

CHEMISCHE UNTERSUCHUNGEN
AN KERAMISCHEN FUNDEN VON DER HEUNEBURG,
GEMEINDE HERBERTINGEN, KREIS SIGMARINGEN*

ROLF C. A. ROTTLÄNDER

Von der Grabung auf der Heuneburg (Projektleitung W. KIMMIG, Grabungsleitung E. GERSBACH) erhielten wir durch Herrn GERSBACH und Frau VAN DEN BOOM eine Reihe von keramischen Funden zur Untersuchung. Sie gliedern sich in zwei Gruppen: kleine Gefäße mit Höhen von ca. 2 cm bis zu ca. 8 cm und Gefäßscherben von verschiedenen keramischen Typen.

Kleine Gefäße

Bei den Grabungen wurden 16 kleine Gefäße gefunden, von denen wir vier zur Untersuchung auswählten. Wegen der geringen Größe der meistens unzerbrochen erhaltenen Töpfchen war die Zweckbestimmung unklar, und es wurde ein kultischer Zweck oder ein Spielzeug vermutet.

Lab. Nr. 1411; Fund Nr. 176/79

Das becherförmige Töpfchen ist nur 4 cm hoch und hat am oberen Rand einen Durchmesser von etwa 5 cm. Die relativ dicke Wandung ist aus einem stark gemagerten Ton gefertigt. Unter dem Binokular sind weiße, glänzende Kristalle, teilweise mit Querriefung, zu erkennen. Da das Töpfchen allem Anschein nach unter reduzierenden Bedingungen sehr hoch gebrannt worden sein muß (höher jedenfalls als die normale Keramik), entfällt eine Calcit-Magerung. In der Nähe des oberen Randes befinden sich, ungefähr äquidistant angeordnet, drei kleine Tonansätze, die als Henkel oder Griff bei weitem zu klein sind, aber ein Durchrutschen aus einer Schlinge sehr gut verhindern können. Die Vergrößerung von etwa 40fach unter dem Binokular brachte außer einigen Sedimentresten keine auffälligen Befunde. Insbesondere fehlte jeder grünliche Anflug oder Punkt oder eine Rißfüllung, obwohl Risse (thermisch) durchaus vorhanden sind.

Da durch diese Beobachtungen, insbesondere den hohen reduzierenden Brand, der Verdacht auf einen Gußtiegel nahe lag, wurde zunächst nach Kupferresten gesucht. Die Suche verlief jedoch negativ.

Eine durch Kratzen mit dem Korundstäbchen gewonnene Probe wurde sodann mit konzentrierter Salpetersäure gekocht. Auch in der so erhaltenen Lösung ließen sich mikroanalytisch keine Metallspuren nachweisen. Erst das Kochen mit Königswasser ergab eine Lösung, aus der

* Eine Stellungnahme aus der Sicht der Archäologie von Prof. Dr. W. KIMMIG als dem verantwortlichen Projektleiter wird im nächsten Band der Fundberichte aus Baden-Württemberg erscheinen.

mittels Dithizon ein Metall in Tetrachlorkohlenstoff gebracht werden konnte, was sich durch Farbumschlag von Grün nach Gelb zu erkennen gab¹.

Durch extraktive Titration wurde dieses Metall erschöpfend extrahiert. Danach konnten noch sehr geringe Kupferspuren durch Farbumschlag nach Orangerot aufgefunden werden.

