnden (z.B. Eiweiss, Leim) Zusätzen vermischt. Das Abdichten oder Überziehen der Gefässe mit «lutum» wird «verlutieren» genannt. Es ist anzunehmen, dass

für ein «lutum», das dem direkten Feuer ausgesetzt werden sollte, eine andere Rezeptur verwendet wurde als für eines, das zum Abdichten einer Destillierapparatur vorgesehen war.

Der Ringelhof-Fund barg Gefässe, die aussen (bis auf eine Ausnahme: im inneren oberen Randbereich) fest anhaftende Reste einer etwa einen Millimeter dicken, feinen gelblichen Lehmschicht aufweisen, die wir als «argilla» oder «lutum» interpretieren. Da wir die übliche Benennung dieser Masse zu jener Zeit, in welche wir den Fund datieren, nicht kennen, verwenden wir die neutralen Ausdrücke «lehmartiger Überzug» und «verlehen».

## 6. Die Interpretation der Gefässe und ihrer Inhalte

### 6.1 Einführende Bemerkungen

Für die folgende Interpretation der Gefässe und ihrer Inhalte unterscheiden wir zunächst zwischen Spezialanfertigungen aus dem technischen Bereich und gewöhnlichem Küchengerätschaft, das zu Laborkeramik umfunktioniert wurde. Einen Überblick zum Fundmaterial geben die Tabellen 1–5 (s. Anhang), auf welchen das Laborinventar gegliedert nach Funktions- und Gefässtypen zusammengestellt ist. Die Tabellen verweisen auch auf die beobachteten Gebrauchsspuren, die Resultate und Interpretation der chemischen Analysen sowie den vermuteten Verwendungszweck der Gefässe. Weiterführende Angaben sind dem Fundkatalog und der detaillierten Zusammenstellung der Analysenergebnisse in Tabelle 6 (s. Anhang) zu entnehmen.

Alle verwendeten Begriffe im Zusammenhang mit der Benennung der Gefässe und der Interpretation der darin durchgeführten Prozesse wurden in den Kapiteln 4.2 und 5.3 ausführlich diskutiert. Die im weiteren Text *kursiv* gesetzten Begriffe beziehen sich auf Kapitel 5.3, wo die verschiedenen metallurgischen und chemischen Arbeiten vom Ringelhof erklärt und alphabetisch geordnet aufgelistet sind.

### 6.2 Materialbeschaffenheit der Laborkeramik vom Ringelhof

Die Geschirrkera­mik aus dem Ringelhof ist zum grössten Teil reduzierend gebrannt und weist daher eine dunkle Farbe auf. Einige der Spezialanfertigungen für den Laborbedarf, insbesondere die glasierten Stücke, sind oxydierend gebrannt.

Es handelt sich durchwegs um eine scheibengedrehte, hartgebrannte Ware mit einer feinen bis mittelkörnigen Magerung, die einen relativ hohen Anteil an Kalifeldspat und wenig Quarz- bzw. Glimmerpartikel aufweist. Nebst wenigen Stücken mit einem homogenen Scherben liegen meist Gefässe vor, deren Bruchkanten und Wandungen durch verschiedenfarbige Zonen charakterisiert sind. Ein mehrschichtiger Aufbau, bestehend aus Kern und Mantelung unterschiedlicher Farbe, ist immer unbeabsichtigt und kann sowohl bei der Herstellung der Keramik (wechselnde Brenntemperaturen) als auch als Folge eines sekundären Brandes entstehen<sup>42</sup>. Nur bei schwarz



**Abb. 5** Destillier- und Sublimiergefässe mit Spuren einer sekundären Verwendung. Hintere Reihe: abgesprengter Unterteil und abgeschlagene Schnauzen bei Kat. Nr. 2. Hitzerisse am Boden von Kat. Nr. 1. Vordere Reihe, Kat. Nrn. 6–7: ausgebrochener Rand am Sublimierhelm und Hitzerisse am Sublimiergefäss. – Foto: Peter Portner, Historisches Museum Basel.

verfärbten Stücken und rissigen Oberflächen ist mit Sicherheit davon auszugehen, dass Spuren eines Sekundärbrandes vorliegen, welche auf die Benutzung der Gefässe im Labor zurückzuführen sind.

### 6.3 Spezialanfertigungen aus dem technischen Bereich

Zu den Spezialgefässen zählen wir drei Destilliergefässe, eine Destillierschale, eine Sublimationsapparatur, zwei Schüsseln, einen Graphittontiegel und zwei Keramikcupellen (Taf. 1–2).

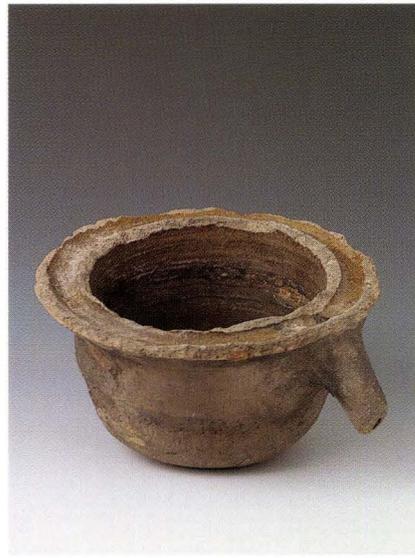
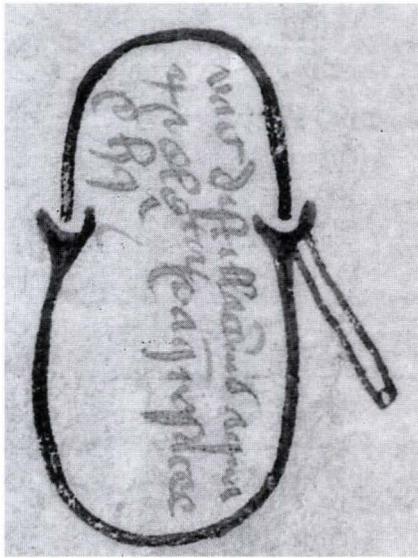
Destilliergefässe (Kat. Nrn. 1–3, Tab. 1)

Drei Gefässe mit abgerundeten Böden und Rinnenrand wurden als Destilliergefässe (Kat. Nrn. 1 und 2, Abb. 5) identifiziert. Von der Sammelrinne geht bei zwei Gefässen eine kurze Schnauze ab (Kat. Nrn. 1 und 3), durch die das *Destillat* in eine Vorlage abtropfen konnte. Kat. Nr. 2 weist sogar drei Schnauzen auf, was wohl das Abfließen des *Destillats* beschleunigen sollte. Die drei Gefässe sind auf den Innenseiten glasiert, wie es bei Gefässen üblich ist, die für das Arbeiten mit Flüssigkeiten bestimmt sind. Kat. Nr. 2 scheint ursprünglich auch eine Ausenglasur aufgewiesen zu haben – diese ist allerdings durch

starke Hitzeinwirkung abgeplatzt und bis zur Unkenntlichkeit korrodiert.

Destilliergefässe können je nach Zeit und Konstruktionsart sehr verschieden aussehen<sup>43</sup>. Die Basler Funde gehören einem sehr frühen Typus aus Keramik an, der bisher einzig aus einem ins 14. Jahrhundert datierten Laborinventar aus Paris bekannt war<sup>44</sup>. Ein ähnliches Gefäss, in dem «Wässer und Rosenwasser» *destilliert* wurden, ist auch in dem alchemistischen Manuskript Ms 1122 des frühen 14. Jahrhunderts abgebildet (Abb. 6). Bei der mehrschnäuzigen Variante aus dem Ringelhof handelt es sich um ein Unikat, das bisher nur an diesem Fundort archäologisch nachgewiesen ist<sup>45</sup>. Diese keramischen Destilliergefässe mit Sammelrinne und Schnauzen kommen gemäss heutigem Forschungsstand nach dem 14. Jahrhundert nicht mehr vor. Es scheint sich dabei um eine zeitlich begrenzte Erscheinung zu handeln, die durch bessere Konstruktionen verdrängt wurde. Die noch geringe Zahl an überlieferten Destilliergefässen aus Keramik verhindert jedoch verlässliche Aussagen.

An allen Gefässen sind Spuren einer sekundären Verwendung zu beobachten: bei Kat. Nrn. 2 und 3 wurden die Schnauzen abgeschlagen und bei Gefäss Kat. Nr. 1 die Ränder konzen-



**Abb. 6** *vas distillationis aquarum et oleorum(?) et aquae rosaceae et huius modi.* Ausschnitt aus einem alchemistischen Manuskript des 14. Jh. – Trinity College Library, Cambridge 1122, shelfnumber O.2.18, 120v.

**Abb. 7** Destilliergefäß Kat. Nr. 1 mit glasierter Innenseite und abgetrennten Rändern. – Foto: Peter Portner, Historisches Museum Basel.

trisch abgetrennt (Abb. 7). Die Gefäße waren grosser Hitze und Temperaturwechseln ausgesetzt. Davon zeugen die abgeplatzte Glasur von 3, der konzentrisch abgesprungene Gefässunterteil von 2 und der von Rissen durchfurchte Boden von 1 (Abb. 5). In den Gefässen und in den Bruchstellen der Schnauzen finden sich verschiedenartige Substanzreste, vor allem in Form von Kupferkorrosionsprodukten.

Die analytisch erfassbaren Substanzreste lassen nicht erkennen, ob in diesen Gefässen tatsächlich *destilliert* wurde. Im Labor vom Ringelhof wurden diese zweifellos schwierig herzustellenden und daher teuren Sonderformen zuletzt jedenfalls völlig zweckentfremdet als Schmelzgefäße verwendet. Denkbar ist, dass beschädigte Ware von einem Alchemisten oder als Sekundaware vom Hafner bezogen wurde. Möglicherweise funktionierte unser «Laborant» auch eigene, beschädigte Ware zu Schmelzgefässen um. Immerhin liegt damit ein Hinweis darauf vor, dass zumindest in der näheren Umgebung ein Alchemistenlabor bestanden hat, in welchem *destilliert* wurde. Es ist anzunehmen, dass vor der Zweitverwendung beschädig-

te Rinnen vollständig abgeschlagen wurden, vielleicht um einen Deckel aufsetzen zu können. Möglicherweise wirkten sich die Schnauzen störend auf den engen Kontakt mit der glühenden Holzkohle aus, sodass sie abgeschlagen wurden, wenn sie nicht schon vorher fehlten und die Verwendung des Gefässes zum *Destillieren* unmöglich machten.

Sublimierapparatur (Kat. Nrn. 6–7, Tab. 1)

Ein weiteres Keramikgefäß mit abgerundetem Boden und Rinnenrand hat keine Schnauze und ist unglasiert. Darauf passt ein unglasierter, spitzrunder Aufsatz mit einem Loch im Scheitel (Abb. 9, vgl. auch Abb. 5). Das Manuskript 1122 aus dem frühen 14. Jahrhundert weist eine fast identische Apparatur als Gefäß zum *Fixieren* von Stoffen aus (Abb. 8). Mit Fixiergefäß wird hier allerdings nur der Unterteil der Apparatur bezeichnet. Der helmförmige Aufsatz ist gesondert mit «cooperatorium» (Deckel) bezeichnet und weist im Unterschied zum Basler Exemplar keine Öffnung auf. Bei zwei weiteren Gefässen mit abgerundetem Boden und Rinnenrand aus Ms 1122



**Abb. 8** *coopertorium – vas ad defigendum species.* Ausschnitt aus einem alchemistischen Manuskript des 14. Jh. – Trinity College Library, Cambridge 1122, shelfnumber O.2.18, 120v.

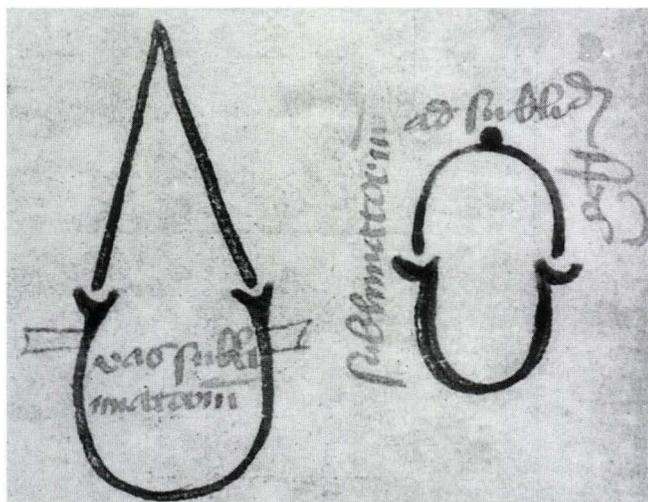
**Abb. 9** Sublimierapparatur Kat. Nrn. 6–7. – Foto: Peter Portner, Historisches Museum Basel.

handelt es sich um *Sublimierapparaturen*. Auch sie stehen dem Basler Fund formal ausgesprochen nahe, werden jedoch von einem hohen kegelförmigen Aufsatz bzw. einem niedrigeren helmartigen Gefäß mit Knauf verschlossen (Abb. 10).

Es ist schwierig zu beurteilen, für welchen Prozess die Apparatur vom Ringelhof ursprünglich vorgesehen war. Die unglasierten Gefäße und das Loch im Scheitel von Kat. Nr. 6 sind für eine Sublimierapparatur charakteristisch. Durch die Öffnung sollten die zu Beginn der *Sublimation* evtl. heftig aufsteigenden Dämpfe entweichen. Im Verlauf des Prozesses konnte das Loch z. B. mit einem Nagel verstopft werden, um Verluste an *sublimierter* Substanz zu vermeiden.

Bereits im 13. Jahrhundert weist der Alchemist Geber in seiner «*Summa perfectionis magisterii*» darauf hin, dass der Boden einer Sublimierapparatur nicht glasiert sein dürfe, weil der direkte Kontakt mit dem Feuer die Glasur zum Schmelzen bringe und dadurch das zu sublimierende Material in eine Glasmasse verwandelt würde. Geber empfiehlt, für die Sublimation lange Gefäße zu verwenden, damit sie aus dem Feuer herausreichen und abgekühlt werden: «Die Sublimierdämpfe gelangen dann an die kühleren Stellen und schlagen sich dort nieder, können also nicht entweichen. Das merkt man, wenn man eine kurze Aludel [bezeichnet hier einen Sublimierhelm] bei der Sublimation verwendet. Man erhält dann kein Sublimierprodukt, weil infolge der Kürze des Gefäßes überall die gleiche Hitze ist. Das Sublimierte setzt sich dann nicht in fester Form an, sondern entweicht in Dampfform durch die Öffnung des Gefäßes»<sup>46</sup>. Dass Gebers Erfahrung nicht von allen geteilt wurde und offensichtlich hohe und niedere Sublimiergefäße gleichzeitig in Gebrauch waren (für unterschiedliche Zwecke?), belegen die beiden Apparaturen aus dem Manuskript 1122 (Abb. 10). Auch konnte die Wärme-Einwirkung auf den Sublimierhelm durch eine entsprechende Abschirmung (Abb. 10, «Querbalcken» beim Gefäß links im Bild) stark verringert werden.

**Abb. 10** *vas sublimationum; Sublimatorium ad sublimandum species*. Ausschnitt aus einem alchemistischen Manuskript des 14. Jh. – Trinity College Library, Cambridge 1 122, shelfnumber O.2.18, 120v.



Da die Apparaturen für *Destillation* und *Sublimation* Ähnlichkeiten aufweisen (besonders bei alten Gefäßen), gestaltet sich der Nachweis von überlieferten Geräten als nicht immer einfach. Der Fund vom Ringelhof ist unseres Wissens die bisher älteste materiell nachgewiesene Sublimierapparatur aus dem mittelalterlichen Europa. Dabei scheint es sich um einen recht urtümlichen, aber auch langlebigen Typus zu handeln. Ein etwa 5500 Jahre alter Tontopf mit Rinnenrand – unserem Sublimiergefäß Kat. Nr. 7 nicht unähnlich – wurde in Tepe Gawra ausgegraben<sup>47</sup>; beim Fund aus Mesopotamien kann es sich allerdings auch um ein Destilliergefäß handeln. Archäologische Belege für keramische Sublimiergefäße aus dem 14.–16. Jahrhundert erbrachten etwa Grabungen in Paris, Österreich und England<sup>48</sup>. Allerdings handelt es sich dabei immer um höhere Sublimierhelme, wie sie bereits Geber empfohlen hat und wie sie auch die Manuskripte 1122 und 7156 abbilden (Abb. 10, 11).

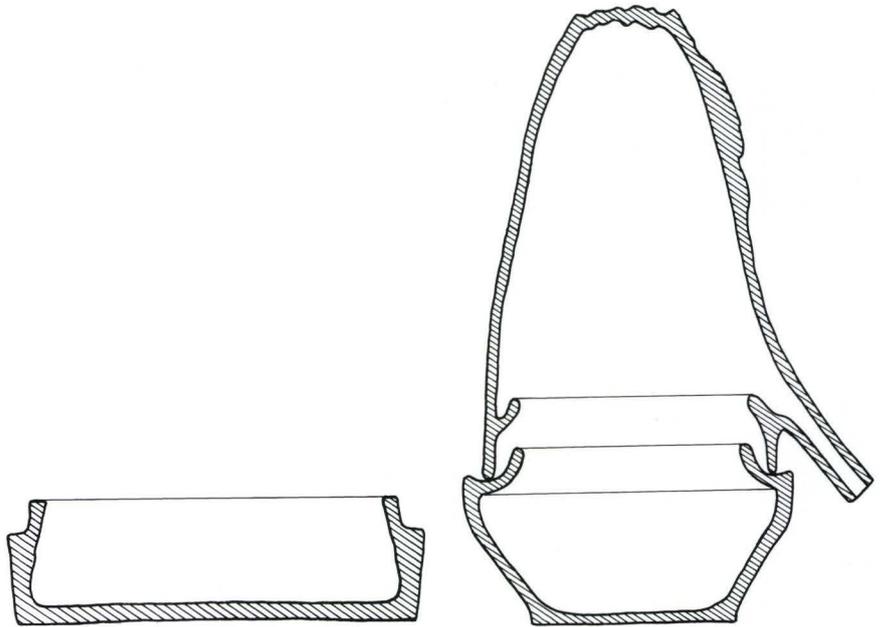
Das Unterteil der Sublimierapparatur vom Ringelhof (Kat. Nr. 7) weist Risse auf, welche durch grosse Hitzeeinwirkung entstanden sind. Die analysierten Rückstände aus dem Sublimierhelm und dem Sublimiergefäß mit Rinnenrand belegen, dass die Apparatur zweckentfremdet verwendet wurde, vermutlich für die *Reduktionsarbeit* an abgerösteten Kupfer- und Bleierzen, die *Bleiarbeit* und möglicherweise sogar die *Amalgamation*. Zwar konnten wir in den Gefäßen kein Gold nachweisen, – es wäre ein ausserordentlicher Glücksfall gewesen –, das vorhandene Quecksilber lässt jedoch eine versuchte *Amalgamation* indirekt erschliessen. Die beiden Gefäße bildeten offensichtlich auch bei der Zweitverwendung eine Einheit, bei welcher der Sublimierhelm als Schutz über dem unteren Sublimiergefäß diente. Vielleicht sollte er auch das abgedampfte Quecksilber auffangen: Zu diesem Zweck wäre seine Innenseite evtl. eingefettet gewesen, um das tröpfchenförmig kondensierte Quecksilber aufzunehmen und festzuhalten. Das Loch im Aufsatz zeigt keine erkennbaren Spuren einer

**Abb. 11** *vas sublimationis salis armoniaci (Salmiak)*. Ausschnitt aus einem alchemistischen Manuskript um 1300. – Latin manuscript Bibliothèque nationale de France, Paris, manuscript 7156, folio 60/139.



**Abb. 12** Destillierschale Kat. Nr. 4. –  
Zeichnung: Amaja Eglin.

**Abb. 13** Destillierglocke mit nicht  
zugehöriger Schale aus Konstanz, 14. Jh. –  
Umzeichnung: Amaja Eglin nach Kurz-  
mann 1998, 42, Abb. 6b.