Der Farbumschlag von Grün nach Gelb wird sowohl von Silber als auch von Gold gegeben. Da jedoch Silber bereits in Salpetersäure, Gold aber nur in Königswasser löslich ist, muß die Hauptmenge des Metalls Gold sein. Ob auch Silber zugegen ist, läßt sich so nicht entscheiden. Kupfer als Legierungsbestandteil steht zu erwarten, da reines Gold zu weich ist und seit alters Kupfer zum Härten zulegiert wird. Da Kupfer erst nach Anwendung von Königswasser nachweisbar wurde, muß es Legierungsbestandteil sein und kann nicht von einer anderen Verwendung des Tiegelchens kommen. Kupferbeimengungen zum Gold setzen dessen Schmelzpunkt deutlich herab. (Reines Gold schmilzt bei 1063°C, eine Legierung von 75 % Gold und 25 % Kupfer jedoch schon bei rund 910°C!)² Bei so hohen Kupferbeimengungen muß reduzierend (Überschichten von Holzkohle) gearbeitet werden, weil sich sonst ein schwarzer Überzug von Kupferoxid bildet, was einen sauberen Guß verhindert. Das Tiegelchen hat schätzungsweise bis zu 30 g Gold aufnehmen können. Es konnte mit einer Schlinge, die aus einer nassen Weidenrute gebogen war, aus der Glut gehoben werden. Eine solche Handhabe steht die thermische Belastung während der wenigen Sekunden bis zur Vollendung eines Gusses gut durch. Normalerweise wird ein solcher Tiegel nur einmal gebraucht, da man nicht riskieren will, daß verborgene Risse bei einem zweiten Erhitzen zum Bruch und damit Verlust des wertvollen Inhalts führen. Der Tiegel gehört nicht zu einer Metallgewinnung, sondern in den Bereich der handwerklichen Metallverarbeitung, bei der bei einem Arbeiten mit Edelmetallen praktisch keine Schlacken anfallen. Mit diesem Goldnachweis ist also erstmals für die Heuneburg die handwerkliche Goldverarbeitung nachgewiesen.

Lab. Nr. 1417; Fund Nr. X 125

Ein weiterer Tiegel hatte, abgesehen von den hier fehlenden Tonansätzen, die gleichen technologischen Merkmale: dicke Wandung, grobe Magerung, reduzierender Brand im Innern, während außen in der Bodenzonen mehr oxidierende Bedingungen geherrscht haben. Der obere Rand ist getupft. Auch hier wurde durch Kratzen mit dem Korundstäbchen eine Probe entnommen. Schon nach dem Kochen mit Salpetersäure zeigte sich beim Ausschütteln mit Dithizonlösung eine starke Gelbfärbung. Damit war Silber erwiesen. Ein weiteres Metall war noch im Unterschuß vorhanden, doch konnte es wegen seiner geringen Menge nicht ganz eindeutig identifiziert werden; Kupfer ist wahrscheinlich, da das Dithizon rot gefärbt war.

Dieser Tiegel gehört ebenfalls nicht in den Bereich der Metallgewinnung, sondern der Metallverarbeitung. Mit diesem Silbernachweis ist also erstmals für die Heuneburg die handwerkliche Silberverarbeitung erwiesen.

Lab. Nr. 1414; Fund Nr. V 138

Ein weiteres reduzierend gebranntes Töpfchen, ca. 5,5 cm hoch, ist ohne besondere Merkmale. Die Wandung ist deutlich dünner. Die Probe, mit dem Korundstäbchen genommen, ergab mit

¹ H. BALLCZO/R. MAUTERER, Zerstörungsfreie Ultramikroanalyse archäologischer Fundstücke. 1. Gesamtanalyse eines Abstrichs antiker Metallartefakte. A. Kupfer und Messing. Fresenius Zeitschr. f. Analyt. Chemie 295, 1979, 36 ff. – C. Gold, Silber und Elektron. Fresenius Zeitschr. f. Analyt. Chemie 299, 1979, 46 ff.

² H. MOESTA, Erze und Metalle – ihre Kulturgeschichte im Experiment (1983) 122 Abb. 37.

Dithizon in Tetrachlorkohlenstoff zwar auch eine gelbe Farbe, aber wesentlich schwächer als bei Probe 1417. Damit ist hier ebenfalls Silber erwiesen. Auch für dieses Töpfchen gilt, daß es nur zum Metallguß, nicht zum Erzeugen von Silber gedient hat.

Lab. Nr. 1418; Fund Nr. 113

Dieser kleine Topf gehört zu den größten aus der Serie und ist zuletzt in nicht ganz so reduzierender Atmosphäre gewesen wie die vorauf beschriebenen Töpfchen. Im Innern sind deutlich bräunliche Verkrustungen zu erkennen. Eine hiervon abgekratzte Probe zeigte, daß es sich überwiegend um eine Eisen-III-Verbindung handeln muß (Reaktion mit KSCN). Eisenverbindungen wurden in der Antike weitgehend als Schlackenbildner (Timna)³ benutzt, wenn man Kupfer verarbeitete. Die Schlacke verhindert die Reoxidation der Kupferschmelze.

Wir haben in dem großen Eisenüberschuß zwar kein Kupfer nachgewiesen, doch kommt das Töpfchen nicht für eine Eisenverarbeitung im kleinen in Frage, da das Eisen aus der schwammartigen Luppe durch Hämmern und Ausschmieden weiterverarbeitet werden muß. Somit diente das Töpfchen zum Guß einer hoch kupferhaltigen Legierung (aes). – Der gestelzte Ausdruck „hoch kupferhaltige Legierung“ muß gewählt werden, da nicht sicher ist, ob ein relativ reines Kupfer, eine Arsenbronze, eine Zinnbronze oder ein bleihaltiges Lot verarbeitet worden ist.

Damit ist nun auch die handwerkliche Kupferverarbeitung auf der Heuneburg nachgewiesen. Des weiteren ist es hoch wahrscheinlich, daß die gesamte Gruppe der 16 kleinen Gefäße der Pyrotechnik gedient hat, da dies ja für 25 % jetzt erwiesen ist, der Ton entsprechend aussieht. Somit scheint es nicht abwegig zu sein, die Heuneburg als ein Zentrum der handwerklichen Metallverarbeitung anzusehen. Der hohe Anteil an Edelmetallen (kleine Töpfchen sind eben nicht für den Kupferguß, sondern für teure Edelmetalle) läßt sogar die Vorstellung von Kunsthandwerk nicht gezwungen erscheinen.

Gefäßscherben von verschiedenen keramischen Typen

Dickwandige Scherben; Amphoren

Elf dickwandige Scherben, die offensichtlich zu Amphoren gehörten und aus einem hellen Ton gemacht sind, wurden auf den ehemaligen Gefäßinhalt untersucht. Dazu diente die Suche nach Abietinsäure bzw. deren Abbauprodukten, nach Cholesterin und nach Fettresten.

Abietinsäure könnte gegebenenfalls noch von der Harzung von Wein erhalten geblieben sein. Obwohl aus fast allen Scherben ein teeriger Auszug zu erhalten war, konnte in keinem Falle Abietinsäure dünn-schichtchromatographisch nachgewiesen werden. In drei Fällen ergaben sich Flecke, die unter UV-Licht fluoreszierten und die gleichen Wanderungsgeschwindigkeiten aufwiesen wie ein Zersetzungsprodukt der Abietinsäure. Sicherheit darüber war aber nicht zu gewinnen (Lab. Nr. 1537, 1542, 1543).

Cholesterin wird ebenfalls dünn-schichtchromatographisch nachgewiesen. Seine Abwesenheit zeigt sicher die Abwesenheit von Tierfett an. Seine Anwesenheit dokumentiert die Anwesenheit von tierischem Gewebe oder Fett. Die Herkunft ist oft nicht mehr sicher zu ermitteln. Die Pro-

³ MOESTA, *Erze und Metalle*² 20. 23 f.

ben mit Lab. Nr. 1535, 1536, 1537, 1538, 1542, 1544 und 1545 enthalten kein Cholesterin, 1540 und 1541 enthalten sehr wenig Cholesterin, 1539 und 1543 enthalten mehr resp. stark Cholesterin.

Die entscheidenden Aussagen werden durch die Fettuntersuchung mittels Gaschromatographie (GC) gewonnen⁴.

Alle Tiere enthalten Fett, das generell für die Tierart spezifisch ist. Pflanzen enthalten die spezifischen Fette in den Samen. Teils wird dieses Fett als Speiseöl gewonnen (Olivenöl, Walnußöl, Haselnußöl, Sonnenblumenöl, Distelöl etc.), teils gelangt das Fett der Samen auch unbeabsichtigt in andere Produkte.

Beim Kelnern z. B. werden Traubenkerne zerquetscht, und das Traubenkernöl (das auch für sich gewonnen werden kann) gelangt in den Traubensaft. Wenn der Wein schließlich aus den Fässern in Amphoren oder Schläuche gefüllt wird, wird das Traubenkernöl in geringer Menge, begünstigt durch den Alkohol, mitgeschleppt. Es schlägt sich bevorzugt an der Tonwandung nieder. Zum Ablauf der Fettanalyse sei auf die Literatur verwiesen, wo sich auch weitere Einzelheiten finden.