*Verlehmung*, war also – soweit erkennbar – nicht verstopft, um den Helm umgekehrt als Gefäß benutzen zu können. Der spitzrunde Boden wäre hierfür auch sehr ungeeignet gewesen.

Destillierschale (Kat. Nr. 4, Tab. 1)

Um ein weiteres Destilliergefäß scheint es sich bei der flachbodigen Schale mit gelbgrüner Innenglasur zu handeln. Sie wird durch einen Steilrand mit markantem Schulterabsatz charakterisiert (Abb. 12) und weist keine sichtbaren Gebrauchsspuren auf. Aus Basel sind weder für das 13. Jahrhundert noch aus späterer Zeit Schalen dieses Typus bekannt – eine Zuordnung zur gewöhnlichen Haushaltsware ist auszuschliessen. Hingegen sind formal ähnliche Schalen mit Innenglasur aus Laborkontexten zwischen dem 14. und 16. Jahrhundert wiederholt archäologisch nachgewiesen<sup>49</sup>. Bei den zum Teil mitgefundenen Aufsatzstücken handelt es sich um Destillierglocken aus Keramik, die exakt auf dem Schulterabsatz bzw. Rinnenrand der Schalen aufliegen<sup>50</sup> (Abb. 13).

Auffallenderweise fehlen als Destillierhelme anzusprechende Teile im Fundmaterial des Ringelhofes vollständig<sup>51</sup>, was wir dahingehend deuten, dass in diesem Labor keine Destillationen durchgeführt wurden, sondern Ausschussware zweckentfremdet wiederverwendet wurde.

Glasierte Schale mit ausladendem Rand (Kat. Nr. 5, Tab. 1)

Zur Kategorie der Sonderformen zählen wir auch eine Schale mit gelbgrüner Innenglasur und ausladendem, breitem Rand. Wie der geschwärzte Boden und die tief in die Scherbenbrüche hinein reichenden schwarzen Anreicherungen belegen, wurde das Gefäß direkt dem Feuer ausgesetzt und ist vermutlich dabei geborsten. Auf der Innenseite hat sich der Rest einer dunkelbraunen, erstarrten Schmelze erhalten, die über den Rand abgossen wurde (Abb. 15). Der Mittelteil des Bodens ist alt ausgebrochen, möglicherweise um einen Teil des Schmelzkuchens zu gewinnen. Bei der erstarrten Schmelze handelt es sich um eine glasartige Masse, deren chemische Zusammen-

setzung der eines Bleiglasses entspricht. Möglicherweise führte unser «Laborant» in dieser Schale einen Versuch zur Herstellung einer Glasmasse für Glasuren, Glasmalerei oder Emailarbeiten durch, obwohl die Schale wegen ihrer Innenglasur eigentlich nicht als Schmelzgefäß gedacht war.

Ms 1122 bildet ein Gefäß ab, dessen Bezeichnung «fiale» (griech. flache Schale) auch auf unsere Schale übertragen werden kann (Abb. 14). Dieser Gefäßstyp scheint für verschiedene

**Abb. 14** *coopertorium – olla aut fiale – olla in qua vas locatum* (?). Ausschnitt aus einem alchemistischen Manuskript des 14. Jh. – Trinity College Library, Cambridge 1122, shelfnumber O.2.18, 120v.





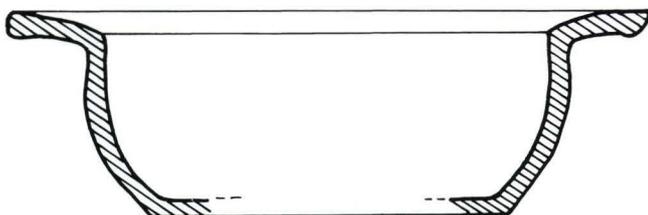
**Abb. 15** Erstarrender Rest einer ausgegossenen, dunkelbraunen Schmelze in glasierter Schüssel, Kat. Nr. 5. – Foto: Peter Portner, Historisches Museum Basel.

Zwecke verwendet worden zu sein, hier etwa zur Durchführung chemischer Reaktionen auf einem Badgefäss, einer «olla».

Eine der Kat. Nr. 5 (Abb. 16) ähnliche Schale mit Innenglasur ist im Pariser Laborfund aus dem 14. Jahrhundert zum Vorschein gekommen. Die «beigefarbenen sandähnlichen Spuren» im Innern veranlassten Isabelle Rouaze dazu, die Schale als Badgefäss zu interpretieren<sup>52</sup> (Abb. 17).

Destillierschalen wie Kat. Nr. 4 wurden nicht direkt dem Feuer ausgesetzt, sondern in ein grösseres, mit einem Wärmeübertragungsmedium wie Wasser, Sand oder Asche gefülltes Gefäss gestellt. Durch das Erwärmen dieses Gefässes – «Bad» genannt – konnten gleichmässige Temperaturen erreicht werden, im Falle des Wasserbades sogar eine Temperaturbegrenzung auf maximal 100 °C, die Siedetemperatur des Wassers<sup>53</sup>. Bereits Geber unterscheidet im 13. Jahrhundert zwei Arten der aufsteigenden Destillation («destillatio per ascensum»): die Destillation, bei der die Destilliergefässe im Wasserbad stehen und die Destillation im Aschen- bzw. Sandbad: «Man nimmt einen starken, irdenen Topf und setzt ihn in einen Ofen... Auf seinen Boden schüttet man gesiebte Asche so hoch, wie ein Finger breit ist. Darauf setzt man das Destillationsgefäss...»<sup>54</sup>.

**Abb. 16** Glasierte Schüssel mit breitem Rand, Kat. Nr. 5 (vgl. Abb. 15). – Zeichnung: Amaja Eglin.



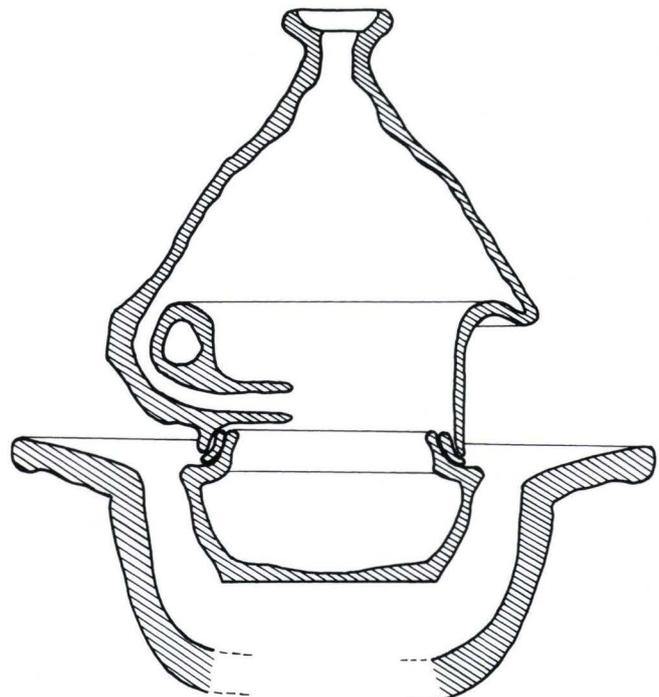
Schüssel mit Ausguss (Kat. Nr. 10, Tab. 2)

Unglasierte Schüsseln mit Ausguss gehören im Laborbereich zu den multifunktional verwendbaren Gefässen. Im Fundmaterial des Ringelhofs ist ein Schüsselfragment erhalten, dessen Aussenseite eine lehmähnliche Beschichtung aufweist. Der Scherben ist ziegelrot gebrannt, die Bruchkanten und der Randbereich infolge eines Sekundärbrandes aber stark geschwärzt. Auf der Gefässinnenseite haben sich Reste eines weisslichen, kupfer- und zinkhaltigen Belages erhalten. Von besonderem Interesse ist der analytische Nachweis von Zink: Möglicherweise wurde hier versucht, Messing herzustellen. Durch die *Reduktionsarbeit* an einem abgerösteten Kupfererz und dem aus Galmei hergestellten Zinkoxid entsteht zunächst metallisches Zink. Dieses legiert mit dem gleichzeitig entstandenen Kupfer zu Messing, entweicht zum Teil aber auch dampfförmig und oxidiert an der Luft zu Zinkoxid, welches sich an kühleren Gefässsteilen als weisse dünne Schicht niederschlägt. Ob unser Fragment der Überrest eines Schmelzgefässes ist oder bei diesem Prozess im Sinne einer Abschirmung oder eines Deckels wiederverwendet wurde, muss offen bleiben.

Keramikkupellen (Kat. Nrn. 8–9, Tab. 2)

Zwei Gefässe (Abb. 18) sind aufgrund ihrer charakteristischen Form als Kupellen anzusprechen (vgl. dazu *Treibprozess und Kupellation* in Kapitel 5.3). Die Aussenseiten weisen Reste eines lehmähnlichen Überzuges auf. Bei der grösseren Kupelle Nr. 8 wurden Rand und Unterteil abgeschlagen und der Boden in Form einer rötlich gefärbten Masse wieder eingesetzt. Die beiden Schmelzgefässe sind aus Ton gefertigt und enthalten noch Spuren von Blei bzw. Silber.

**Abb. 17** Badgefäss mit Destilliergefäss und Zirkulierhelm aus Paris, 14. Jh. – Umzeichnung: Amaja Eglin nach Rouaze 1986, 223, Abb. 49.





**Abb. 18** Keramikupellen, Kat. Nrn. 8–9. – Foto: Peter Portner, Historisches Museum Basel.

Kupellen wurden aus Gründen der Resistenz gegen geschmolzenes Bleioxid üblicherweise aus Holz- oder Knochenasche hergestellt: «Man nimmt gesiebte Asche oder Kalk, oder gepulverte, gebrannte Knochen von Tieren»...<sup>55</sup>. Durch den verdickten Boden erhält die Kupelle eine ausreichende Aufnahmekapazität für das geschmolzene Bleioxid; das Edelmetall bleibt in der kleinen Mulde auf der Gefässinnenseite zurück. Das Nichtverwenden von Aschekupellen für *Blei-* und *Treibarbeiten* im Labor vom Ringelhof könnte auf einen gewissen Mangel an Professionalität hindeuten. Allerdings bekräftigt der Alchemist Geber im 13. Jahrhundert, dass die *Kupellation* auch auf «irdenen Tiegeln» durchgeführt werden kann: «Man kann die Probe auch in einem irdenen Tiegel vornehmen, wobei man um den Tiegel herum, und über seine Ober-

fläche, das Kohlenfeuer unterhält und anbläst, damit das zu probierende Metall von allen Seiten erhitzt wird»<sup>56</sup>.

Graphittontiegel (Kat. Nr. 11, Tab. 2)

Ein weiteres professionell hergestelltes Schmelzgefäß ist ein Graphittontiegel mit zumindest einem Ausguss. Erhalten ist lediglich ein Fragment, das auf der Innenseite und im Bruch metallisch glänzt und auf der Aussenseite mit einem lehmähnlichen Überzug beschichtet ist. Der Graphit ist auf der Aussenseite verbrannt und die Oberfläche daher ziegelfarben und rissig.

Wie die chemische Analyse der Tiegelwand zeigt, kommen für dieses Schmelzgefäß verschiedene Anwendungsbeispiele in Frage: die *Bleiarbeit*, das Umschmelzen eines *Regulus*, die *Amalgamation* nach vorheriger trockener Scheidung mit Schwefel oder die Bearbeitung hochschwefelhaltiger Eisen-Kupfer-Erze.

#### 6.4 Zu Laborkeramik umfunktioniertes Haushaltsgeschirr

Bisher wenig berücksichtigt und archäologisch nur schwer nachweisbar ist die Beobachtung, dass im Laborbereich anstelle der komplizierten und sicher teuren Spezialanfertigungen auch gewöhnliches Küchengeschirr benutzt wurde. Dass dies durchaus üblich war, belegen nicht nur die Laborfunde aus Paris und Österreich<sup>57</sup>. Auch Brunswick schlägt 1512 in seinem 5. Buch der Destillierkunst, «dem Thesaurus pauperum» oder «schatz der armen Artzney» verschiedene chemische Prozesse vor, die von einfachen Leuten auf dem Lande mit simplen Haushaltsgeräten durchgeführt werden können. Falls eigentliche Laborgefäße fehlen, kann auf Gefäße zurückgegriffen werden, die sich praktisch in jedem Haushalt finden:



**Abb. 19** Alchemisten im Laboratorium, Ölgemälde 18. Jh. Kopie nach David Tenier d.J. (1610–1690). Dreibeinpännchen und Keramikschalen werden als Laborgefäße verwendet. – Pharmazie-Historisches Museum Basel.



**Abb. 20** Talglämpchen oder Probierscherben z.T. mit Kupferkorrosionsprodukten, Kat. Nrn. 12, 13, 14, 16. – Foto: Peter Portner, Historisches Museum Basel.

«hafen, verglasurte kacheln, kannen, krusen, krüge, pfanen (sic), schüsseln»<sup>58</sup>. Die Verwendung von Haushaltsgeschirr im Labor ist auch in Stichen und Gemälden ab dem 16. Jahrhundert zahlreich belegt<sup>59</sup> (Abb. 19).

Nebst der Zweitverwendung von Gefäßen scheint auch die Weiterverwendung von beschädigter Ware bzw. Fragmenten verbreitet gewesen zu sein. Besonders deutlich lassen sich diese komplizierten Mehrfachanwendungen am Material von Oberstockstall verfolgen<sup>60</sup>. Die Wieder- und Weiterverwendung von Gefäßen ist nur schwer nachweisbar und lässt sich üblicherweise nur bei relativ geschlossenem Fundmaterial sicher belegen. Das Laborinventar vom Ringelhof eignet sich vorzüglich für differenzierte Beobachtungen dieser Art. Wie aus Kapitel 6.3 hervorgeht, hatte in diesem Labor die Bearbeitung von Erzen und das Bestimmen ihres Edelmetallgehaltes herausragende Bedeutung. Diese metallurgischen Prozesse wurden nicht nur in zweckentfremdeten Spezialgefäßen durchgeführt, sondern auch in gewöhnlicher Haushaltsware.

**Abb. 21** Talglämpchen Kat. Nr. 12 mit Kupferkorrosionsprodukten im Innern und Rest einer über den Rand ausgegossenen Schmelze. – Foto: Peter Portner, Historisches Museum Basel.



Talglämpchen oder Probierscherben (Kat. Nrn. 12–16, Tab. 3) Zum Laborfund gehören auch 5 schalenförmige Talglämpchen mit verdicktem, horizontal nach aussen abgestrichenem Rand, wie sie in Fundkomplexen aus der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts zahlreich anzutreffen sind<sup>61</sup> (Abb. 20). In allen Gefäßen haben sich Rückstände erhalten, die von Schmelzprozessen herrühren (vgl. Abb. 20 und 21). Der Nachweis von Blei, Kupfer, Zink, Eisen und in Spuren Silber legt nahe, dass in diesen Schälchen Erz bearbeitet und Silber durch *Treibarbeit* von Blei getrennt wurde. Dass die Gefäße hohen Temperaturen ausgesetzt waren, zeigen ihre geröteten und rissigen Oberflächen. Bei Kat. Nr. 12 ist durch die geborstene Wandung eine schwarze, silberhaltige Substanz auf die Aussenseite gedrungen (wohl eine verschiedene Oxide enthaltende Bleioxid-schmelze). Der Rest eines identischen Überzuges findet sich auch auf dem Rand des Schälchens, über den die Substanz offensichtlich abgegossen wurde (Abb. 21). Eine Ausbruchsstelle am Rand von Kat. Nr. 14 ist vermutlich auf den unsorgfältigen Einsatz einer Zange zurückzuführen, mit der das Gefäß aus der Glut gehoben wurde.

Unter Berücksichtigung des Kontextes und der offensichtlichen Verwendung bei metallurgischen Arbeiten im kleinen Massstab müssen wir diese Gefäße als Probierscherben ansprechen (vgl. Kap. 4.2, letzter Abschnitt). Die Übereinstimmung der Form mit derjenigen von Talglämpchen legt den Schluss nahe, dass hier diese flachen, dem Haushaltsbereich entstammenden Gefäße zweckentfremdet verwendet wurden. Ein Hinweis hierauf könnte der sorgfältig abgestrichene Rand sein; bei einem für Laboratorien bestimmten Massenprodukt hätte man sich vielleicht nicht diese Mühe gemacht. Jedenfalls besitzen 18 tellerförmige Probierscherben aus dem Labor von Oberstockstall einen einfachen, abgerundeten Rand<sup>62</sup>. Mit dem Ringelhof-Fund befinden wir uns aber in einem wesentlich früheren Zeitraum, in dem vielleicht die Eignung der Talglämpchen für metallurgische Arbeiten im kleinen Massstab erst entdeckt wurde. Im Übrigen dürfte die Bezeichnung «Probierscherben», die sich v. a. in den Berg- und Probierbüchern des 16. Jahrhunderts unter den für *Kupellationen* notwendigen Gefäßen wiederholt findet, nicht an eine genau festgelegte

Form gebunden sein. So unterscheidet etwa Agricola zwischen irdenen «Probierscherven» unterschiedlichster Form (Abb. 22): «Aber die matery des tigells/ aus welcher sie [hergestellt] werden/ haben under sich ein unterscheidt/ Dan sie seindt entweder tennern [aus Ton] oder gmaurt/ und die tennern die wir auch irdische heissendt/ seindt widerumb in der gstatt und grösse ungleich [nach Form und Grösse verschieden]»<sup>63</sup>.

Dreibeinpfännchen mit sorgfältig abgeschlagenen Beinen (Kat. Nrn. 17–24, Tab. 4)

Charakteristisch für diesen Gefässtyp sind der verdickte, horizontal abgestrichene Rand, ein randständiger Bandhenkel sowie drei im Querschnitt runde, zierliche Beine mit flachen Füßen<sup>64</sup>. Die acht Dreibeinpfännchen vom Ringelhof weisen eine unübliche Gemeinsamkeit auf: Ihre Beine wurden abgetrennt und die Bruchstellen sogar teilweise sorgfältig überarbeitet (Abb. 23). Bei fünf Pfännchen wurde zudem der Bodenmittelteil herausgebrochen, und bei den Kat. Nrn. 18, 22, 23 wurden auch die Henkel abgeschlagen. Alle Gefässe zeigen Spuren von grosser Hitzebelastung wie etwa ziegelrote Verfärbungen und rissige Oberflächen. Wenigstens drei der Gefässe (Kat. Nrn. 19–21) wurden ausserordentlich hohen Temperaturen ausgesetzt, wovon deren Verformungen zeugen – es sei denn, der Laboratoriumsinhaber hätte etwa aus Kostengründen Fehlbrände preiswert eingekauft. Zwei der deformierten Pfännchen sind auf der Innenseite mit einer braungelben Bleiglasur überzogen. Eine ähnliche Glasur findet sich als unregelmässiger und fleckiger Überzug auch auf den Gefässaussenseiten, wo er merkwürdigerweise auch die Bruchstellen der Beine überdeckt (Abb. 23). Was auf den ersten Blick wie eine beschädigte Glasur bzw. ein Glasierversuch wirkt, könnte auch ein Anflug von flüchtigen Stoffen sein. Dämpfe von Natrium-, Blei- und Boroxid können beim Brand keramische Verbindungen mit dem Scherven eingehen und glänzende, glasurähnliche Stellen erzeugen, die oft eine bräunliche Farbe aufweisen<sup>65</sup>.