Als Inhalt von Amphoren kommt nur eine begrenzte Auswahl von Stoffen in Frage, da man voraussetzen darf, daß die Amphoren zum Transport oder zur Aufbewahrung von Speisen oder eßbaren Stoffen gedient haben. Hiervon sind besonders zu nennen: a) Öle: Olivenöl, Walnußöl; b) Wein; c) Mehl; d) Fischmarinaden; e) eingelegtes (eingesalzenes) Fleisch; f) Wasser.

Wasser enthält kein Fett und kann daher nicht als ehemaliger Inhalt nachgewiesen werden. Für Fisch ergaben sich keine Hinweise. Cerylalkohol konnte nicht nachgewiesen werden.

Fleisch allein war auch nicht nachzuweisen: Dort, wo Cholesterin anwesend war, ergab sich für Fleisch ein zu tiefer Stearinsäure- (C 18) und vor allem ein zu hoher Linolsäuregehalt (C 18–2). In einem Falle (Probe 1540) ist allerdings nicht auszuschließen – wenn auch keineswegs beweisbar –, daß sekundär in einer Weinamphore Fleisch eingelegt worden war.

Eine Probe (1539) weist ein so stark zersetztes und auch offensichtlich vermisches Fett auf, daß eine Identifizierung nicht möglich erscheint. Es handelt sich um den Fußknauf einer Amphore, der offenbar beim Gebrauch der Amphore in den Boden gedrückt worden war, in dem sich allerlei Schmutz angesammelt hatte (evtl. Sand bei einem Schiffstransport?).

⁴ F. S. C. CELORIA, Food archaeology in Britain 1900–1970. *Science and Archaeology* 4, 1970, 8 ff. – J. CONDAMIN/F. FORMENTI, *Archaeometry* 18, 1976, 195. – H. G. MAIER, *Lebensmittelanalytik* (1975) 83. – E. D. MORGAN u. a., The transformation of fatty material buried in soil. *Science and Archaeology* 10, 1973, 9 f. – H. MÜLLER-BECK/R. C. A. ROTTLÄNDER (Hrsg.), Untersuchung von Gefäßinhalten und Speiseresten durch Fettanalyse. Ein Symposionsbericht (1983). – R. C. A. ROTTLÄNDER, Der Speisezettel der Steinzeit-Bauern war erstaunlich reichhaltig. *Umschau in Wiss. u. Technik* 79, 1979 H. 23, 752 f. – Ders., Investigation into the fat residues of bones of the Caune de l'Arago at Tautavel. *Prétirage zum Colloque de Tautavel* (1981) 677 f. – Ders., Investigations chimiques sur les graisses en Archéologie. Traduit et condensé par F. POPLIN. *Nouvelles de l'Archéologie*. Printemps 83 No. 11, 38 ff. – Ders., Chemische Analyse prähistorischer Gefäßinhalte. *Enzyklopädie Naturwissenschaft und Technik*. Jahresband 1983, 72 ff. – Ders./M. BLUME, Chemische Untersuchungen an Michelsberger Scherben. *Archaeophysika* 7, 1980, 71 ff. – Ders./J. HAHN, Ein Magdalénien-Siedlungshorizont aus dem Helga-Abri, Stadt Schelklingen, Alb-Donau-Kreis. *Arch. Ausgrabungen in Bad.-Württ.* 1981, 21 ff. – Ders./I. HARTKE, Scientific examination of urns of the type with the little cups attached. *Revue d'Archéométrie*, Suppl. 1981 Vol. 3, 251 ff. – Ders./I. HARTKE, New results of food identification by fat analysis. *Proc. of the 22nd Symposium in Archaeometry* (1982) 218 ff. – Ders./H. SCHLICHTHERLE, Food identification by analysis of samples from archaeological sites. *Archaeophysika* 10, 1978, 260 ff. – Ders./H. SCHLICHTHERLE, Gefäßinhalte. Eine kurz kommentierte Bibliographie. *Archaeophysika* 7, 1980, 61 ff. – Ders. u. a., Analyse frühgeschichtlicher Gefäßinhalte. *Naturwissenschaften* 70, 1983, 33 ff.

Von den verbleibenden 9 Proben lassen sich 5 Olivenöl, 4 Traubenkernöl zuordnen. Bei diesen Proben zeigt die Abwesenheit von Linolensäure (C 18-3), daß weder Walnußöl noch Getreide (Mehl) der Gefäßinhalt gewesen sein kann.

Im einzelnen ergeben sich folgende Befunde:

Lab. Nr. 1535

Inventarnummer S 432, hellgraubraune Wandungsscherbe, 124,5 g

Rohextrakt 32,45 mg; GC 5446 F', 5488 F', 5563 F', 5538 N'

Hoher Gehalt an Palmitinsäure (C 16) und Myristinsäure (C 14) zeigt an, daß das Fett stärker zersetzt ist. Der Befund für Cholesterin ist negativ, so daß jedes Tierfett ausscheidet; außerdem sprechen tiefe Stearinsäure (C 18) und stark vorhandene Linolsäure (C 18-2) für Pflanzenfett. Fehlende Linolensäure (C 18-3) läßt Getreide und Walnußöl ausscheiden. Nach Lage der Dinge bleibt somit Traubenkernöl übrig, wodurch Wein als ehemalige Füllung der Amphore nachgewiesen ist.

Lab. Nr. 1536

Inventarnummer T 596, hellgraubraune Wandungsscherbe, 170,2 g

Rohextrakt 27,45 mg; GC 5448 F', 5450 F', 5482 F', 5483 F', 5460 F', 5539 N'

Die Fettzusammensetzung ist der Probe 1535 sehr ähnlich. Hoher Gehalt an Myristinsäure (C 14) und Palmitinsäure (C 16) zeigt an, daß das Fett stärker zersetzt ist. Der Befund für Cholesterin ist negativ, so daß jedes Tierfett ausscheidet; außerdem sprechen tiefe Stearinsäure (C 18) und hohe Linolsäure (C 18-2) für Pflanzenfett. Fehlende Linolensäure (C 18-3) läßt Walnußöl und Getreide ausscheiden. Die größte Ähnlichkeit besteht mit dem Traubenkernöl. Dadurch ist Wein als ehemalige Füllung der Amphore nachgewiesen.

Lab. Nr. 1537

Inventarnummer U 393, hellrotbrauner Wandungsscherben, 53,5 g

Rohextrakt 16,84 mg; GC 5451 F', 5489 F', 5564 F', 5540 N'

Die Abwesenheit von Cholesterin schließt jedes Tierfett aus. Das vorhandene Fett ist teilweise zersetzt, was sich an relativ hohem Gehalt von Myristinsäure (C 14) und Laurinsäure (C 12) ablesen läßt. Ein Abietinsäurenachweis gelang nicht, doch ist ggf. ein Abbauprodukt von Abietinsäure anwesend, weswegen eine ursprüngliche Füllung mit geharztem Wein nicht ausgeschlossen werden kann. Das überprägende Fett ist durch einen hohen Anteil Ölsäure (C 18-1) charakterisiert. Die begleitende geringe Menge Linolsäure (C 18-2) stellt die hinreichende Ähnlichkeit mit Olivenöl her.

Lab. Nr. 1538

Inventarnummer W 52, hellgraubrauner Wandungsscherben mit teilweise leichter Rötung durch Erhitzung, 99,5 g

Rohextrakt 37,36 mg; GC 5447 F', 5490 F', 5544 N'

Cholesterin fehlt, weswegen kein Tierfett vorliegen kann. Der ungewöhnlich hohe Anteil Myristinsäure (C 14) läßt eine stärkere Zersetzung (Erhitzung?) erkennen. Das restliche Fett ist durch den hohen Anteil an Ölsäure (C 18-1) bestimmt. Die begleitende Linolsäure (C 18-2) ist für Olivenöl zu erwarten, womit die größte Ähnlichkeit besteht.

Lab. Nr. 1539

Inventarnummer W 223, hellgrau-rötlichbraun gefärbte Scherbe mit Fußknopf einer Amphore, 171,1 g

Rohextrakt 33,74 mg; GC 5452 F', 5545 N'

Der Cholesterinnachweis fällt positiv aus. Ein relativ hoher Gehalt an Laurinsäure (C 12) und Myristinsäure (C 14) zeigt die stattgefundenere stärkere Zersetzung an. Reste von Linolensäure (C 18-3) zeigen, daß neben dem dominierenden Tierfett auch Pflanzenfett vorhanden gewesen sein muß. Das Tierfett ist wegen dieser Vermischung nicht identifizierbar, doch sind wegen des Stearinsäuregehalts unter 10 % Wiederkäuer wenig wahrscheinlich.