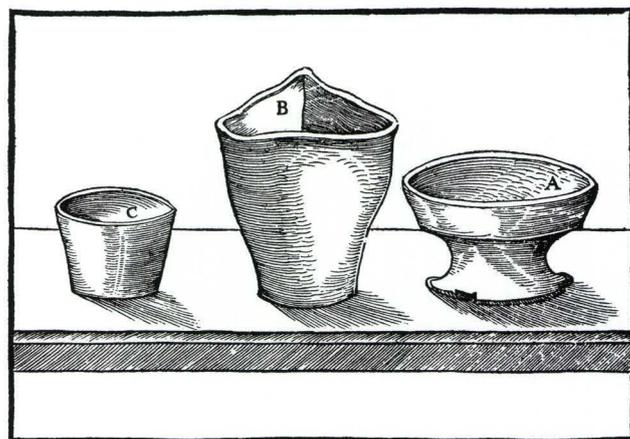
Dreibeinpfännchen sind ursprünglich Geräte aus dem Haushaltsbereich, die in diesem Labor zweckentfremdet als Schmelzgefässe benutzt wurden. Wie aus Tab. 4 hervorgeht, wurden in ihnen verschiedene metallurgische Prozesse durchgeführt wie etwa die Bearbeitung von Erzen, die *Bleiarbeit* und die *Amalgamation*. Dabei wurden die Glasuren im Innern der beiden Gefässe Kat. Nrn. 19 und 20 stark beschädigt. Die Beine der Pfännchen wurden abgeschlagen, um das Gefäss zum besseren Wärmeübergang direkt in die glühenden Holzkohlenstellen zu können. Die Bodenmittelteile können zur Gewinnung des Schmelzkuchens oder des «Königs» alt herausgebrochen worden sein.

Fragmente von Töpfen (Kat. Nrn. 25–26, Tab. 5)

Zu Laborkeramik umfunktioniert wurden auch zwei Fragmente von Töpfen mit Leistenrand und Wackelboden, der Leitform im Basler Küchengeschirr aus der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts<sup>66</sup>.

Das Wandfragment Kat. Nr. 26 ist alt ausgebrochen. Wie die Gebrauchsspuren zeigen, wurde das Stück wiederverwendet: Auf der Innenseite verläuft eine konzentrische Spur aus

Ein Scherbe A. Ein dreieckiger Tiegel B. Ein Capelle C.



Die weil aber die Capellen die Bergleut selbs machendt/ so wirt allhie zuffs gen sein

Abb. 22 A Scherven, B Dreieckiger Tiegel, C Aschenkupelle. – Aus Agricola 1557, 7. Buch.

Kupferkorrosionsprodukten, die sich im Zentrum in einem grossen Klumpen akkumuliert hat (Abb. 24). In diesem «Probierscherven» wurde Kupfererz bearbeitet und das darin enthaltene Silber durch *Bleiarbeit* abgetrennt.

Das Topfoberteil Kat. Nr. 25 ist auf der Innenseite mit einer weisslichen, eisenhaltigen Substanz beschichtet (Tab. 5). Das Fragment ist konzentrisch ausgebrochen, ob mit Absicht oder als Folge eines starken Temperaturwechsels, ist nicht sicher zu beurteilen. Vermutlich wurde diese Topfhälfte zur Abdeckung verwendet, um Arbeiten vor einer Verunreinigung durch Flugasche zu schützen und ein Wegblasen des Reaktionsgemisches zu verhindern. In späterer Zeit wurden hierzu geeignete, jedoch anders geformte Spezialgefässe – «Muffeln» genannt – verwendet.

Napfkachel (Kat. Nr. 27, Tab. 5)

Als Schmelzgefäss für die Verarbeitung von Kupfer- und Eisen-erzen, die *Bleiarbeit* und die *Amalgamation* wurde auch eine Napfkachel mit verdicktem, horizontal abgestrichenem Rand verwendet. An den Aussenseiten des Randes wurden nachträglich zwei gegenüberliegende Vertiefungen eingekerbt (Abb. 25) – wohl zum Fassen mit einer Zange(?). Die Innenseite des Gefässes ist stark geschwärzt und das Unterteil, vermutlich aufgrund grosser Temperaturschwankungen, konzentrisch abgesprengt. Die Napfkachel weist vielfältige Gebrauchsspuren auf: eine *verlehmte* Aussenseite und im Innern Reste von Kupferkorrosionsprodukten sowie eines gelblichen Belages.

Doppelhenkelschüssel (Kat. Nr. 28)

Die dickwandige Schüssel mit Leistenrand und den beiden randständigen Bandhenkeln Kat. Nr. 28 gehört einem Typus an, der in der Region Basel in der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts erstmals auftritt<sup>67</sup>. Die Doppelhenkelschüssel zeigt Spuren eines Sekundärbrandes; ihr Bodenmittelteil wurde konzentrisch abgeschlagen – vielleicht zur Gewinnung eines Schmelzkuchens.



**Abb. 23** Pfännchen mit abgetrennten Beinen, Kat. Nrn. 18–20. Sie wurden als Schmelzgefässe verwendet. Das rechte und das mittlere Pfännchen weisen aussen einen glasrähnlichen Überzug auf, welcher auch die Bruchstellen der Beine überdeckt. – Foto: Peter Portner, Historisches Museum Basel.

Dreibeintöpfe (Kat. Nrn. 29–31, Tab. 5)

Auffallenderweise bleiben einige Keramikfragmente übrig, die zu keinem der mitgefundenen Gefässe passen. Da das vorliegende Keramikmaterial keine zufällige Zusammensetzung aufweist und jedes Keramikteil offensichtlich einem bestimmten Zweck diene, sollen auch diese Einzelscherben berücksichtigt werden.

Drei Randscherben von Dreibeintöpfen mit Trichterrand und abgewinkelten Wulsthenkeln scheinen alt ausgebrochen zu sein. An allen Fragmenten sind Gebrauchsspuren zu beobachten: Eisen- und Kupferkorrosionsspuren, Überreste von lehmartigen Überzügen und weissliche Beläge auf den Innenseiten. Kat. Nr. 30 weist auf Schulterhöhe eine kreisförmige Brandspur vermisch mit Eisen- und Kupferkorrosionsprodukten auf, die den Scherben durchdringt und auch auf der Innenseite sichtbar ist (Abb. 26). Nach Interpretation der Analysenergebnisse wurden in diesen Gefässen Eisenerze bzw. Kupfer- und Zinkerze bearbeitet. Ob die Randscherben die spärlichen Überreste von geborstenen Dreibeintöpfen sind, oder ob die Fragmente als Abdeckungen und Windschutz verwendet wurden, muss offenbleiben.

**Abb. 24** Wandscherbe eines Töpfchens, als Probierscherben verwendet, mit grossem Agglomerat von Kupferkorrosionsprodukten, Kat. Nr. 26. – Foto: Peter Portner, Historisches Museum Basel.





**Abb. 25** Napfkachel mit Einkerbung am Rand, wohl für Zange, Kat. Nr. 27; und Pfännchen mit abgetrennten Beinen, Kat. Nr. 19. – Foto: Peter Portner, Historisches Museum Basel.



**Abb. 26** Randscherben von Dreibeintöpfen, Kat. Nrn. 29–31. Das Fragment links im Bild mit kreisförmiger Brandspur auf Schulterhöhe. – Foto: Peter Portner, Historisches Museum Basel.

Deckel (Kat. Nr. 32), Kannenbügel (Kat. Nr. 33)  
Für zwei weitere Gefässterteile kann die Verwendung im Labor nur indirekt über den Fundkontext erschlossen werden: das Fragment eines Flachdeckels mit Stempelmuster und ein Kannenbügel. Das Deckelfragment ist auf der Innenseite und im Randbereich stark geschwärzt. Aufgrund seines Durchmessers von 12 cm würde der (vollständige) Deckel auf die Talglämpchen und zahlreiche Dreibeinpfännchen im Ringelhof passen.

Um ein hinsichtlich seiner Verwendung im Labor nicht deutbares Stück handelt es sich beim Bügel Kat. Nr. 33, der zu einem Kannentypus gehört («Verenakrug»), der in Basel erstmals ab der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts nachgewiesen ist<sup>68</sup>. Die Hackspuren neben den Bruchstellen deuten darauf hin, dass der Bügel absichtlich von der Kanne abgetrennt wurde; er weist jedoch keine sichtbaren Gebrauchsspuren auf.

### 6.5 Zur Provenienz der Laborkeramik vom Ringelhof

Die Frage nach der Herkunft der Laborgefässe vom Ringelhof lässt sich vorläufig nicht abschliessend beantworten. Wir müssen immer dann mit Importen rechnen, wenn die einheimische Ware, z. B. wegen der zur Verfügung stehenden Tone, den Qualitätsanforderungen nicht genügt.

Aus dem Ringelhof liegt ein einziger Fund vor – der Graphittontiegel Kat. Nr. 11 –, der mit Sicherheit nicht in der Basler Region produziert wurde, da hier die entsprechenden Rohstoffe fehlen. Dagegen ist das polyfunktional verwendete Alltagsgeschirr das charakteristische Produkt einer lokalen Töpferei. Davon zeugen auch die zahlreichen Gefässe mit qualitativen Mängeln, die unser «Laborant» möglicherweise kostengünstig beziehen konnte. Für die meisten Spezialanfertigungen aus dem technischen Bereich können bisher keine Vergleichsfunde beigebracht werden. Insbesondere ist die vorliegende grosse Zahl an glasierten Gefässen in einem Fundkomplex der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts erstaunlich. Das seltene

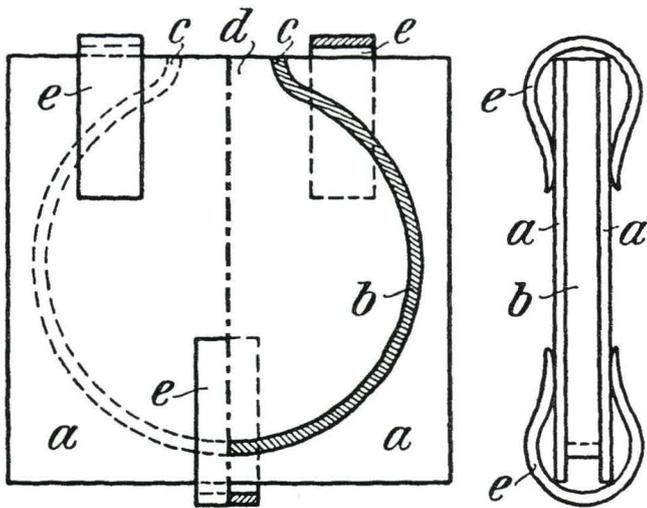
Vorkommen an glasierten Sonderformen in jener Zeit berechtigt allerdings nicht dazu, diese a priori als Importware einzustufen, solange eine Provenienz aus einer lokalen Werkstatt nicht auszuschliessen ist. Es darf davon ausgegangen werden, dass die Basler Hafner durchaus fähig waren, Sondergefässe auf Bestellung hin anzufertigen. Von der Experimentierfreudigkeit jener Zeit kann auch der Versuch unseres «Laboranten» mit einer Bleiglasurmasse zeugen.

### 6.6 Giessformen (Kat. Nr. 34a–i)

Die Fragmente von 8 bis 9 Giessformen belegen, dass im Ringelhof auch Metallgegenstände bzw. deren Zwischenprodukte hergestellt wurden (Abb. 27). Die Formen sind aus Kalkschiefer gefertigt und dienten dem Guss von konisch zulaufenden Metallscheiben mit Durchmessern zwischen 2 und 3,6 cm. Die Rondenränder sind entweder glatt oder gekerbt; der

**Abb. 27** Giessformen für Metallronden, Kat. Nr. 34a–i. – Foto: Peter Portner, Historisches Museum Basel.





**Abb. 28** Verstellbarer Planscheneinguss des Theophilus Presbyter, 12. Jh.: a Seitenplatten, b Reifen, c Reifenende, d Eingießöffnung, e Klammern. – Aus Theobald 1984, 78, Anm. 1.

Gusskanal ist bei den meisten Stücken zumindest noch im Ansatz erhalten. In drei Fällen lassen sich die Giessformen paarweise zusammenfügen: Die Verbindung erfolgt mittels zwei Stiften aus Blei, die diagonal versetzt am Rand der Giessformen angebracht sind. An den entsprechenden Stellen weist das Gegenstück zwei Löcher auf, in welche die Stifte gesteckt werden können.

Was genau aus diesen Ronden gefertigt wurde, bleibt leider unklar. Ähnliche Formen benutzten Silber- und Goldschmiede sowie Rot- und Gelbgiesser für den Guss von Zwischenprodukten, die durch Umschmieden oder Treiben weiterverarbeitet wurden. Theophilus Presbyter beschreibt im 12. Jahrhundert eine ähnliche Form für den Guss des Halbzeugs, das für die Herstellung von Bechern, Kelchen oder ähnlichen Metallgefäßen benötigt wurde<sup>69</sup> (Abb. 28). Analog zu dieser Gussform müssen auch die Stücke vom Ringelhof auf den Aussenseiten von Platten verschlossen worden sein, die mit Klammern zusammengehalten wurden (Abb. 27). Um den Überrest einer solchen Deckplatte könnte es sich vielleicht beim Kalkschieferfragment Kat. Nr. 34h handeln. Durch die Mehrteiligkeit unserer Giessformen konnte das Halbzeug besser herausgelöst werden, ohne die Formen zu beschädigen. Die chemische Analyse von Korrosionsspuren in der Gussform Kat. Nr. 34a (Tab. 2) erbrachte den Nachweis von Messing (mehr Zink als Zinn). Somit dürfte es sich bei unserem Laborinhaber um einen Gelb- oder Rotgiesser<sup>70</sup> handeln. Diese waren im Mittelalter auf den Messingguss und die anschließende Bearbeitung der Erzeugnisse spezialisiert, wozu auch das Versilbern und Vergolden gehörte<sup>71</sup>.

## 7. Schlussfolgerungen

Wenn man den in der vorstehenden Weise interpretierten Fund überblickt, kommt man zum Schluss, dass im Ringelhof

jemand wirkte, der die folgenden grundlegenden metallurgischen Prozesse durchführte und auch beherrschte:

- Reduktion von eisenhaltigen Kupfermineralien mit Kohlenstoff (Holzkohle) zu Kupfer
- Aufnehmen des evtl. darin enthaltenen Silbers mit Blei
- Abtreiben des Bleis zur Gewinnung von Silber
- Herstellen von Messing durch Reduktion eines Gemisches aus Kupfer- und Zink-Mineralien mit Kohlenstoff (Holzkohle)
- Abtrennung von Gold mit Quecksilber
- Verfahren der trockenen Scheidung mit Schwefel

Die moderne Analyse lässt ein systematisches Vorgehen bei diesen Laborarbeiten erkennen. Hier untersuchte jemand die Erzproben nach «Probiervorschriften», die offenbar systematisch eine nach der anderen abgearbeitet wurden.

Überraschenderweise wurden dazu hauptsächlich Gefäße verwendet, die auch aus damaliger Sicht nicht als professionell einzustufen sind, vielleicht aus Kosten- oder Verfügbarkeitsgründen. Daneben kamen aber auch professionelle Geräte zum Einsatz: Dreiecktiegel, Kupellen, Giessformen und indirekt nachgewiesen eine Zange. Die meisten der in diesem Labor durchgeführten Arbeiten erforderten Temperaturen über 1000 °C, was indirekt auch auf einen guten Ofen schließen lässt. Das Fehlen einer Muffel verwundert; es ist jedoch durchaus möglich, dass dieser Gerätetyp damals noch nicht existierte. Möglicherweise wurden andere Gefäße, bzw. deren Fragmente, in der Art einer Muffel verwendet (z. B. Kat. Nrn. 6 und 25). Die Nichtverwendung von Aschekupellen könnte auf einen gewissen Mangel an Professionalität hindeuten. Die Technik des Verlehms der Gefäße war bekannt und wurde angewendet.

Ein wichtiges Element, das wir bei den analytischen Untersuchungen zu finden erwarteten, konnte nicht nachgewiesen werden: Gold. Auch Silber war kaum vorhanden. Wir können unseren Labor- oder Werkstattinhaber (oder vielleicht die Inhaberin?) daher kaum als Gold- oder Silberschmied bezeichnen; eher dürfte er ein Gelbschmied gewesen sein, der seine Erze allerdings gewissenhaft auf Edelmetallgehalte hin untersuchte. Als weiteres Arbeitsgebiet wird die Herstellung von Glasurmassen erkennbar.

Die Frage, ob wir es mit einem Alchemistenlabor zu tun haben, ist eher zu verneinen. Allerdings muss der «Laborant» vom Ringelhof direkt oder über einen Händler Kontakt zu wenigstens einem alchemistischen Laboratorium gehabt haben, wie der Besitz von Destilliergefäßen zeigt, die – wie wir erkannten – völlig zweckentfremdet verwendet wurden. Es gibt keine Hinweise darauf, dass im Ringelhof-Laboratorium Destillationen durchgeführt wurden, z. B. zur Herstellung von Mineralsäuren<sup>72</sup>. Auch die gefundene Sublimierapparatur wurde nicht zum Sublimieren verwendet, sondern eher wie ein Schmelzgefäß mit aufgesetzter Abdeckung im Sinne der wohl erst später erfundenen Muffel.

Soziologisch ist an dem Fund interessant, dass der Handwerker oder die Handwerkerin vom Ringelhof nur über relativ

geringe Mittel verfügte. Mit der Herstellung von Bleiglasmasse wurde – modern gesprochen – vielleicht versucht, dem Betrieb ein weiteres Standbein zu verschaffen. Die Gelegenheit war günstig: Das Glasieren von Keramikgefäßen kam gerade auf. Für all diese Arbeiten stand kein «fürstlich» ausgerüstetes Laboratorium zur Verfügung, wie wir es etwa aus Oberstockstall oder Weikersheim<sup>73</sup> kennen.

Chemisch-technisch gesehen nötigt uns die Vielfalt der Arbeiten und die offenbare Sorgfalt bei ihrer Durchführung tiefen Respekt ab.

## Literatur

### **Agricola 1557**

Georgius Agricola, *De re metallica*, zitiert nach der deutschen Übersetzung von Philippus Berchius 1557. Vom Bergkwerck XII Bücher: darin alle Empter, Instrument, Gezeuge unnd alles zu disem Handel gehörig.../mitt schönen Figuren vorbildet und klärlich beschriben seindt / erstlich in lateinischer Sprach durch Georgicum Agricolam; jetzundt verteüschet durch Philippum Bechium. Getruckt zu Basel: durch Jeronymus Froben und Niclausen Bischoff 1557 (Faksimileausgabe, Essen 1985).

### **Berger 1963**

Ludwig Berger, *Die Ausgrabungen am Petersberg in Basel. Ein Beitrag zur Frühgeschichte Basels* (Basel 1963).

### **Brunswick 1512**

Hieronimus Brunswick, *Liber de arte Distillandi de Compositis* (Strassburg 1512).

### **BUB 1**

Urkundenbuch der Stadt Basel 1, 751–1267. Hrsg. von der Historischen und Antiquarischen Gesellschaft zu Basel (Basel 1890).

### **Darmstaedter 1922**

*Die Alchemie des Geber*. Übersetzt und erklärt von Ernst Darmstaedter (Berlin 1922).

### **Ganzenmüller 1989**

Wilhelm Ganzenmüller, *Die Alchemie im Mittelalter* (Hildesheim 1967).

### **Hamer 1990**

Frank und Janet Hamer, *Lexikon der Keramik und Töpferei. Material, Technik, Geschichte* (Augsburg 1990).

### **Kamber 1995**

Pia Kamber, *Die Latrinen auf dem Areal des Augustinerklosters. Materialhefte zur Archäologie in Basel 10* (Basel 1995).

### **Kurzmann 1998**

Peter Kurzmann, *Die Destillierglocke von Bregenz*. In: Vorarlberger Landesmuseumsverein 1857, *Freunde der Landeskunde* (Hrsg.), *Jahrbuch Vorarlberger Landesmuseumsverein – Freunde der Landeskunde* (Bregenz 1998) 35–45.

### **Moorhouse 1972**

Stephen Moorhouse, *Medieval Distilling-Apparatus of Glass and Pottery*. In: *Medieval Archaeology, Journal of the Society for Medieval Archeology* 16, 1972, 79–121.

**von Osten 1998**

Sigrid von Osten, Das Alchemistenlaboratorium von Oberstockstall. Ein Fundkomplex des 16. Jahrhunderts aus Niederösterreich. Mit Beiträgen von Otto Cichocki, Gertrude Hauser, Wolfgang Heinrich, Astrid Jenisch, Erika Kanelutti, Thilo Rehren, Gerhard Sperl und Oskar A. R. Thalhammer. Monographien zur Frühgeschichte und Mittelalterarchäologie 6. Falko Daim (Hrsg.), Institut für Ur- und Frühgeschichte der Universität Wien (Innsbruck 1998).

**Pfeiffer 1986**

Gerhard Pfeiffer, Technologische Entwicklung von Destilliergeräten vom Spätmittelalter bis zur Neuzeit. Dissertation (Regensburg 1986).

**Priesner 1987**

Claus Priesner, Chemische Technik bei Handwerkern und Alchemisten im Mittelalter. In: Uta Lindgren (Hrsg.), Europäische Technik im Mittelalter (800 bis 1400), Tradition und Innovation (Berlin <sup>2</sup>1987) 277–285.

**Priesner/Figala 1998**

Claus Priesner, Karin Figala (Hrsg.), Alchemie, Lexikon einer hermetischen Wissenschaft (München 1998).

**Rouaze 1989**

Isabelle Rouaze, Un atelier de distillation du moyen age. In: Antiquités Nationales. Bulletin archéologique du comité des travaux historiques et scientifiques, nouvelle série 22, 1989, 159–271.

**Soukup/Mayer 1997**

Rudolf Soukup, Helmut Mayer, Alchemistisches Gold – Paracelistische Pharmaka. Laboratoriumstechnik im 16. Jahrhundert. Helmuth Grössing, Karl Kadletz, Marianne Klemun (Hrsg.), Perspektiven der Wissenschaftsgeschichte 10 (Wien, Köln, Weimar 1997).

**Stern 1994**

Wilhelm B. Stern, Die naturwissenschaftlichen Untersuchungen der Münzen. In: Andreas Burkhardt et al., Keltische Münzen aus Basel. Numismatische und metallanalytische Untersuchungen. Antiqua 25 (Basel 1994) 79–99.

**Theobald 1984**

Wilhelm Theobald, Technik des Kunsthandwerks im 12. Jahrhundert. Des Theophilus Presbyter Diversarum Artium Schedula (Düsseldorf 1984).

**Trouillat 1–2**

Joseph Trouillat, Monuments de l'histoire de l'ancien évêché de Bâle 1–2 (Porrentruy 1852 und 1854).

**Weyer 1989**

Jost Weyer, «Die Alchemie im lateinischen Mittelalter». In: Chemie in unserer Zeit 23, 1989/1, 16–23.

**Weyer 1992**

Jost Weyer, Graf Wolfgang II. von Hohenlohe und die Alchemie. Alchemistische Studien in Schloss Weikersheim 1587–1610 (Sigmaringen 1992).

**Abkürzungen**

Ms      Manuskript

StABS   Staatsarchiv Basel-Stadt

## Anmerkungen

- 1 Berger 1963.
- 2 Nach Berger 1963, 8f.
- 3 Verordnung betreffend die Ablieferung von anthropologischen und archäologischen Funden, Kantonale Verordnung vom 15. Februar 1946, 34, 13f. In: Sammlung der Gesetze und Beschlüsse wie auch der Polizeiverordnungen, welche vom 1. Januar 1946 bis 31. Dezember 1948 für den Kanton Basel-Stadt erlassen worden sind. Hrsg. vom Justizdepartement Basel-Stadt (Basel 1949). Die Verordnung verankerte Gepflogenheiten, die vorher während Jahren praktiziert wurden.
- 4 StABS, Bauakten BB 187, Petersgasse 23, Ringelhof, 1938–1940.
- 5 Tagebuch Rudolf Laur-Belart, StABS, P.-A. 484, A2, S. 185, Eintrag vom 7. März 1939.
- 6 August Haas, Tagebuch der II. archeologischen (sic) Grabung am Spiegelhof/Ö.K.K. in Basel. 1938/1939, 67. Historisches Museum Basel, Archiv N.2.g.
- 7 StABS, Bauplanausgabe, Baugesuch Nov. 1940: Ringelhof, Petersgasse 23, Erdgeschoss, Bauplan No 2.
- 8 Eingangsbuch des Historischen Museums Basel 1939, I. Historisches Museum Basel, Archiv G 32: Die Funde aus der Giesserwerkstatt wurden am 26. Juli inventarisiert, Inv. Nrn. 1939.966–999; die Funde aus dem nördlichen Teil des Ringelhofes am 31. Dezember, Inv. Nrn. 1939.1544–1558.
- 9 Die Angaben vom Eingangsbuch werden im Jahresbericht des Historischen Museums Basel bestätigt: Historisches Museum Basel, Jahresberichte und Rechnungen des Vereins für das Historische Museum für Erhaltung baslerischer Altertümer und der Kommission zum Historischen Museum 1939, 24f., 38.
- 10 Alle Angaben nach Historisches Grundbuch, Petersgasse 23–25, StABS. Eine umfassende Zusammenstellung der Liegenschaftsgeschichten gibt Gustav Adolf Wanner, Der «Ringelhof». In: Basler Nachrichten, Samstag, 4. Dezember 1976.
- 11 StABS, Klosterarchiv St. Peter, A Jahrzeitenbuch 13. Jahrhundert, folio 10 verso, folio 4 verso. Zur Datierung der Urkunden vgl. den handschriftlichen Vorspann «Abfassungszeit der Jahrzeitbücher von Sanct Peter» im selben Band; Klosterarchiv St. Peter, B Jahrzeitenbuch 13. Jahrhundert, folios 4 verso, 11, 15, 16 verso, 19, 26, 26 verso, 38, 42, 45 verso.
- 12 BUB 1, 136f., Nr. 191; Trouillat 1, 59, Nr. 390; Trouillat 2, 188ff., Nr. 142 und 190f., Nr. 143.
- 13 Ulrich Barth, Zur Geschichte des Basler Goldschmiedehandwerks (1261–1820). Mit Verzeichnissen der Meister, Gesellen und Lehrknaben. Diss. Phil. I Universität Basel (Muttentz 1978), insbes. 7–9.
- 14 StABS, Handel und Gewerbe X 1, ohne Datum (alte Signatur «St. 15. B.a», «St. 15. B.b.»).
- 15 Zum Begriff «freie Künste» vgl. «Artes liberales». In: Lexikon des Mittelalters 1 (München und Zürich 1980) 1058–1063.
- 16 Zu Mathis Isenflamm vgl. Genealogische Notizen von Dr. Arnold Lotz (1427–18. Jh.). Nachlass Dr. L. Lotz, StABS Privatarchive 355, C 261.
- 17 Zahlreiche absolut datierte Vergleichsfunde aus der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts bei Kamber 1995, 46ff., insbes. 86–91.
- 18 Eine Zusammenstellung der glasierten Keramikfunde des 13. Jahrhunderts aus der Region Basel gibt Kamber 1995, 70f., 89–91 mit Abb. 103.
- 19 «Item obiit figulus in Slezistat, qui primus in Alsatia vitro vasa fictalia vestiebat»: Zitiert nach Jürg Tauber, Herd und Ofen im Mittelalter. Untersuchungen zur Kulturgeschichte am archäologischen Material vornehmlich der Nordwestschweiz (9.–14. Jahrhundert). Schweizer Beiträge zur Kulturgeschichte und Archäologie des Mittelalters 7, 315 (Basel/Freiburg i. Br. 1980).
- 20 Auch wenn wir die Nuppenbecherfragmente (s. Kap. 1) dem Laborfund zuweisen, fehlen spezifische Laborgefässe aus Glas.
- 21 Vgl. dazu die Untersuchungen von Pfeiffer 1986, 298, 317, 568f.
- 22 Priesner 1987.
- 23 Eine Zusammenstellung der wichtigsten Manuskripte gibt: R. J. Forbes, Short history of the art of distillation. From the beginnings up to the death of cellier Blumenthal (Leiden 1948).
- 24 Ganzenmüller 1967; Weyer 1989.
- 25 Theobald 1984.
- 26 Darmstaedter 1922. Zu der Identität Gebers bzw. seiner zahlreichen Kompilatoren vgl. auch William R. Newman, «Geber». In: Priesner/Figala 1998, 145–147. Zu Geber und der «Summa perfectionis» vgl. Manuel Bachmann, Thomas Hofmeier, Geheimnisse der Alchemie. Katalog zur Ausstellung des Institutes für Geschichte und Hermeneutik der Geheimmwissenschaften Basel. Öffentliche Bibliothek der Universität Basel, 10. April – 19. Juni 1999; Kantonsbibliothek St. Gallen, 4. September – 2. Oktober 1999; Bibliotheca Philosophica Hermetica, Amsterdam, Oktober 1999 (Basel/Muttentz 1999) 181–188.
- 27 Latin manuscript Bibliothèque nationale de France, Paris, manuscript 7156 (Ort unbekannt um 1300), folio 60/139 (détail bas de page); Trinity College Library, Cambridge 1122, shelfnumber O.2.18 (Ort unbekannt 14. Jahrhundert) 120v.
- 28 Eine Zusammenstellung der wichtigsten publizierten Funde geben Pfeiffer 1986, 341–464; Von Osten 1998, 86–87; Soukup/Mayer 1997, 42–47.
- 29 Rouaze 1989.
- 30 z. B. Kurzmann 1998; Moorhouse 1972.
- 31 von Osten 1998; Soukup/Mayer 1997.
- 32 Pfeiffer 1986, 455, 465–468, 570.

- 33** Exemplarisch: Brunswick 1512; Agricola 1557; Die Alchemie des Andreas Libavius. Ein Lehrbuch der Chemie aus dem Jahre 1597. Zum ersten mal in deutscher Übersetzung mit einem Bild- und Kommentarteil, hrsg. vom Gmelin-Institut für anorganische Chemie und Grenzgebiete in der Max-Planck-Gesellschaft (Frankfurt am Main 1964).
- 34** So wurde etwa ein Destillierhelm (14. Jh.) von der Burg Scheidegg/BL vom Bearbeiter in Ermangelung von Vergleichsfunden fälschlicherweise als «Sturzhumpen» gedeutet: Jürg Tauber, Archäologische Funde und ihre Interpretation. In: Realienforschung und Historische Quellen: ein Symposium im staatlichen Museum für Naturkunde und Vorgeschichte Oldenburg vom 30. Juni bis zum 1. Juli 1995. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 15 (Festschrift zum 65. Geburtstag von Helmut Ottenjann) (Oldenburg, Isensee 1996) 177f.
- 35** Theobald 1984.
- 36** Wir danken Prof. Dr. Steinmann, Universitätsbibliothek Basel, und Dr. Brinkhus, Universitätsbibliothek Tübingen, für die freundliche Unterstützung bei Lesung und Datierung des Kapitels 15, bzw. der Seiten 120/120v.
- 37** Brunswick 1512, 278.
- 38** Die zitierte Methodik betraf Münzen, die zerstörungsfrei analysiert werden mussten.
- 39** Spektrometer der Firma Spectrace/TA instruments.
- 40** In diesen Tabellen sind auch wenige Male Elemente (wie zum Beispiel das Element Phosphor) aufgeführt, die sich nicht in Tabelle 6 wiederfinden. Der Nachweis ist aber erbracht, die Werte sind jeweils in den Rohspektren «offline» eindeutig identifiziert worden.
- 41** Theobald 1984, 84.
- 42** Werner Endres und Veit Loers, Spätmittelalterliche Keramik aus Regensburg, 74. Sonderproduktion aus dem Buchverlag der Mittelbayerischen Zeitung (Regensburg 1981).
- 43** Kurzmann 1998. Eine Zusammenstellung der wichtigsten Formen und überlieferten Funde gibt Pfeiffer 1986.
- 44** Rouaze 1989, planche 6, no. 5; planche 1, no. 1; planche 2, no. 2.
- 45** Formen mit zwei oder drei Schnäbeln sind in frühen alexandrinischen Texten beschrieben und aus der frühen Neuzeit auch materiell nachgewiesen. Dabei handelt es sich aber immer um Gefässe aus Glas bzw. Metall: Pfeiffer 1987, 82–86, 185f.; Lawrence M. Principe, «Laborgeräte». In: Priesner/Figala 1998, 211–215.
- 46** Geber, zitiert nach Darmstaedter 1922, 48–50.
- 47** Pfeiffer 1986, 6ff. mit Abb. 1.
- 48** Rouaze 1989, planche 15, no. 14; Von Osten 1998, Tafel 1, A7–A9 und Tafel 5, A45; Moorhouse 1972, 97, fig. 28.7.
- 49** Rouaze 1989, planche 8, no. 6. 216, fig. 39; Moorhouse 1972, 107–113, insbes. fig. 31, no. 8 und fig. 32, no. 3.
- 50** Kurzmann 1998, 42, Abb. 6.
- 51** Auf das im Vergleich mit anderen Laborinventaren merkwürdige Fehlen von Gefässen aus Glas wurde bereits in Kap. 3.3 (*Zur Vollständigkeit des Basler Fundes*) hingewiesen. Dort auch Interpretationsversuche zu diesem Befund.
- 52** Rouaze 1989, planche 26, no. 30, 234f.
- 53** Nach Kurzmann 1998, 42.
- 54** Geber, zitiert nach Darmstaedter 1922, 52.
- 55** Geber, zitiert nach Darmstaedter 1922, 88f.
- 56** ebda.
- 57** Rouaze 1989, 233–235.; Von Osten 1998, 53–62.
- 58** Brunswick 1512, Bl. CCCLXXXIII ff.
- 59** Pfeiffer 1986, 199ff. mit Abb. 121–122 und 269ff. mit Abb. 187–189.
- 60** Von Osten 1998, 46–48.
- 61** Kamber 1995, 72.
- 62** Von Osten 1998, Tafel 10, B1–4; Tafel 14, B191–B202.
- 63** Agricola 1557, 7. Buch, clxxxviii.
- 64** Kamber 1995, 65f.
- 65** Hamer 1990, 15.
- 66** Kamber 1995, 48–62.
- 67** Kamber 1995, 90.
- 68** Kamber 1995, 66–67; 89–90 mit Abb. 103.
- 69** Theobald 1984, 75–77; 99–100; insbes. Erläuterungen 300f.
- 70** Eine Trennung der beiden Handwerke ist schwierig, da sie eng miteinander verwandt sind und bisweilen auch dieselben Produkte fertigten. Rudi Palla, Verschwundene Arbeit. Ein Thesaurus untergegangener Berufe (Frankfurt am Main 1994) 106, 263.
- 71** Rolf Schürer, «Gold- und Silberschmied», 104–110 und Mechthild Wiswe, «Gürtler und Gelbgiesser», 110–113. In: Lexikon des alten Handwerks. Vom Spätmittelalter bis ins 20. Jahrhundert (Hrsg. Reinhold Reith) (München 1990).
- 72** Nicht ganz auszuschliessen ist allerdings die destillative Rückgewinnung von Quecksilber.
- 73** Weyer 1992.

## Fundkatalog

### Kommentar zur Katalogfassung

Im vorliegenden Katalog wird der Laborfund aus dem «Ringelhof» vollständig erfasst. Die Gliederung des Kataloges folgt der Besprechung der Gefässformen in Kapitel 6 und unterscheidet zwischen den Kategorien «Laborkeramik» und «zu Laborkeramik umfunktioniertes Haushaltsgeschirr».

Die meisten Keramikgefässe wurden abweichend von ihrem ursprünglichen Herstellungszweck benutzt und zuweilen durch eine nachträgliche Bearbeitung auf die Bedürfnisse der «Laboranten» zugeschnitten. Um diese komplizierten Mehrfachverwendungen darzustellen, werden im Katalogtext nicht nur die ursprüngliche Gefässform und die sekundären Eingriffe beschrieben, sondern auch der vermutete Verwendungszweck im Labor aufgeführt (sofern bestimmbar). Die für die Beschreibung der Laborkeramik verwendeten Termini, die kaum zum gewohnten Vokabular von Archäologen und Archäologinnen gehören, sind in Kapitel 4.2 definiert.

Nahezu alle Gefässe sind zerbrochen und wurden bei Restaurierungsarbeiten im Jahre 1939 wieder zusammengeklebt. Diese alten Klebungen verunmöglichen es, zweifelsfrei zwischen «alten» und «neuen» Bruchkanten zu unterscheiden. Damit bleibt die Ursache der Zerstörung (Gebrauch, unsorgfältige Bergung usw.) meistens unbekannt. Im Katalog wird deshalb unter der Rubrik *Erhaltungszustand* lediglich der Fragmentierungsgrad der Gefässe erfasst und auf Altklebung hingewiesen. Zudem wird zwischen vollständig und nahezu vollständig (zu mindestens drei Vierteln) erhaltenen Gefässen sowie Gefässhälften und Fragmenten unterschieden. Falls Gefässe durch sekundäre Eingriffe auf den Laborbedarf zugeschnitten wurden, bezieht sich die Beschreibung des Erhaltungszustandes auf das nachträglich bearbeitete Gefäss und nicht auf seine ursprüngliche Grundform.

Gebrauchsspuren werden im Katalog nur deskriptiv aufgeführt. Unter *Gebrauchsspuren* verstehen wir Inhaltsreste und Rückstände, welche auf die Verwendung im Labor zurückzuführen sind. Es konnte allerdings nicht immer zuverlässig zwischen unmittelbaren Gebrauchsspuren und Ablagerungsrückständen unterschieden werden. Von 55 Inhaltsresten und Rückständen wurden Proben entnommen und mittels energiedispersiver Röntgenfluoreszenzspektrometrie (ED-XFA) analysiert. Die Darstellung der Resultate und die Interpretation der Analysen erfolgt in separaten Tabellen (Tab. 1–6, s. Anhang), auf die im Katalog unter der Rubrik *chemische Analysen* hingewiesen wird. Bei den Interpretationen ist zu berücksichtigen, dass Erze meistens eine Fülle von Begleitelementen enthalten.

Die Keramik aus dem Ringelhof ist durchwegs *hart* gebrannt. Dabei bedeutet *hart*, dass der Scherben mit einem Messer ritzbar ist, was etwa der Mohs-Härte 3–4 entspricht. Die Magerung des Tones wird mit *fein* (Korngrösse < 0.2mm) und *mittel* (Korngrösse < 0.7mm) angegeben.

Das Fundmaterial wurde von Amaya Eglin nach Vorgaben der Verfasserin gezeichnet. Alle Objekte sind im Massstab 1:2 abgebildet.

#### Verwendete Abkürzungen:

BS	Bodenstück
Dm	Durchmesser
H	Höhe
Kap.	Kapitel
KorrProd.	Korrosionsprodukt
RS	Randstück
Tab.	Tabelle
WS	Wandstück

#### Verwendete Signaturen (Zeichnungen):

—————	erhalten
— — —	ergänzt

## Katalog

1

*Inventarnummer:* 1939.992.

*Beschreibung:* Glasiertes Destilliergefäß mit spitzrundem Boden, Rinnenrand und Schnauze. Rand innen und aussen sorgfältig abgetrennt, Boden mit Hitzerissen. Harte graue Keramik, feinkörnige Magerung. Sammelrinne und Gefässinnenseite gelbgrün glasiert, Glasur in der unteren Gefäßhälfte zerstört, Glasurspritzer auf der Aussenseite. Gefäßaussenseite z. T. geschwärzt.

*Erhaltungszustand:* Vollständig erhalten.

*Gebrauchsspuren:* Bodeninnenseite mit schwarz-glänzendem Belag und Kupferkorrosionsprodukten.

*Chemische Analyse:* Vgl. Tab. 1.

2

*Inventarnummer:* 1939.993.

*Beschreibung:* Glasiertes Destilliergefäß mit Rinnenrand und drei Schnauzen. Schnauzen abgeschlagen, Gefäßunterteil abgeschlagen oder durch Temperaturwechsel abgesprungen, äusserer Randabsatz, z. T. alt ausgebrochen. Harte ziegelrote Keramik, feinkörnige Magerung. Sammelrinne und Gefässinnenseite gelbbraun glasiert, Glasur im unteren Gefäßbereich zerstört. Glasurspritzer in der Bruchfläche einer Schnauze und im äusseren Randbereich. Gefässinnenseite zum Bodenansatz hin stark geschwärzt, schwarze Verfärbungen auch auf den Bruchkanten.