Lab. Nr. 1540

Inventarnummer W 239, hellgraubrauner Wandungsscherben, innen rötlich, 290 g

Rohextrakt 37,65 mg; GC 5453 F', 5478 F', 5546 N'

Der Cholesterinnachweis fällt schwach positiv aus, so daß mit der Anwesenheit von tierischem Fett gerechnet werden muß. Das Fett ist teilweise zersetzt, wie sich besonders aus dem Myristinsäuregehalt ergibt (C 14). Recht hoher Gehalt an Stearinsäure (C 18) spricht für ein Tierfett, ein Gehalt von fast 30 % Linolensäure (C 18-2) ist andererseits bei einem Tierfett ausgeschlossen. Somit liegt eine Vermischung von Tier- und Pflanzenfett vor, deren einzelne Komponenten nicht identifizierbar sind. Traubenkernöl als pflanzliche Komponente ist indes nicht abschließbar.

Lab. Nr. 1541

Inventarnummer W 268, hellgraubrauner Wandungsscherben, 280 g

Rohextrakt 20,20 mg; GC 5454 F', 5484 F', 5572 F', 5574 F', 5549 N'

Der Cholesterinnachweis fällt schwach positiv aus, weswegen Tierfett in geringem Maße mit beteiligt sein muß. Myristinsäure (C 14) über 10 % weist auf eine Teilzersetzung hin. Dennoch liegt der Ölsäureanteil bei Berücksichtigung der aus ihr entstandenen Abbauprodukte über 50 %. Linolensäure (C 18-2) ist um 15 % vorhanden. Deshalb kann es sich nicht hauptsächlich um ein Tierfett handeln, vielmehr überwiegt der Pflanzenfettanteil bei weitem. Die größte Übereinstimmung ist mit Olivenöl gegeben.

Lab. Nr. 1542

Inventarnummer X 98, hellgraubrauner Scherben, 29 g

Rohextrakt 60,24 mg; GC 5455 F', 5461 F', 5550 N'

Cholesterin ist nicht anwesend, doch könnte ein Abbauprodukt der Abietinsäure vorliegen, das indes nicht sicher zu erfassen ist. Ein Anteil von über 10 % Myristinsäure (C 14) weist auf eine teilweise Zersetzung hin. Der starke Anteil Linolensäure (C 18-2), die Abwesenheit von Linolensäure (C 18-3) und die Anwesenheit von Ölsäure (C 18-1) bei sehr wenig Stearinsäure (C 18) ergibt die Übereinstimmung mit Traubenkernöl, wodurch die ehemalige Anwesenheit von Wein nachgewiesen ist. Der Verdacht auf ein Abbauprodukt von Abietinsäure läßt die ehemalige Anwesenheit von geharztem Wein als möglich erscheinen.

Lab. Nr. 1543

Inventarnummer Y 131, hellgrau-rötlichbrauner Wandungsscherben mit mehr gelblichem Überzug, 50,8 g

Rohextrakt 51,93 mg; GC 5456 F', 5485 F', 5551 N'

Die Cholesterinprüfung erbrachte einen starken Nachweis, so daß mit der Anwesenheit von tierischem Gewebe bzw. dessen Resten unbedingt zu rechnen ist. Ein Anteil Myristinsäure (C 14) um 15 % zeigt eine starke Fettzersetzung an. Allerdings ist ein Anteil von nur 6 % Stearinsäure (C 18) ein bei weitem zu geringer Wert für ein Tierfett, besonders wenn man berücksichtigt, daß ein stark zersetztes Fett vorliegt. (Bei der Fettzersetzung steigt der relative Anteil von Stearinsäure an, weil sie eine gesättigte Säure ist.) Positiv spricht der hohe Anteil an Linolsäure (C 18-2) für ein Pflanzenfett und eindeutig gegen Tierfett. Bei Würdigung der weiteren Umstände ergibt sich die beste Übereinstimmung mit Traubenkernöl, das die prägende Fettmenge geliefert hat. Wein ist damit nachgewiesen. Das Cholesterin könnte von einem kleinen Tier (Maus, Insekten?) stammen, das – noch nicht einmal notwendigerweise innen im Gefäß – in Kontakt mit der Wandung verendet ist. Das evtl. vorhandene Abbauprodukt von Abietinsäure läßt auch hier die Möglichkeit von geharztem Wein offen.