*Erhaltungszustand:* Nahezu vollständig erhalten, in vier Teile zerbrochen, 1939 zusammengeklebt.

*Gebrauchsspuren:* Kupferkorrosions- und Eisenkorrosionsprodukte innen, aussen und in den Bruchstellen der Schnauzen.

*Chemische Analyse:* Vgl. Tab. 1.

3

*Inventarnummer:* 1939.994.

*Beschreibung:* Fragment eines glasierten Destilliergefäßes mit abgerundetem Boden, Rinnenrand und Schnauze. Harte graue, im Kern ziegelrote Keramik, feinkörnige Magerung. Sammelrinne und Gefässinnenseite gelbbraun glasiert. Gefäßaussenseite ursprünglich flächig glasiert, Glasur jedoch korrodiert und abgeplatzt. Glasurspritzer auf den Bruchkanten.

*Erhaltungszustand:* Fragment.

*Gebrauchsspuren:* keine.

*Chemische Analyse:* keine.

4

*Inventarnummer:* 1939.986.

*Beschreibung:* Glasierte Schale mit Steilrand und markantem Schulterabsatz, wohl Destillierschale. Harte Keramik, aussen ziegelfarben, innen und im Bruch grau, feinkörnige Magerung. Gefässinnenseite gelbgrün glasiert, Glasur z. T. korrodiert, Glasurspritzer auf der Aussenseite.

*Erhaltungszustand:* Zur Hälfte erhalten, in acht Teile zerbrochen, 1939 z. T. zusammengeklebt.

*Gebrauchsspuren:* keine.

*Chemische Analyse:* Vgl. Tab. 1.

5

*Inventarnummer:* 1939.985.

*Beschreibung:* Hälfte einer glasierten Schale mit ausladendem, breitem Rand. Mittelteil des Bodens konzentrisch ausgebrochen. Harte ziegelrote Keramik, im Bruch z. T. grau verfärbt, mittelkörnige Magerung. Gefässinnenseite und Rand gelbgrün glasiert, Glasurspritzer auf der Aussenseite. Bodeninnenseite und Bruchkanten geschwärzt.

*Erhaltungszustand:* Zur Hälfte erhalten, in sechs Teile zerbrochen.

*Gebrauchsspuren:* Glasurähnliche dunkelbraune Spur, die sich von der Gefässmitte hin zum Randbereich verjüngt: wohl über den Rand ausgegossene Substanz.

*Chemische Analyse:* Vgl. Tab. 1.

6

*Inventarnummer:* 1939.990.

*Beschreibung:* Spitzrunder Sublimierhelm mit kleinem Loch in Scheitel, wohl zu 1939.991 gehörig. Harte Keramik, Aussenseite ziegelrot, Innenseite und Bruch grauschwarz, feinkörnige Magerung. Scheitelbereich aussen stark geschwärzt.

*Erhaltungszustand:* Nahezu vollständig erhalten, in sechs Teile zerbrochen, 1939 zusammengeklebt.

*Gebrauchsspuren:* Innenseite schwarz glänzend, punktuell Kupferkorrosionsspuren. Eisenkorrosionsprodukte auf Aussenseite, Rand und Bruchkanten. Überreste von lehmartigem Belag aussen.

*Chemische Analyse:* Vgl. Tab. 1.

7

*Inventarnummer:* 1939.991.

*Beschreibung:* Sublimier- oder Fixiergefäß mit spitzrundem Boden und Rinnenrand, wohl zu Sublimierhelm 1939.990 gehörig. Randabsatz aussen z. T. alt ausgebrochen, Gefäßunterteil mit Rissen, wohl durch Hitzeeinwirkung entstanden. Harte ziegelrote Keramik, feinkörnige Magerung. Aussenseite und Rand z. T. geschwärzt.

*Erhaltungszustand:* Vollständig erhalten, in drei Teile zerbrochen, 1939 zusammengeklebt.

*Gebrauchsspuren:* Bodeninnenseite bedeckt mit Kupferkorrosionsprodukten.

*Chemische Analyse:* Vgl. Tab. 1.

8

*Inventarnummer:* 1939.997.

*Beschreibung:* Keramikcupelle mit abgetrenntem Rand und abgeschlagenem Unterteil. Bodenbereich aufgefüllt mit einer rötlich gefärbten Masse (Flickstelle). Harter ziegelroter Ton, feinkörnige Magerung.

*Erhaltungszustand:* Vollständig erhalten.

*Gebrauchsspuren:* Gefässinnenseite mit grauschwarzem, blasig abgeplattem Belag, in der Mulde weisslicher Belag. Aussenseite mit Überresten von lehmartiger Beschichtung.  
*Chemische Analyse:* Vgl. Tab. 2.

9

*Inventarnummer:* 1939.998.  
*Beschreibung:* Keramikcupelle mit abgerundetem, verdicktem Boden. Harter ziegelroter Ton, Innenseite geschwärzt, feinkörnige Magerung.  
*Erhaltungszustand:* Vollständig erhalten.  
*Gebrauchsspuren:* Innenseite mit Überresten von weisslichem Belag, glasurähnliche Flecken auf dem Rand. Aussenseite mit Spuren von lehmartiger Beschichtung.  
*Chemische Analyse:* Vgl. Tab. 2.

10

*Inventarnummer:* 1939.995.  
*Beschreibung:* RS einer Schüssel mit Ausguss. Verdickter, leicht nach innen abgestrichener Rand. Harter ziegelroter Ton, feinkörnige Magerung. Randbereich innen und Bruchkanten stark geschwärzt.  
*Erhaltungszustand:* RS, in zwei Teile zerbrochen.  
*Gebrauchsspuren:* Weissliche Verfärbungen auf der Innenseite. Aussenseite mit Überresten von dünner, lehmähnlicher Beschichtung.  
*Chemische Analyse:* Vgl. Tab. 2.

11

*Inventarnummer:* 1939.996.  
*Beschreibung:* Fragment eines Tiegels mit mindestens einem Ausguss. Oberfläche mit feinen Rissen, wohl durch Hitzewirkung entstanden. Graphitton. Graphit aussen verbrannt, Aussenseite ziegelrot. Innenseite und Bruchkanten metallisch-grau glänzend.  
*Erhaltungszustand:* Fragment.  
*Gebrauchsspuren:* Überreste von lehmähnlichem Belag auf der Aussenseite. Eisenkorrosionsspur auf der Bruchkante.  
*Chemische Analyse:* Vgl. Tab. 2.

12

*Inventarnummer:* 1939.966.  
*Beschreibung:* Talglämpchen oder Probierscherben, leicht deformiert. Verdickter, nach aussen abgestrichener Rand, rauhe unebene Bodenunterseite. Harter grauer Ton, feinkörnige Magerung. Wandung durch Hitzewirkung z. T. geborsten, Oberfläche aussen stark gerötet und teilweise abgeplatzt.  
*Erhaltungszustand:* Vollständig erhalten, in drei Teile zerbrochen, 1939 zusammengeklebt.  
*Gebrauchsspuren:* Gefässinnenseite mit Agglomerat von Kupferkorrosionsprodukten, z. T. vermischt mit schwarzen Substanzresten, karmesinrote Verfärbung an der Gefässwand: wohl Kupferoxidationsprodukt. Schwarzer Substanzrest ist durch Hitzeriss auf die Gefässaussenseite gedrungen, gleicher

Überzug auch an einer Stelle auf dem Rand: wohl abgegossene Schmelze.

*Chemische Analyse:* Vgl. Tab. 3.

13

*Inventarnummer:* 1939.969.  
*Beschreibung:* Talglämpchen oder Probierscherben. Verdickter, horizontal abgestrichener Rand, rauhe unebene Bodenunterseite. Harte graue Keramik, feinkörnige Magerung.  
*Erhaltungszustand:* Zur Hälfte erhalten.  
*Gebrauchsspuren:* Innenseite geschwärzt. Aussenseite partiell grau-glänzend.  
*Chemische Analyse:* keine.

14

*Inventarnummer:* 1939.967.  
*Beschreibung:* Talglämpchen oder Probierscherben. Verdickter, nach aussen abgestrichener Rand, rauhe unebene Bodenunterseite. Gefäss mit feinen Rissen, wohl durch Hitzewirkung entstanden. Ausbruchstelle am Rand, wohl von einer Zange. Harte graue Keramik, Bruch ziegelrot, feinkörnige Magerung.  
*Erhaltungszustand:* Nahezu vollständig erhalten, in vier Teile zerbrochen, 1939 zusammengeklebt.  
*Gebrauchsspuren:* Kupferkorrosionsprodukte vermischt mit faserigen organischen Überresten innen und auf der Bruchkante. Innenseite karmesinrot verfärbt: wohl Kupferoxidationsprodukt. Überreste von lehmartigem Überzug auf der Aussenseite. Eisenkorrosionsprodukte aussen und im Randbereich innen.  
*Chemische Analyse:* Vgl. Tab. 3.

15

*Inventarnummer:* 1939.970.  
*Beschreibung:* RS Talglämpchen oder Probierscherben. Verdickter, nach aussen abgestrichener Rand. Harte graue Keramik, feinkörnige Magerung.  
*Erhaltungszustand:* RS  
*Gebrauchsspuren:* Innenseite mit graubeigem, porösem Belag. Gelbgrüne, glasurähnliche Flecken auf dem Rand.  
*Chemische Analyse:* Vgl. Tab. 3.

16

*Inventarnummer:* 1939.968.  
*Beschreibung:* Talglämpchen oder Probierscherben. Verdickter, nach aussen abgestrichener Rand, rauhe unebene Bodenunterseite. Harte graue Keramik, feinkörnige Magerung. Oberfläche und Bruchkanten stark gerötet und geschwärzt.  
*Erhaltungszustand:* Nahezu vollständig erhalten, in vier Teile zerbrochen, 1939 zusammengeklebt.  
*Gebrauchsspuren:* Innenseite mit graubeigem, porösem Belag. Aussenseite stark verunreinigt durch Kupferkorrosionsprodukte.  
*Chemische Analyse:* Vgl. Tab. 3.

17

*Inventarnummer:* 1939.975.

*Beschreibung:* Dreibeinpfännchen, als Schmelzgefäß verwendet. Verdickter, horizontal abgestrichener Rand, randständiger Bandhenkel. Beine sorgfältig abgeschlagen, Mittelteil des Bodens alt ausgebrochen. Ausbruchsstelle am Rand, vielleicht von einer Zange. Harte graue Keramik, mittelkörnige Magerung. Ganzer oberer Gefässteil und Rand stark geschwärzt, Gefäß vermutlich durch Hitzeinwirkung geborsten.

*Erhaltungszustand:* Nahezu vollständig erhalten, in sechs Teile zerbrochen, 1939 zusammengeklebt.

*Gebrauchsspuren:* Innenseite mit Kupferkorrosionsprodukten, wenig Rückstände auch auf Rand, Aussenseite und Bruchkanten. Bodeninnenseite mit Überresten von gelbgrünem Belag. Schwarz glänzende Verfärbungen auf der Aussenseite.

*Chemische Analyse:* Vgl. Tab. 4.

18

*Inventarnummer:* 1939.976.

*Beschreibung:* Dreibeinpfännchen als Schmelzgefäß verwendet. Verdickter, horizontal abgestrichener Rand. Henkel und Henkelansatzstelle sowie Beine abgeschlagen. Harte graue Keramik, feinkörnige Magerung. Aussenseite ziegelrot verfärbt, Innenseite stark geschwärzt.

*Erhaltungszustand:* Vollständig erhalten, in fünf Teile zerbrochen, 1939 zusammengeklebt.

*Gebrauchsspuren:* Spuren von Kupferkorrosionsprodukten innen, aussen und auf den Bruchkanten. Karmesinrote Verfärbung auf dem Rand: wohl Kupferoxidationsprodukt. Überreste von gelbgrünem Belag innen. Überreste von lehmartigem Überzug aussen.

*Chemische Analyse:* Vgl. Tab. 4.

19

*Inventarnummer:* 1939.978.

*Beschreibung:* Glasiertes Dreibeinpfännchen, stark deformiert, als Schmelzgefäß verwendet. Verdickter, horizontal abgestrichener Rand, randständiger Bandhenkel. Beine sorgfältig abgeschlagen. Harte graue Keramik, mittelkörnige Magerung. Innen- und Aussenseite sowie Bruchkanten geschwärzt. Ganzes Gefäß mit gelbbrauner Glasur, auch über Bruchstellen der Beine. Überzug durch Hitzeeinwirkung z. T. blasig und abgeplatzt, auf der Aussenseite nur unregelmässig aufgetragen.

*Erhaltungszustand:* Nahezu vollständig erhalten, in sechs Teile zerbrochen, 1939 zusammengeklebt.

*Gebrauchsspuren:* Innenseite mit schwarzen Krusten. Wenig Spuren von Kupferkorrosion auf Innen- und Aussenseite. Karmesinrote Verfärbung aussen und auf dem Rand: wohl Kupferoxidationsprodukt.

*Chemische Analyse:* Vgl. Tab. 4.

20

*Inventarnummer:* 1939.977.

*Beschreibung:* Glasiertes Dreibeinpfännchen, stark deformiert, als Schmelzgefäß verwendet. Verdickter, horizontal abgestrichener Rand, randständiger Bandhenkel. Beine sorgfältig

abgeschlagen. Feine Risse auf der Gefäßoberfläche, wohl durch Hitzeinwirkung entstanden. Harte graue Keramik, feinkörnige Magerung. Gefäß innen und aussen mit gelbbrauner Glasur, sogar auch auf den Bruchstellen der Beine. Überzug durch Hitzeinwirkung abgeplatzt, v. a. auf Aussenseite und am Rand. Glasur auf der Aussenseite offensichtlich nur unregelmässig aufgetragen.

*Erhaltungszustand:* Vollständig erhalten, in zwei Teile zerbrochen, 1939 zusammengeklebt.

*Gebrauchsspuren:* Überreste von weisslich-grünem Belag innen und punktuell auch auf der Aussenseite. Spuren von Kupferkorrosionsprodukten innen und im Randbereich aussen. Aussenseite grossflächig karmesinrot verfärbt: wohl Kupferoxidationsprodukt. Eisenkorrosionsprodukte auf Henkel, Rand und Bodenunterseite.

*Chemische Analyse:* Vgl. Tab. 4.

21

*Inventarnummer:* 1939.979.

*Beschreibung:* Dreibeinpfännchen, leicht deformiert, als Schmelzgefäß verwendet. Verdickter, horizontal abgestrichener Rand, randständiger Bandhenkel. Beine abgeschlagen und Bruchstellen sorgfältig überarbeitet, Mittelteil des Bodens alt ausgebrochen. Harte graue Keramik, feinkörnige Magerung.

*Erhaltungszustand:* Vollständig erhalten, in fünf Teile zerbrochen, 1939 zusammengeklebt.

*Gebrauchsspuren:* Bodeninnenseite mit graubeigem Belag. Schwarze Verfärbungen im oberen Gefässbereich und auf dem Rand. Henkel mit Eisenkorrosionsprodukten.

*Chemische Analyse:* Vgl. Tab. 4.

22

*Inventarnummer:* 1939.980.

*Beschreibung:* Dreibeinpfännchen, als Schmelzgefäß verwendet. Horizontal abgestrichener Rand. Henkel und Beine sorgfältig abgeschlagen, Mittelteil des Bodens alt ausgebrochen. Harte graue Keramik, feinkörnige Magerung.

*Erhaltungszustand:* Nahezu vollständig erhalten, in fünf Teile zerbrochen, 1939 zusammengeklebt.

*Gebrauchsspuren:* Kupfer- und Eisenkorrosionsprodukte auf dem Rand, im Spurenbereich auch auf Bruchkanten und Aussenseite. Schwarze Verfärbungen auf der Aussenseite.

*Chemische Analyse:* Vgl. Tab. 4.

23

*Inventarnummer:* 1939.982.

*Beschreibung:* Dreibeinpfännchen oder Schälchen, als Schmelzgefäß verwendet. Verdickter, horizontal abgestrichener Rand. Henkel sorgfältig abgetrennt, Boden konzentrisch ausgebrochen. Harte graue Keramik, feinkörnige Magerung.

*Erhaltungszustand:* Zur Hälfte erhalten, in drei Teile zerbrochen, 1939 zusammengeklebt.

*Gebrauchsspuren:* Innen- und Aussenseite stark geschwärzt. Kupferkorrosionsprodukte innen und auf den Bruchkanten.

*Chemische Analyse:* Vgl. Tab. 4.

24

*Inventarnummer:* 1939.983.

*Beschreibung:* BS vermutlich von einem Dreibeinpfännchen oder einem Schälchen, als Schmelzgefäss verwendet. Scherben konzentrisch ausgebrochen, Mittelteil des Bodens ausgebrochen. Harte graue Keramik, feinkörnige Magerung. Innenseite schwarz verfärbt, Aussenseite stark gerötet und Oberfläche z. T. abgeplatzt.

*Erhaltungszustand:* BS, in vier Teile zerbrochen, 1939 z. T. zusammengeklebt.

*Gebrauchsspuren:* Aussenseite mit Überresten von lehmartigem Überzug z. T. vermischt mit Kupferkorrosionsprodukten. Auf den Bruchkanten Spuren von Kupferkorrosionsprodukten und Flecken von weisslichem Belag.

*Chemische Analyse:* Vgl. Tab. 4.

25

*Inventarnummer:* 1939.974.

*Beschreibung:* Obere Hälfte eines Topfes mit Leistenrand und Schulterrillen. Gefäss auf Schulterhöhe konzentrisch ausgebrochen. Harte graue Keramik, auf der Aussenseite und im Bruch ziegelrot, mittelkörnige Magerung.

*Erhaltungszustand:* Obere Topfhälfte vollständig erhalten.

*Gebrauchsspuren:* Innenseite mit grossflächigem weisslichem Belag entlang Schulterwölbung sowie punktuell auch auf den Bruchkanten.

*Chemische Analyse:* Vgl. Tab. 5.

26

*Inventarnummer:* 1939.984.

*Beschreibung:* Fragment eines Töpfchens mit Wackelboden und Schulterrillen. Fragment alt ausgebrochen und als Probierscherben verwendet. Harte graue Keramik, feinkörnige Magerung.

*Erhaltungszustand:* Fragment.

*Gebrauchsspuren:* Auf der Innenseite konzentrisch verlaufende Spur von Kupferkorrosionsprodukten, im Zentrum grosses Agglomerat von Kupferkorrosionsprodukten.

*Chemische Analyse:* Vgl. Tab. 5.

27

*Inventarnummer:* 1939.987.

*Beschreibung:* Napfkachel als Schmelzgefäss verwendet. Verdickter, horizontal abgestrichener Rand, geriefelte Wandung. Auf der Randaussenseite zwei gegenüberliegende Einkerbungen zum Fassen mit einer Zange. Boden konzentrisch ausgebrochen. Harte graue Keramik, mittelkörnige Magerung. Innenseite im Boden- und Randbereich stark geschwärzt.

*Erhaltungszustand:* Nahezu vollständig erhalten, in neun Teile zerbrochen, 1939 zusammengeklebt.

*Gebrauchsspuren:* Kupferkorrosionsprodukte innen, aussen und auf dem Rand. Innenseite mit Überresten von gelblichem Belag. Eisenkorrosionsprodukte auf Aussenseite und Rand. Überreste von lehmartigem Überzug aussen.

*Chemische Analyse:* Vgl. Tab. 5.

28

*Inventarnummer:* 1939.981.

*Beschreibung:* Doppelhenkelschüssel mit Leistenrand und Kehlung unterhalb vom Rand. Mittelteil des Bodens alt ausgebrochen. Harte Keramik, wechselnd grau und ziegelrot verfärbt, mittelkörnige Magerung.

*Erhaltungszustand:* Mehr als zur Hälfte erhalten, in 16 Teile zerbrochen, 1939 z. T. zusammengeklebt.

*Gebrauchsspuren:* Spuren von weisslichem Belag innen und aussen.

*Chemische Analyse:* keine.

29

*Inventarnummer:* 1939.971.

*Beschreibung:* RS Dreibeintopf. Verdickter, horizontal abgestrichener Trichterrand, abgewinkelter Wulsthenkel, markante Riefen auf Hals und Schulter. Scherben alt ausgebrochen. Harte graue Keramik, mittelkörnige Magerung.

*Erhaltungszustand:* RS

*Gebrauchsspuren:* Eisenkorrosionsprodukte auf Innen- und Aussenseite sowie Bruchkanten. Überreste von lehmartigem Überzug auf der Aussenseite.

*Chemische Analyse:* Vgl. Tab. 5.

30

*Inventarnummer:* 1939.972.

*Beschreibung:* RS Dreibeintopf. Verdickter, horizontal abgestrichener Trichterrand, abgewinkelter Wulsthenkel, markante Riefen auf dem Hals. Scherben alt ausgebrochen. Harte graue Keramik, mittelkörnige Magerung.

*Erhaltungszustand:* RS

*Gebrauchsspuren:* Auf Schulterhöhe kreisförmige Brandspur: im Zentrum mit Eisenkorrosionsprodukten, in der Peripherie Kupferkorrosionsspuren. Die Brandspur durchdringt den Scherben und ist auf der Innen- und Aussenseite sichtbar. Scherben im Bereich der Brandspur geborsten. Weiss-beige Verfärbung auf der Innenseite.

*Chemische Analyse:* Vgl. Tab. 5.

31

*Inventarnummer:* 1939.973.

*Beschreibung:* RS Dreibeintopf. Verdickter, horizontal abgestrichener Trichterrand, abgewinkelter Wulsthenkel. Scherben alt ausgebrochen. Harte graue Keramik, feinkörnige Magerung. Henkel, Rand und Randaussenseite stark geschwärzt.

*Erhaltungszustand:* RS

*Gebrauchsspuren:* Eisenkorrosionsprodukt von Aussenseite auf Bruchkante übergreifend. Randbereich innen mit Überresten von lehmartigem Überzug.

*Chemische Analyse:* keine.

32

*Inventarnummer:* 1939.988.

*Beschreibung:* Fragment eines Flachdeckels mit gewölbtem Zentrum. Auf der Sichtseite konzentrisch angeordnete Stem-

peleindrücke mit Gittermuster. Harte graue, im Bruch ziegelrote Keramik, feinkörnige Magerung. Innenseite und Randbereich aussen stark geschwärzt.

*Erhaltungszustand:* Fragment.

*Gebrauchsspuren:* keine.

*Chemische Analyse:* keine.

33

*Inventarnummer:* 1939.989.

*Beschreibung:* Kannenbügel mit ovalem Querschnitt. Hackspuren oberhalb der Bruchstellen und auf der Bügeloberseite. Harte graue, im Kern ziegelrote Keramik, feinkörnige Magerung.

*Erhaltungszustand:* Vollständig erhalten, in zwei Teile zerbrochen.

*Chemische Analyse:* keine.

34

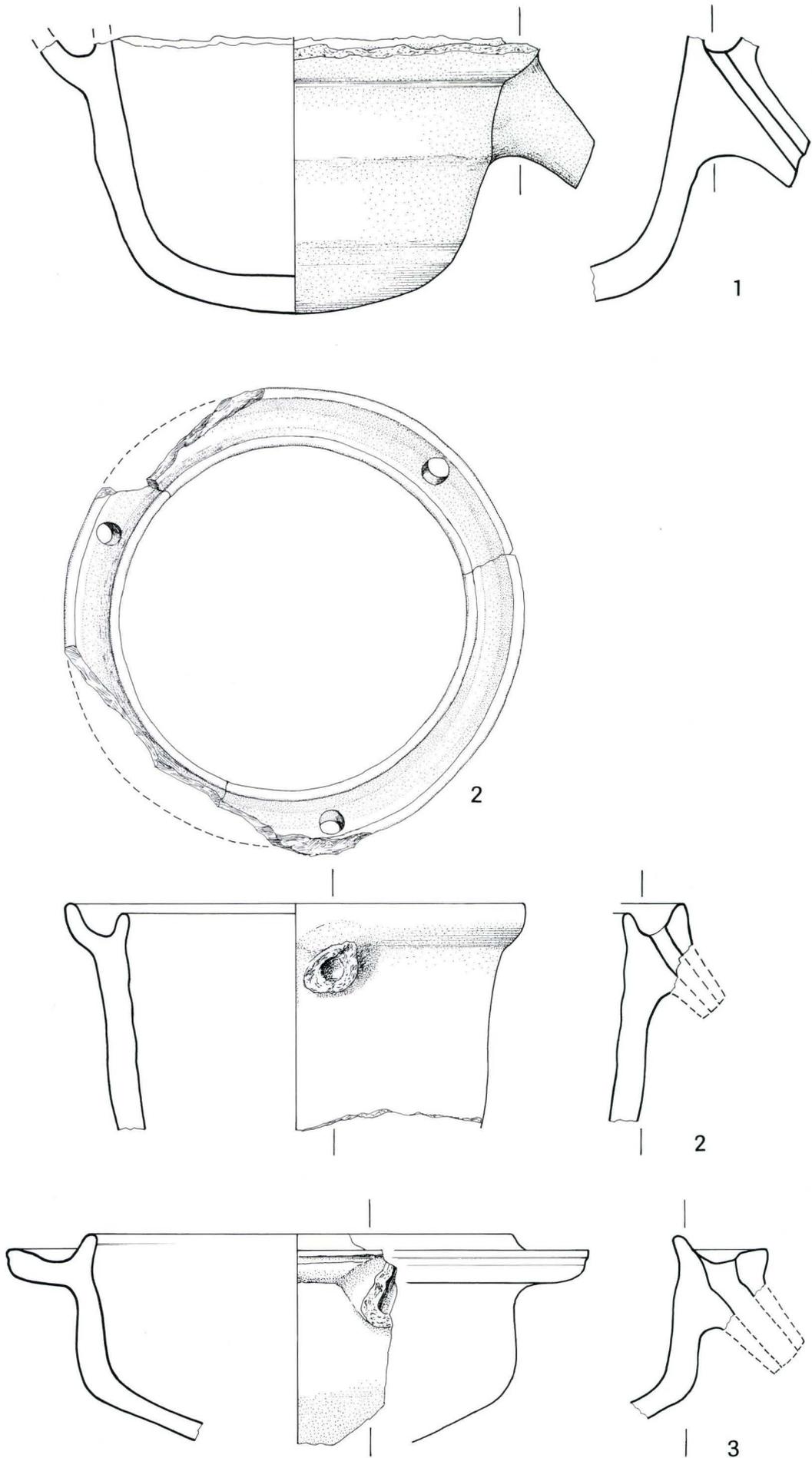
*Inventarnummer:* 1939.999.a.–i.

*Beschreibung:* 8–9 Teile von Giessformen für Metallscheiben von 2–3,6 cm Durchmesser und 0,7–2 cm Dicke, z. T. aufeinanderpassend (1939.a.b. – 1939.c.f. – 1939.d.e.). Rondenränder entweder glatt oder gekerbt. Kalkschiefer mit Verbindungzapfen aus Blei.

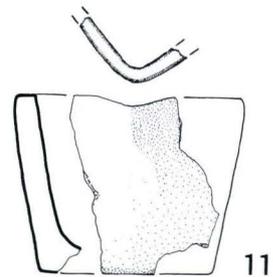
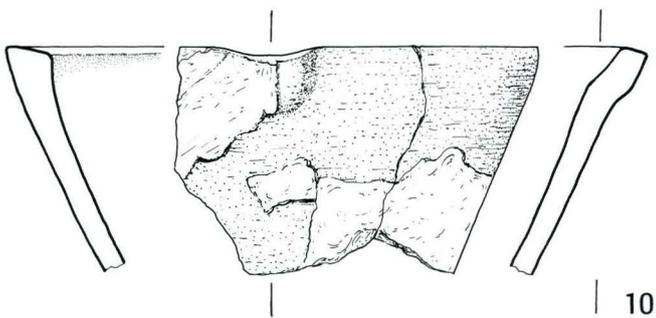
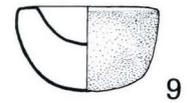
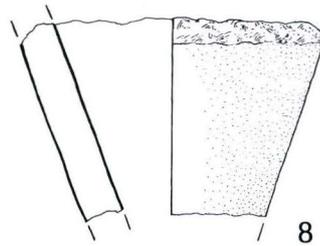
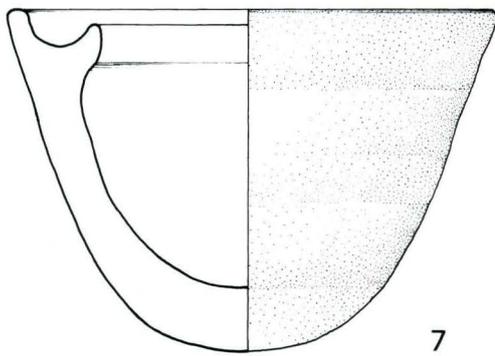
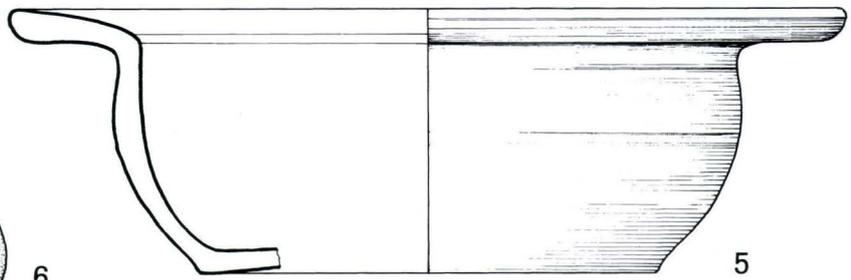
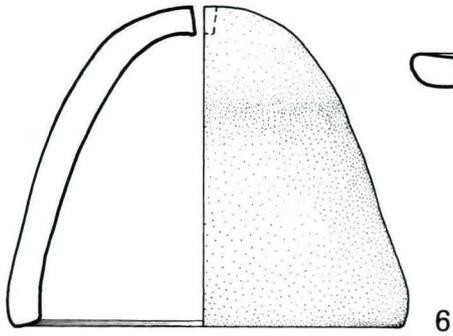
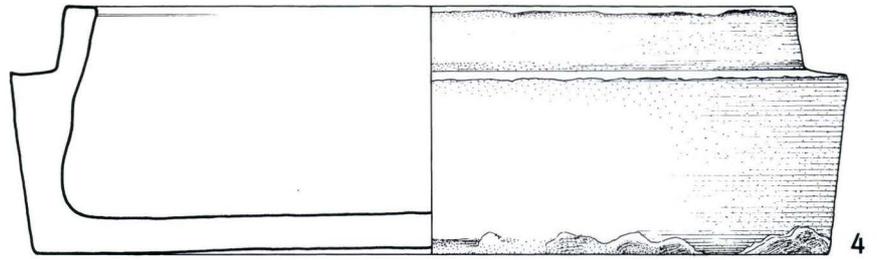
*Erhaltungszustand:* 1939.999.a. vollständig erhalten, 1939.999.b.c. nahezu vollständig erhalten: alle in zwei Teile zerbrochen und zusammengeklebt. 1939.999.d.–i. sind nur als Fragmente erhalten, e. und i. gehören vermutlich zusammen.

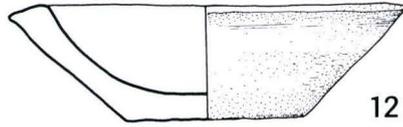
*Gebrauchsspuren:* Kupferkorrosionsprodukte auf Aussen- und Innenseite sowie Bruchkanten von 1939.999.d.e.

*Chemische Analyse:* Vgl. Tab. 2.

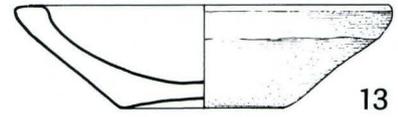


Tafel 1

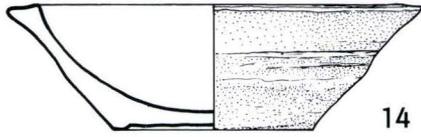




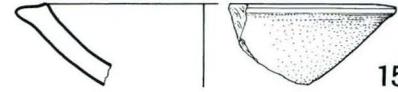
12



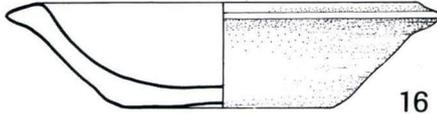
13



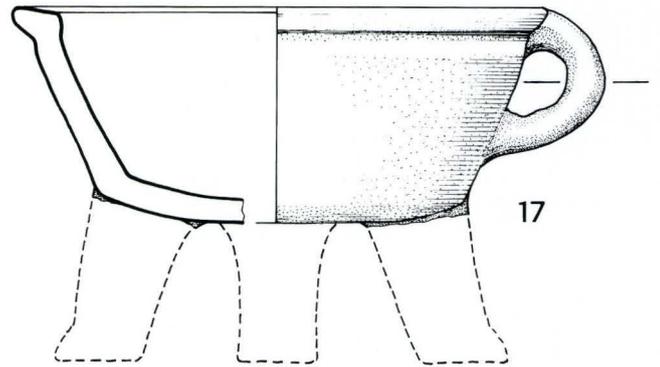
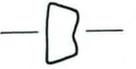
14



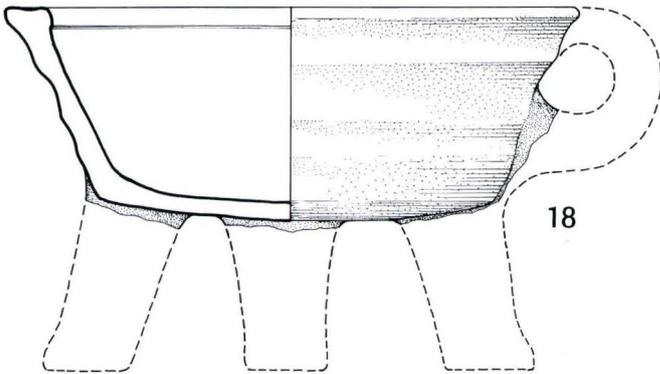
15



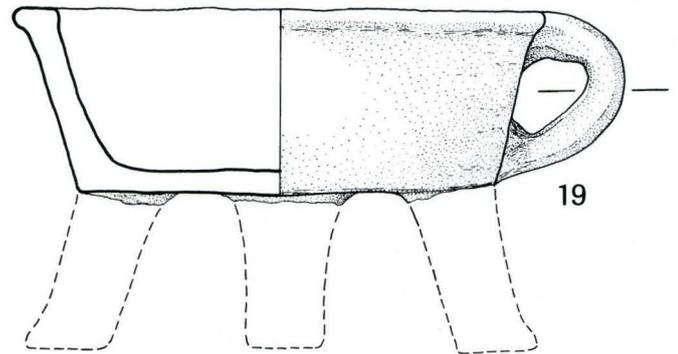
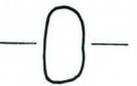
16



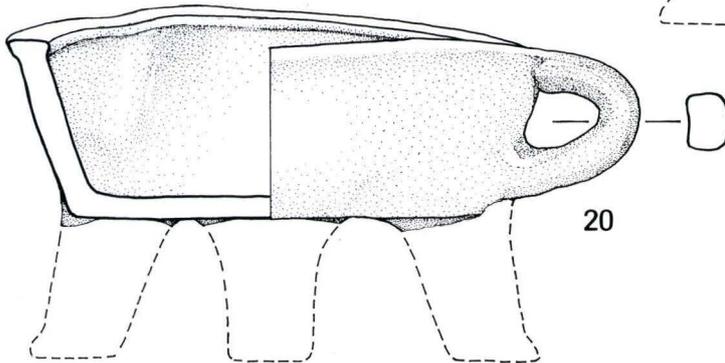
17



18

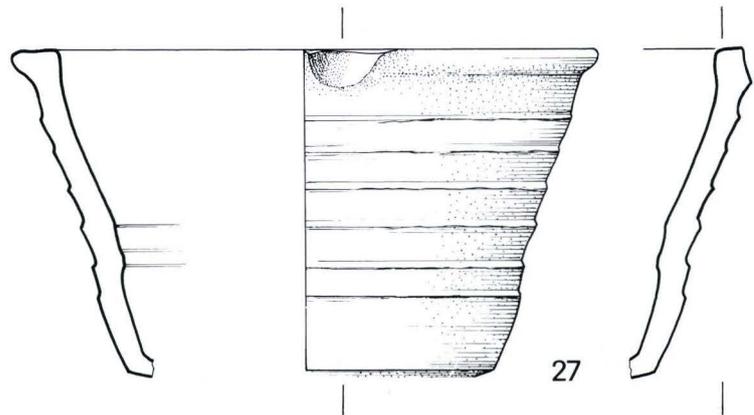
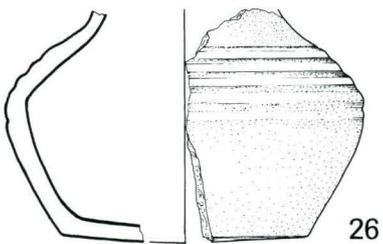
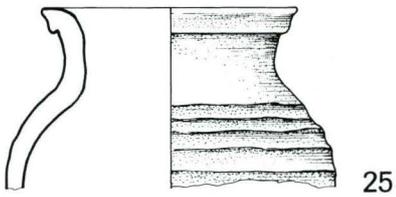
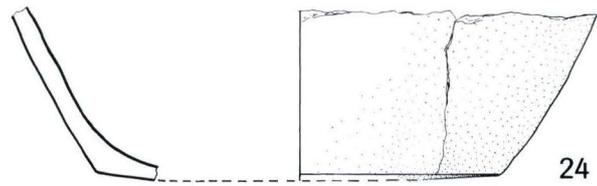
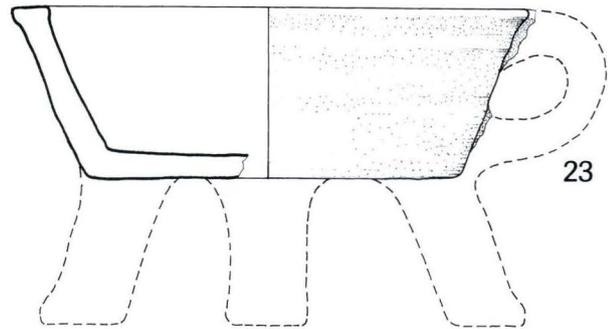
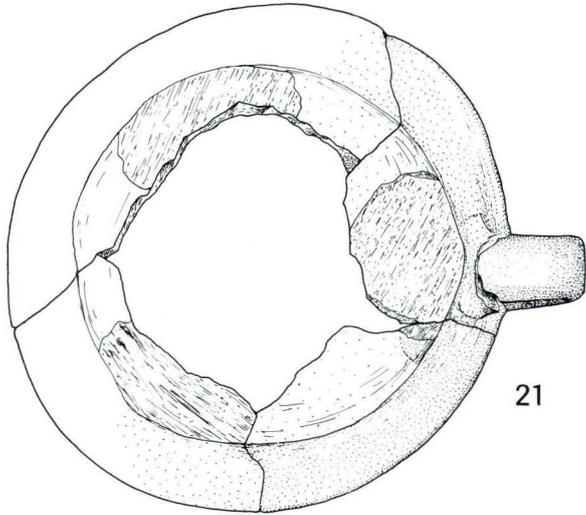
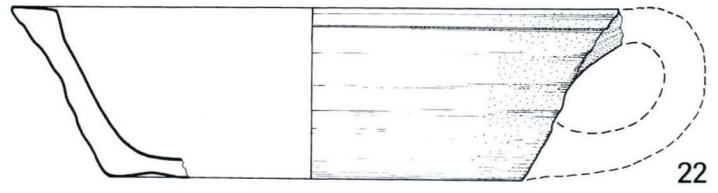
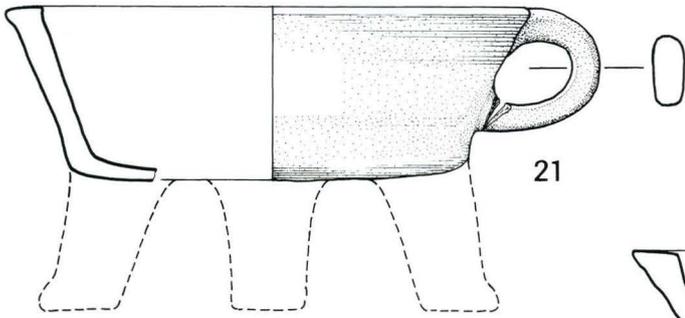