Lab. Nr. 1544

Inventarnummer V 177, grauer Wandungsscherben mit Magerung; die Graufärbung scheint sekundär zu sein, 106,6 g

Rohextrakt 12,48 mg; GC 5458 F', 5552 N'

Die Cholesterinprüfung verlief negativ, weswegen ein Tierfett ausscheidet. Ein Myristinsäureanteil (C 14) um ca. 15 % weist auf starke Zersetzung hin, ebenso der hohe Anteil an Palmitinsäure (C 16). Da Ölsäure den Hauptanteil liefert (C 18-1), ist Olivenöl hoch wahrscheinlich, was durch den Anteil an Linolsäure gestützt wird. Der geringe Anteil an Linolensäure (C 18-3) indes zeigt, daß auch noch ein anderes pflanzliches Fett sich einmal in dem Gefäß befunden haben muß. – Die Graufärbung scheint der Scherben bei einem Brand nach der Benutzung des Gefäßes erhalten zu haben, wofür der geringe Extraktgehalt spricht. Während Stärke, Zucker und Eiweiße spätestens bei rund 250°C kohlen, können sich Fette, wenn auch etwas verändert, im Scherben noch bis herauf zu rund 400°C kurze Zeit halten.

Lab. Nr. 1545

Inventarnummer Z 244, hellgraubrauner Wandungsscherben, 104,1 g

Rohextrakt 318,30 mg; GC 5459 F', 5462 F', 5486 F', 5573 F', 5553 N'

Die Abwesenheit von Cholesterin zeigt die Abwesenheit von Tierfett. Der Myristinsäuregehalt (C 14) von über 10 % weist auf ein zersetztes Fett hin. Stearinsäure ist mit nur 6 % schwach vertreten; dies ist für ein Tierfett zu wenig, da Zersetzung stattgefunden hat. Da Ölsäure (C 18-1) den Hauptbestandteil liefert und eine entsprechende Menge Linolsäure (C 18-2) vorliegt, ist Olivenöl als ehemalige Gefäßfüllung erkannt.

Von den insgesamt 11 Proben sind also, wie oben ausgeführt, nur 2 unbestimmbar, während von den 9 restlichen 5 Olivenöl und 4 Traubenöl anzeigen. Der Versuch, den ehemaligen Gefäßinhalt mit der Art des Scherbens zu korrelieren, führt zu keinem eindeutigen Ergebnis: Offensichtlich wurden die Amphoren im Ursprungsgebiet zur Verpackung der gerade anstehenden Ware benutzt, d. h., man konnte aus dem Erscheinungsbild der Amphore nicht auf den zufälligen Inhalt schließen. Ob vielleicht Amphoren mit Mehl gefüllt wieder in den Süden zurückgeschickt wurden, entzieht sich unserer Kenntnis einstweilen, da wir aus dem mediterranen Bereich keine Gefäßinhaltsuntersuchungen vorliegen haben. Weiterhin kann nicht festgestellt werden, ob auf der Heuneburg leergebrauchte Amphoren als Wasserbehälter weiterbenutzt wurden. Wenn auch in fünf Fällen Olivenöl festgestellt wurde, so läßt sich vom Befund her nicht ausschließen, daß sich in dem Öl irgendwelche pflanzlichen, von sich aus fettfreien Produkte

befunden haben, für die das Öl nur Konservierungsmittel war. Mit dieser Einschränkung scheint nach dem jetzt hier vorliegenden Ergebnis der Import von Wein und Öl fast ausgewogen gewesen zu sein, doch muß betont werden, daß elf Scherben eine zu geringe Anzahl sind, um darauf weitreichende Schlußfolgerungen aufzubauen.