19

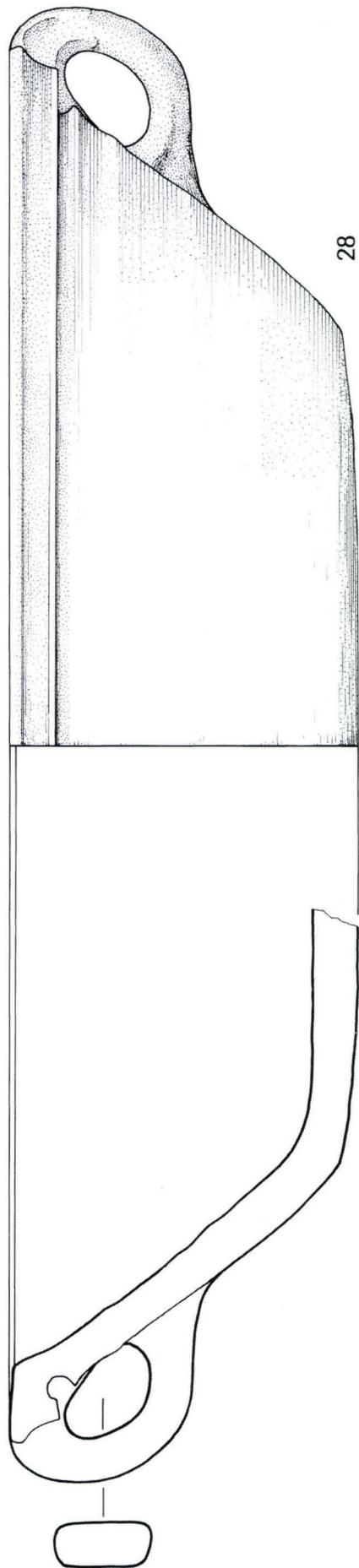


20

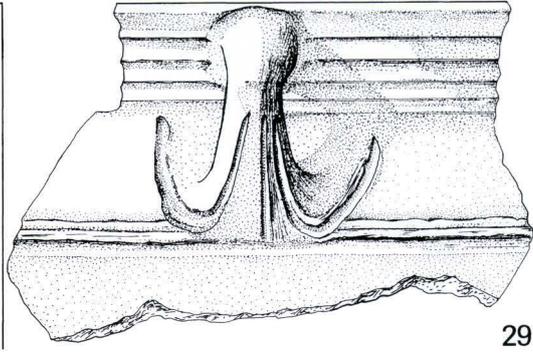
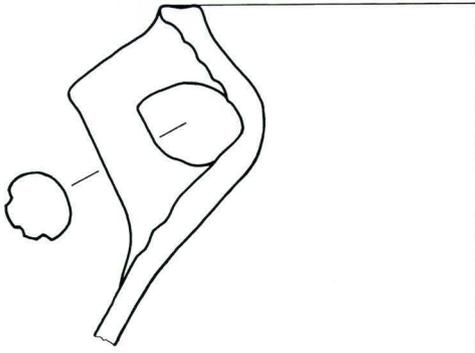
Tafel 3



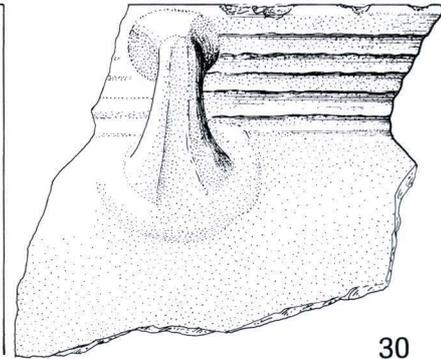
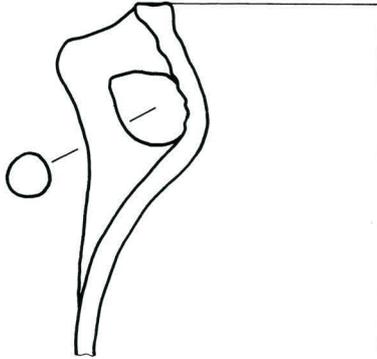
Tafel 4



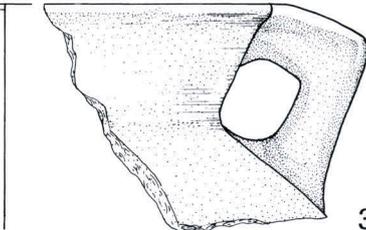
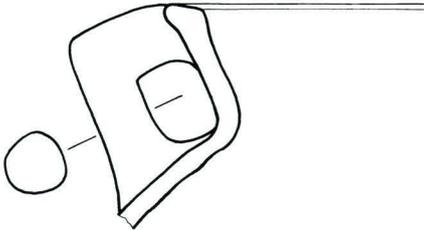
Tafel 5



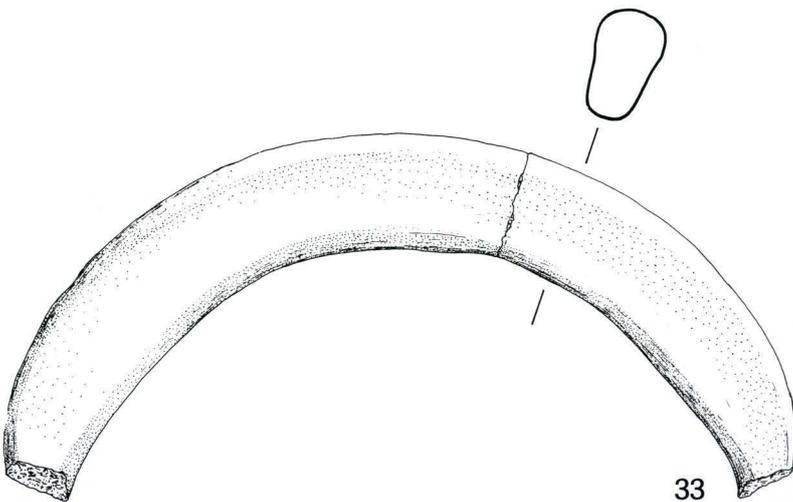
29



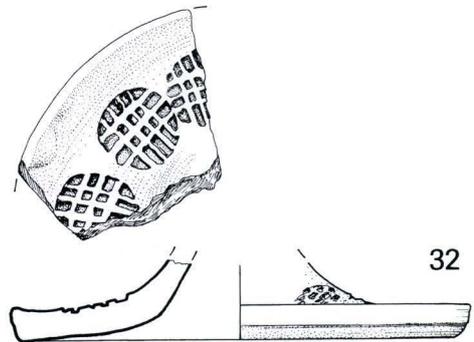
30



31

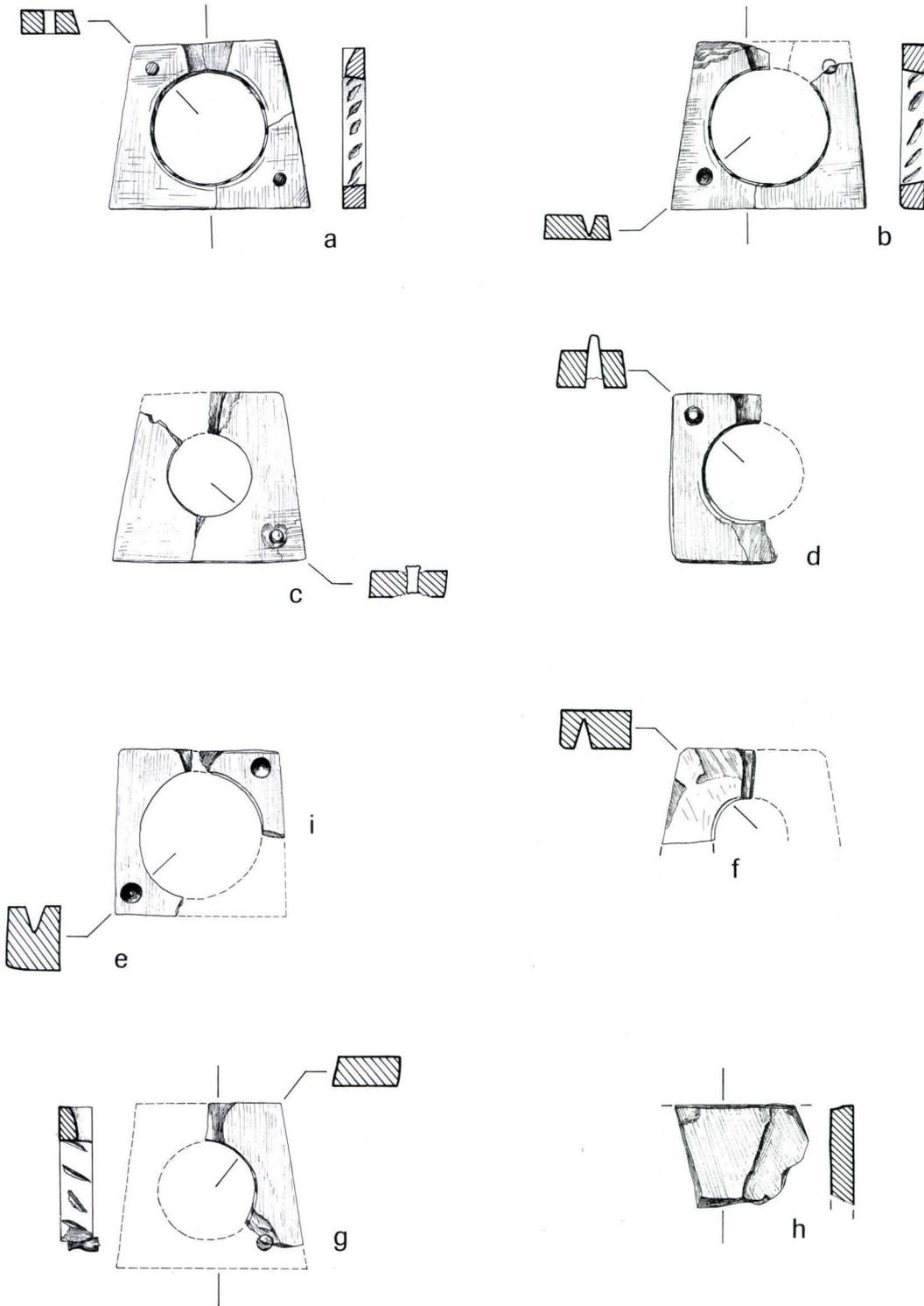


33



32

Tafel 6



Tafel 7



Anhang

Inv.-Nr. 1939.	Masse ausser (cm)	Innenseite: Zustand, Substanzen	Aussenseite: Zustand, Substanzen	Rand R bzw. Bruchkante BK: Zustand, Substanzen	Sonstige Beobachtungen	Interpretation In Betracht kommende Prozesse
<b>985</b>	Dm 22 H 7	<b>Probe A:</b> gelbgrüne Glasur: <u>Pb</u> , Fe, (Cu), (As)  <b>Probe B:</b> dunkelbrauner erstarrter Rest einer ausge- gossenen Schmelze: <u>Pb</u> , Fe, (Hg), (Cu), (As)		BK, geschwärzt R, erstarrter Rest einer ausgegossenen Schmelze, dunkelbraun	-Bodenmittelteil alt ausgebrochen	-Glasurmasse hergestellt? -Badschale?
<b>986</b>	Dm 19.3 H 6.5	<b>Probe A:</b> Glasur, z.T. korrodiert: <u>Pb</u> , Fe, Sn, (As)	ziegelfarben			-Destillierschale oder Schale für Hohldeckel?
<b>990</b>	Dm 10.4 H 8.5	<b>Probe A:</b> schwarz glänzend: <u>Pb</u> , (As), (Cu), (Fe), (Hg),  <b>Probe B:</b> Kupfer-KorrProd.: <u>Cu</u> , As, Hg, Pb, Zn, P, (Fe)  Eisen-KorrProd.	ziegelrot  im Scheitelbereich stark geschwärzt	<b>Probe C:</b> R und BK, Eisen- KorrProd.: <u>Fe</u> , Pb, P, (Cu), (As), (Hg),		-gemäss Form, Durch- messer und Analyse mit 991 zusammen verwendet -Bearbeitung von Kupfer- und Zink-Erzen -Bleiarbeit -Amalgamation
<b>991</b>	Dm 12.8 H 9.1	<b>Probe A:</b> Kupfer-KorrProd.: <u>Cu</u> , As, Fe, P, (Hg), (Pb), (Sn), (Zn)	z.T. geschwärzt	R, z.T. geschwärzt	-Rinnenrand ausser z.T. alt ausgebrochen -Risse durch Hitzeinwirkung	-gemäss Form, Durch- messer und Analyse mit 990 zusammen verwendet
<b>992</b>	Dm 17.2 H 10	<b>Probe B:</b> am Boden Kupfer- KorrProd.: <u>Cu</u> , Hg, Pb, (As), (Ag?), (Fe), (Zn)  <b>Probe C:</b> schwarzer Belag: <u>Pb</u> , Fe, Hg, (Cu), (As)	z.T. geschwärzt		-Rinnenränder alt ausgebrochen  -Boden mit Hitzerrissen	-Bearbeitung von Kupfer- und Zink-Erzen -Bleiarbeit -Amalgamation
<b>993</b>	Dm 15.8	<b>Probe A:</b> Kupfer-KorrProd.: <u>Cu</u> , As, Fe, Pb, Zn, P, (Sn), (Hg)  <b>Probe B:</b> Eisen-KorrProd.: <u>Fe</u> , <u>Pb</u> , Cu, P, (As), (Hg), (Zn)  zum Bodenansatz hin stark geschwärzt	Eisen-KorrProd.  Kupfer-KorrProd.  teilweise geschwärzt	BK, schwarze Verfärbungen  BK der Schnauzen: Kupfer-KorrProd. und Eisen-KorrProd.	-Schnauzen abge- schlagen -Gefässunterteil abge- schlagen oder durch Temperaturwechsel abgesprungen -Rand ausser z.T. ausgebrochen	-Bearbeitung von Kupfer- und Zink-Erzen -Bleiarbeit -Amalgamation
<b>994</b>	Dm 20	gelbbraune Glasur	Glasur abgeplatzt und korrodiert		-Schnauze abgebrochen	

Tab. 1 Glasierte Schalen (985, 986), Sublimiergefässe (990, 991), glasierte Destilliergefässe (992, 993, 994).

Inv.-Nr. 1939.	Masse ausser (cm)	Innenseite: Zustand, Substanzen	Aussenseite: Zustand, Substanzen	Rand R bzw. Bruchkante BK: Zustand, Substanzen	Sonstige Beobachtungen	Interpretation In Betracht kommende Prozesse
<b>995</b>	Dm 14	<b>Probe A:</b> weissliche Verfärbung: Fe, (Cu), (As), (Pb), (Zn)	<b>Probe B:</b> Reste von lehm- ähnlichem Überzug: Fe	R, partiell schwarz verfärbt		-Bearbeitung von Kupfer- und Zink-Erzen (Messing-Herstellung?) -Gefäss war verlehmt
<b>996</b>	Dm 6 H 4.7	<b>Probe A:</b> in Wandungsmaterial: S, Fe, (Cu), (Hg), (Pb), (Sn)	ziegelrot (Graphit verbrannt) Rest von lehm- ähnlichem Überzug	BK, wenig Eisen- KorrProd.		-Bearbeitung hoch schwefelhaltiger Eisen- Kupfer-Erze? -Bleiarbeit -Amalgamation nach vorheriger trockener Scheidung mit Schwefel -Umschmelzen eines Regulus -Gefäss war verlehmt
<b>997</b>	Dm ca. 8	<b>Probe A:</b> in Mulde weisslicher Belag: Fe, (Ag?), (Cu), (Pb)  <b>Probe B:</b> Flickstelle im Boden- bereich: Fe, (Pb), kein P!  <b>Probe C:</b> grau-schwarzer blasig abgeplatzter Belag: Pb, Fe, (Cu), (As)			-Rand abgeschlagen -Bodenbereich abge- schlagen und neu eingesetzt	-Bleiarbeit -Treibprozess -Umschmelzen eines Metall-Regulus -keine Aschenkupelle
<b>998</b>	Dm 3.7 H 2.8	geschwärzt Reste eines weisslichen Belages	Reste von lehmartigem Überzug	<b>Probe A:</b> R, glasurähnliche Flecken: Pb, Fe, (Cu), (As), kein P		-Treibarbeit -keine Aschenkupelle -glasurähnliche Flecke durch Bleisilikatbildung -Gefäss war verlehmt
<b>999 a-i</b>	Innen-Dm (lichtes Mass) 2 bis 3.6 Dicke 0.7 bis 2		Auf d und e: Kupfer-KorrProd. und Russspuren <b>Probe A:</b> Kupfer-KorrProd auf d: Cu, As, Fe, (Zn), (Hg), (Pb), (Sn)		Material: Kalkschiefer und Bleizapfen	-Guss von Messing- Ronden

**Tab. 2** Schüssel mit Ausguss (995), Graphitton-Tiegel (996), Kupellen (997, 998), Teile von Giessformen (999 a-i).

Inv.-Nr. 1939.	Masse ausser (cm)	Innenseite: Zustand, Substanzen	Aussenseite: Zustand, Substanzen	Rand R bzw. Bruchkante BK: Zustand, Substanzen	Sonstige Beobachtungen	Interpretation In Betracht kommende Prozesse
<b>966</b>	Dm 10.5 H 3	<b>Probe A:</b> Kupfer-KorrProd.: <u>Cu</u> , <u>Pb</u> , As, Sn, P, (Ag?), (Fe), (Hg)  karmesinroter Überzug an einer Stelle (wohl Kupfer(I)-oxid)  schwarze Substanzreste	<b>Probe B:</b> schwarze Substanz durch Hitzeriss gedrunen: <u>Cu</u> , <u>Pb</u> , As, Sn, (Fe), (Hg), (P), (Ag?)	<b>Probe C:</b> R, schwarze Substanz an einer Stelle: Cu, Pb, (Ag?), (As), (Fe)	-Gefäss rissig -Oberfläche aussen stark gerötet und abgeplatzt	-Bearbeitung eines silber- haltigen Kupfererzes -Bleiarbeit -Treiarbeit -Scherben durch Blei stark angegriffen -Schmelze über Rand abgegossen -starke Hitzeinwirkung
<b>967</b>	Dm 11 H 3.3	<b>Probe A:</b> Eisen-KorrProd.: <u>Fe</u> , (Cu), (As), (Pb), (Sn), (Hg) <b>Probe B:</b> Kupfer-KorrProd. mit faserigen, org. Resten vermischt: <u>Cu</u> , Hg, Zn, (As), (Fe), (Pb), (Sn)  grossflächige karmesin- rote Verfärbung (wohl Kupfer(I)-oxid)	Reste von lehmartigem Überzug Eisen-KorrProd.	R, Eisen-KorrProd. von Innenseite übergreifend	-am Rand Ausbruch- stelle, wohl von Zange  -Gefäss rissig, innen und auf BK stark gerötet	-Bearbeitung von Kupfer- und Eisen-Erzen -Bleiarbeit -Amalgamation -Gefäss war verlehmt -starke Hitzeinwirkung
<b>968</b>	Dm 11.5 H 2.8	<b>Probe B:</b> graubeiger poröser Belag: As, Cu, Fe, P, Pb, Sn, Zn, (Hg)	<b>Probe A:</b> Kupfer-KorrProd.: <u>Cu</u> , As, Fe, Pb, (Sn), (Zn), (Hg), (Mn), (P)		-Oberfläche und BK stark gerötet und geschwärzt	-Bearbeitung eines Kupfererzes -Bleiarbeit -Amalgamation -starke Hitzeinwirkung
<b>969</b>	Dm 10 H 2.7	geschwärzt	partiell grau-glänzend			
<b>970</b>	Dm 10	<b>Probe B:</b> graubeiger poröser Belag: Fe, Pb, P, (Cu), (As), (Zn)		<b>Probe A:</b> R, gelbgrüne glasur-ähnliche Flecken: Pb, Fe, (Cu), (As), (Zn)		-Bearbeitung eines zink- haltigen Erzes -korrod. Glasur innen (?) und auf Rand

**Tab. 3** Talglämpchen oder Probierscherven (966–970).

Inv.-Nr. 1939.	Masse ausser (cm)	Innenseite: Zustand, Substanzen	Aussenseite: Zustand, Substanzen	Rand R bzw. Bruchkante BK: Zustand, Substanzen	Sonstige Beobachtungen	Interpretation In Betracht kommende Prozesse
<b>975</b>	Dm 14.1 H 5.8	<b>Probe A:</b> Kupfer-KorrProd.: <u>Cu</u> , As, Fe, Zn, P, (Sn), (Hg), (Pb)  <b>Probe B:</b> Reste von gelbgrünem Belag: <u>Cu</u> , As, Fe, Zn, Pb, P, (Hg), (Sn)	schwarz-glänzende Verfärbungen	R und BK, Kupfer- KorrProd.	-Gefäss stark geschwärzt, durch Hitze geborsten  -Bodenmitteileil alt ausgebrochen	-Bearbeitung von Kupfer- und Zink-Erzen -Bleiarbeit -Amalgamation
<b>976</b>	Dm 15.1 H 5.7	<b>Probe A:</b> Kupfer-KorrSpuren: <u>Cu</u> , Fe, As, (Hg), (Pb), (Zn), (P)  <b>Probe B:</b> Reste von gelbgrünem Belag: Cu, Fe, P, (As), (Hg), (Zn)  stark geschwärzt	Kupfer-KorrProd.  Reste von lehmartigem Überzug	BK, Kupfer-KorrProd.  R, rotviolette Verfärbung: wohl Kupfer(I)-oxid	-Henkel abgeschlagen	-Bearbeitung von Kupfer- und Zinkerzen -Bleiarbeit -Amalgamation -Gefäss war verlehmt
<b>977</b>	Dm 13.7 H 4.5	<b>Probe A:</b> braungelbe Glasur: <u>Pb</u> , Fe, Sn, (Cu), (Hg), (As), (Ag?)  <b>Probe B:</b> Reste von grün- weisslichem Belag: Cu, Hg, Fe, (Zn), (Pb), (As), (Ag?)	braungelbe Glasur  grossflächige karmesin- rote Verfärbung (wohl Kupfer(I)-oxid	R, braungelbe Glasur	-Gefäss stark deformiert und rissig -Glasur auch über Bruch- stellen der Beine -Glasur durch Hitze- einwirkung blasig und abgeplatzt	-Bleiglasur -undeutl. Silberspuren -Bearbeitung von Kupfer- (und Zink?)-Erzen -Amalgamation -Anflugglasur durch Asche?
<b>978</b>	Dm 14 H 5	<b>Probe A:</b> braungelbe Glasur: <u>Pb</u> , Fe, Hg, (Sn), (Cu), (As), (Zn)  <b>Probe C:</b> schwarze Krusten: <u>S</u> , Cu, Fe, Hg, (As), (Pb), (Zn)  Kupfer-KorrSpuren  stark geschwärzt	<b>Probe B:</b> braungelbe Glasur: <u>Pb</u> , Fe, (As), (Cu), (Hg), (Sn)  karmesinrote Verfärbung: wohl Kupfer(I)-oxid  Kupfer-KorrSpuren  geschwärzt	R, braungelbe Glasur  BK, stark geschwärzt	-Gefäss stark deformiert -Glasur auch über Bruchstellen der Beine -Glasur durch Hitze- einwirkung blasig und abgeplatzt	-Bleiglasur -Bearbeitung von Kupfer- (und Zink?)-Erzen (ohne Abröstung?) -Amalgamation nach vorheriger trockener Scheidung mit Schwefel -Versuch mit Quecksilber und Schwefel? -Anflugglasur durch Asche?
<b>979</b>	Dm 13.8 H 4.5	<b>Probe A:</b> Unterteil, graubeiger Belag: Fe, P, (Cu)  <b>Probe B:</b> obere Gefässhälfte schwarz verfärbt: <u>S</u> , Hg, (Cu), (Fe)	schwarze Verfärbungen	R, schwarze Verfärbungen	-Eisen-KorrProd. auf Henkel -Gefäss leicht verzogen -Bodenmitteileil alt aus- gebrochen -Bruchstellen der Beine sorgfältig überarbeitet	-Versuch mit Quecksilber und Schwefel? -Amalgamation nach vorheriger trockener Scheidung mit Schwefel?

**Tab. 4** (Seite 1) Dreibeinpfännchen mit sorgfältig abgeschlagenen Beinen (975–983).

Inv.-Nr. 1939.	Masse ausen (cm)	Innenseite: Zustand, Substanzen	Aussenseite: Zustand, Substanzen	Rand R bzw. Bruchkante BK: Zustand, Substanzen	Sonstige Beobachtungen	Interpretation In Betracht kommende Prozesse
<b>980</b>	Dm 13.6 H 4.5		Kupfer-KorrProd.  Eisen-KorrProd.  schwarze Verfärbungen	<b>Probe A:</b> R, Kupfer-KorrProd.: <u>Cu</u> , Zn, P, (As), (Fe), (Hg), (Mn), (Pb)  R, Eisen-KorrProd.  <b>Probe B:</b> BK, Kupfer-KorrProd.: Fe, Cu, (As), (Hg), (Pb), (Sn), (Zn)  BK, Eisen-KorrProd.	-Bandhenkel sorgfältig abgeschlagen -Bodenmittelteil alt ausgebrochen	-Bearbeitung von Kupfer- und Zink-Erzen -Amalgamation -Bleiarbeit
<b>982</b>	Dm 16 H 4,5	<b>Probe A:</b> Kupfer-KorrProd.: <u>Cu</u> , Fe, Pb, Zn, (As), (Hg), (P)  <b>Probe B:</b> stark geschwärzt: Fe, <u>Cu</u> , Zn, Mn, Pb, (As), (Sn), (P)	stark geschwärzt	BK, Kupfer-KorrProd.	-Henkel abgetrennt -Boden konzentrisch ausgebrochen	-Bearbeitung von Kupfer-, Eisen- und Zink-Erzen -Bleiarbeit -Amalgamation
<b>983</b>	Dm 17	Kupfer-KorrProd.  schwarze Verfärbungen	stark gerötet  Reste von lehmartigem Überzug	<b>Probe A:</b> BK, Kupfer-KorrProd.: Cu, Fe, (Zn), (As)  <b>Probe B:</b> weisse Substanz: Cu, Fe, Sn, Zn, (As), (Hg), (Pb)	-nur Unterteil erhalten, Scherben alt ausge- brochen -Bodenmittelteil heraus- geschlagen -ganzes Fragment stark geschwärzt	-Bearbeitung von Kupfer- und Zink-Erzen -Bleiarbeit -Amalgamation -Gefäß war verlehmt

**Tab. 4** (Seite 2) Dreibeinpfännchen mit sorgfältig abgeschlagenen Beinen (975–983).

Inv.-Nr. 1939.	Masse ausssen (cm)	Innenseite: Zustand, Substanzen	Aussenseite Zustand, Substanzen	Rand R bzw. Bruchkante BK: Zustand, Substanzen	Sonstige Beobachtungen	Interpretation In Betracht kommende Prozesse
<b>971</b>	Dm 16,8	<b>Probe A:</b> Eisen-KorrProd.: Fe, P	Eisen-KorrProd. Reste von lehmartigem Überzug			-Bearbeitung eines Eisenerzes -Gefäss war verlehmt
<b>972</b>	Dm 13	<b>Probe B:</b> Kupfer-KorrProd.: Cu, Fe, Zn, P, (Mn)  <b>Probe C:</b> weisser Belag: Fe, P, (Zn)	<b>Probe A:</b> Eisen-KorrProd.: Fe, S, Cu, (Pb), (Zn)		-Brandspur mit KorrProd. auf der Schulter innen und aussen, Scherben hier geborsten	-Bearbeitung von Kupfer- und Zink-Erzen
<b>973</b>	Dm 13,9	im Randbereich Reste von lehmartigem Überzug	Eisen-KorrProd.	BK, Eisen-KorrProd.		-Bearbeitung eines Eisenerzes
<b>974</b>	Dm 6,8	<b>Probe A:</b> weissgelblicher Belag: (Fe)	ziegelrot	BK, ziegelrot, weissgelblicher Belag	-Gefässoberteil konzentrisch ausgebrochen	-Diente als Abdeckung (wie eine Muffel)?
<b>981</b>	Dm 44 H 11	weisslicher Belag	weisslicher Belag		-Bodenmittelteil alt ausgebrochen -Sekundärbrand	
<b>984</b>	–	konzentrisch verlaufende Spur aus Kupfer- KorrProd.  <b>Probe A:</b> im Zentrum grosses Agglomerat von Kupfer- KorrProd.: Cu, P, (As), (Fe), (Pb), (Sn), (Zn)			-Fragment alt ausge- brochen und wie Probierscherben verwendet	-Bearbeitung von Kupfer- (und Zink?)-Erzen -Bleiarbeit
<b>987</b>	Dm 15,5 H 8,7	<b>Probe A:</b> Kupfer-KorrProd.: Cu, As, Fe, Hg, Zn, P, (Pb), (Sn)  Eisen-KorrProd.  <b>Probe B:</b> grünlicher Belag: Fe, Cu, As, P, (Pb), (Zn)  stark geschwärzt	Kupfer-KorrProd.  Eisen-KorrProd.  Reste von lehmartigem Überzug	R, Kupfer-KorrProd.  <b>Probe C:</b> R, Eisen-KorrProd.: Fe, Cu, Zn, P, (As), (Hg)  R, stark geschwärzt BK, Kupfer- und Eisen-KorrProd.	-Boden konzentrisch ausgebrochen -im Rand gegenüber- liegende Einkerbungen zum Fassen mit einer Zange -Verlehmt oder Lehm vom Ofenbau ?	-Bearbeitung von Kupfer- und Zinkerzen -Bleiarbeit -Amalgamation

**Tab. 5** Fragmente von Dreibeintöpfen (971–973) und Töpfen (974, 984), Doppelhenkelschüssel (981), Napfkachel (987).

Element Probennr.	Spektrennr.	Ag %	As %	Au %	Bi %	Cu %	Fe %	Hg %	Mn %	Pb %	Sb %	Sn %	Zn %	SiO2 %	Al2O3 %	CaO %	K2O %	TiO2 %	S %
966A	232	0.04	2.80	0.0	0.0	18.8	0.6	0.1	0.07	25.0	0.02	2.63	0.04	31	0	17	1	0.06	0
966B	233	0.02	3.80	0.0	0.0	14.8	0.5	0.1	0.06	28.5	0.04	4.54	0.03	27	2	17	2	0.09	0
966C	234	0.05	0.37	0.0	0.0	9.4	0.9	0.0	0.02	5.4	0.01	0.06	0.00	69	8	5	2	0.11	0
967A	235	0.00	0.14	0.0	0.0	0.2	23.2	0.1	0.06	0.1	0.00	0.45	0.05	54	15	4	2	0.11	0
967B	236	0.01	0.25	0.0	0.0	16.1	0.8	1.8	0.01	0.6	0.01	0.13	1.02	62	2	15	1	0.05	0
968A	237	0.01	1.55	0.0	0.0	15.5	9.4	0.2	0.62	5.8	0.01	0.64	0.48	42	6	17	2	0.12	0
968B	238	0.00	8.86	0.0	0.0	5.5	6.9	0.1	0.09	1.3	0.01	1.06	1.40	47	0	25	3	0.17	0
970A	239	0.00	0.10	0.0	0.0	0.2	3.2	0.0	0.04	4.7	0.01	0.08	0.15	67	14	6	3	0.23	0
970B	240	0.01	0.13	0.0	0.0	0.3	2.7	0.1	0.03	2.6	0.01	0.09	0.77	57	11	22	3	0.42	0
971A	241	0.00	0.01	0.0	0.0	0.1	1.2	0.0	0.03	0.0	0.00	0.00	0.03	65	18	12	3	0.25	0
972A	242	0.00	0.09	0.0	0.0	2.1	58.5	0.0	0.08	0.3	0.00	0.01	0.26	12	2	0	10	0.00	14
972B	243	0.00	0.06	0.0	0.0	11.8	1.2	0.0	0.47	0.1	0.00	0.02	3.55	52	5	25	1	0.12	0
972C	244	0.00	0.04	0.0	0.0	0.1	1.0	0.0	0.02	0.0	0.00	0.00	0.21	30	8	59	2	0.20	0
974A	245	0.00	0.01	0.0	0.0	0.1	0.7	0.0	0.01	0.0	0.00	0.00	0.01	49	13	33	4	0.12	0
975A	246	0.01	3.71	0.0	0.0	25.8	3.5	0.2	0.04	0.7	0.01	0.31	2.37	45	0	17	1	0.00	0
975B	247	0.01	1.47	0.0	0.0	27.0	8.0	0.3	0.03	1.7	0.01	0.70	1.78	40	0	18	1	0.01	0
976A	248	0.01	4.89	0.0	0.0	12.7	2.3	0.6	0.05	0.2	0.00	0.05	0.65	54	0	23	2	0.07	0
976B	249	0.00	0.52	0.0	0.0	1.3	5.3	0.2	0.04	0.1	0.00	0.02	0.15	57	11	22	2	0.06	0
977A	284	0.01	0.09	0.0	0.1	0.1	2.3	0.1	0.04	22.4	0.01	1.09	0.05	64	6	1	3	0.10	0
977B	285	0.01	0.34	0.0	0.0	6.7	1.4	6.5	0.06	0.5	0.01	0.04	0.54	50	18	14	1	0.00	0
978A	250	0.00	0.51	0.0	0.0	0.1	1.7	1.0	0.02	24.1	0.00	0.98	0.10	56	12	1	2	0.17	0
978B	251	0.00	0.39	0.0	0.0	0.3	1.6	0.3	0.01	31.1	0.00	0.92	0.05	50	9	5	1	0.12	0
978C	252	0.00	0.10	0.0	0.0	3.3	1.0	7.0	0.01	0.4	0.00	0.03	0.25	22	1	2	0	0.00	63
979A	253	0.00	0.03	0.0	0.0	0.3	1.1	0.0	0.10	0.0	0.00	0.01	0.10	25	6	67	1	0.02	0
979B	254	0.00	0.01	0.0	0.0	0.1	0.3	5.7	0.00	0.0	0.00	0.04	0.06	10	3	4	0	0.00	76
980A	255	0.00	0.39	0.0	0.0	17.0	0.3	0.1	0.05	0.1	0.00	0.01	0.09	72	0	8	1	0.05	0
980B	256	0.00	0.40	0.0	0.0	3.0	1.3	0.4	0.04	0.1	0.00	0.15	0.23	76	10	7	2	0.12	0
980C	257	0.00	0.19	0.0	0.0	16.5	0.7	0.1	0.87	0.3	0.00	0.01	1.10	62	11	5	1	0.10	0
982A	258	0.00	0.53	0.0	0.0	14.9	7.2	0.2	0.05	1.1	0.00	0.09	1.27	63	5	6	1	0.01	0
982B	259	0.00	0.49	0.0	0.0	10.6	18.3	0.1	2.39	1.3	0.00	0.15	8.90	43	4	10	1	0.09	0
983A	260	0.00	0.25	0.0	0.0	4.0	1.3	0.0	0.02	0.1	0.00	0.00	0.46	68	16	5	5	0.31	0
983B	261	0.00	0.32	0.0	0.0	2.0	2.1	0.3	0.01	0.3	0.01	3.19	1.04	67	13	3	7	0.09	0
984A	262	0.01	0.15	0.0	0.0	28.4	0.3	0.0	0.00	0.2	0.00	0.11	0.46	64	0	6	0	0.00	0
985A	263	0.00	0.17	0.0	0.0	0.2	1.3	0.1	0.02	20.2	0.00	0.04	0.04	60	13	2	2	0.23	0
985B	264	0.00	0.37	0.0	0.0	0.5	1.1	0.1	0.01	38.0	0.01	0.07	0.09	45	9	5	1	0.18	0
986A	265	0.00	0.15	0.0	0.0	0.0	1.2	0.1	0.01	23.9	0.01	1.77	0.04	58	11	1	2	0.15	0
987A	266	0.02	3.77	0.0	0.0	31.7	1.3	3.6	0.01	0.9	0.01	0.22	2.69	44	0	11	1	0.00	0
987B	267	0.00	1.12	0.0	0.0	1.2	12.4	0.1	0.07	0.2	0.00	0.01	0.75	50	19	13	2	0.05	0
987C	268	0.00	0.38	0.0	0.0	5.4	20.0	0.3	0.08	0.0	0.00	0.02	1.80	59	5	8	1	0.00	0
990A	269	0.00	0.11	0.0	0.0	0.2	0.9	0.1	0.02	2.3	0.02	0.01	0.02	75	16	3	2	0.26	0
990B	270	0.00	1.04	0.0	0.0	13.9	0.6	1.5	0.00	5.1	0.01	0.03	1.42	65	1	10	0	0.01	0
990C	271	0.00	0.22	0.0	0.0	0.3	12.2	0.2	0.03	2.9	0.02	0.02	0.03	61	14	6	3	0.20	0
991A	272	0.02	5.05	0.0	0.0	30.1	1.6	0.4	0.00	0.4	0.01	0.56	0.78	45	0	14	2	0.02	0
992B	273	0.08	0.94	0.0	0.0	24.1	0.6	2.0	0.00	2.0	0.00	0.03	0.19	55	0	14	1	0.02	0
992C	274	0.01	0.53	0.0	0.0	0.4	1.6	1.2	0.02	17.6	0.00	0.04	0.05	57	14	4	4	0.33	0
993A	275	0.02	1.10	0.0	0.0	19.5	1.8	0.6	0.01	2.1	0.00	0.13	1.48	64	1	7	1	0.00	0
993B	276	0.00	0.82	0.0	0.0	4.0	16.1	0.3	0.04	27.0	0.01	0.02	0.32	24	2	25	1	0.15	0
995A	277	0.00	0.15	0.0	0.0	0.9	2.4	0.0	0.07	0.1	0.00	0.03	0.76	71	16	6	2	0.42	0
995B	278	0.00	0.01	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.02	0.0	0.00	0.00	0.02	72	17	7	3	0.39	0
996A	279	0.00	0.06	0.0	0.0	0.2	1.7	0.6	0.01	0.5	0.00	0.13	0.05	47	25	6	4	0.13	14
997A	280	0.05	0.01	0.0	0.0	0.5	1.4	0.0	0.02	0.2	0.00	0.00	0.00	66	18	12	2	0.33	0
997B	281	0.00	0.01	0.0	0.0	0.1	1.2	0.0	0.02	0.1	0.00	0.00	0.01	76	17	1	3	0.30	0
997C	282	0.01	0.15	0.0	0.0	0.2	3.0	0.0	0.04	28.5	0.01	0.08	0.07	53	10	3	2	0.24	0
998A	283	0.00	0.14	0.0	0.0	0.1	1.2	0.1	0.05	13.6	0.00	0.07	0.03	59	10	14	1	0.20	0
999A	286	0.00	3.30	0.0	0.0	10.9	1.3	0.7	0.05	0.2	0.00	0.12	0.90	54	0	27	1	0.10	0

Tab. 6 Ergebnisse der ED-XFA Analysen, Gew.-%, Pulver auf Criminallype.