Scherben einheimischer Ware, dunkel

Lab. Nr. 1412; Fund Nr. Z 240/Lab. Nr. 1413; Fund Nr. Z 459

Die Scherben stammen von großen Gefäßen einer offensichtlich handgeformten Ware. An der Innenfläche zeigen sie einen zwar zusammenhängenden, aber streifigen Auftrag einer schwarzen Substanz. Es erhob sich die Frage, ob es sich um Nahrungsmittelreste oder um etwas anderes handelte. Der streifige Auftrag ließ vermuten, daß evtl. Harz oder Pech zum Zwecke der Dichtung mit einem Pinsel aufgetragen worden war.

Die dünnschichtchromatographische Untersuchung erbrachte den eindeutigen Nachweis für Birkenrindenpech, weil sowohl der Fingerprint im Vergleich mit authentischem Birkenrindenpech übereinstimmte als auch Betulin als solches nachweisbar war.

Damit ist der Auftrag des Peches zu Dichtungszwecken erwiesen.

Lab. Nr. 1415; Fund Nr. Z 228/Lab. Nr. 1416; Fund Nr. Z 366

Auch hier waren schwarze Krusten vorhanden. Der Nachweis für Birkenrindenpech verlief jedoch negativ.

Eine genauere Betrachtung der Scherben zeigt, daß eine Seite der übrigens vollkommen planen Bruchstücke oxidierend, die andere reduzierend gebrannt ist. Die etwa einen knappen Millimeter dicke rote Partie grenzt auffallend scharf an die dunkle. Erst die Betrachtung des Bruches unter der Lupe zeigt, daß keine zwei Tonschichten aufeinander liegen, daß vielmehr beide Zonen miteinander verzahnt sind und die gleichen (Glimmer) Magerungsbestandteile enthalten. Die interessierenden Krusten sitzen auf der dunklen Seite der Scherben.

Weil die Suche nach Pech oder Harz negativ verlief, wurden die Scherben extrahiert und auf Fett und Cholesterin untersucht. Die Suche nach Cholesterin brachte in beiden Fällen ein positives Resultat.

Lab. Nr. 1415; Fund Nr. Z 228, 51,21 g

Rohextrakt 4,06 mg; GC 5743 F', 5752 N'

Das Fett erwies sich als mäßig zersetzt. Wegen der Anwesenheit von Cholesterin muß Tierfett vorliegen. Das wird dadurch bestätigt, daß Ölsäure (C 18-1) mit fast 40 % der Hauptbestandteil ist und höher ungesättigte Fettsäuren fehlen. Stearinsäure liegt niedrig, so daß Wiederkäuerfette auszuschließen sind. Jedenfalls liegt ein Knochenöl vor; Schweinefett ist zwar nicht streng beweisbar, aber auch nicht auszuschließen.

Lab. Nr. 1416; Fund Nr. Z 366, 51,70 g

Rohextrakt 9,11 mg; GC 5744 F', 5753 N'

Das Fett ist stärker zersetzt als das der vorausgehenden Probe. Wegen der Anwesenheit von Cholesterin muß Tierfett vorliegen. Das wird dadurch bestätigt, daß Ölsäure (C 18-1) den Hauptbestandteil bildet. Gleichzeitige Anwesenheit einer sehr kleinen Menge Linolsäure (C 18-2) und einer größeren Menge Palmitoleinsäure (C 16-1) sowie einer Menge an Stearinsäure (C 18) gerade im Grenzbereich nach unten läßt Fett von wiederkäuendem Wild (Reh,

Hirsch) als möglich erscheinen. Weil aber Stearinsäure im Grenzbereich liegt, ist der Befund nicht zu erhärten. Sicher jedoch ist, daß Knochenöl vorliegt.

Damit ist die Vermutung des archäologischen Bearbeiters erhärtet, daß es sich um Scherben von Brat- oder Backplatten handelt. Und in der Tat ist eine so flächenförmige Verkrustung wie vorliegend zu erwarten, wenn Fleisch (mit Knochen) auf eine sehr heiße und unzureichend gefettete, etwas poröse Keramikplatte gegeben wird: Wo es aufliegt, brennt es an. Die „Innenseite“ muß vom zersetzten organischen Material (z. B. Fett) schwarz sein. Die äußere, dem Feuer zugekehrte Seite der Backplatte dagegen muß im oxidierenden Feuer rot werden, weil dort das organische Material verbrennt.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Dr. ROLF C. A. ROTTLÄNDER, Archäochemisches Labor des Instituts für Urgeschichte
Schloß
7400 Tübingen