

**Zeitschrift:** Jahresberichte aus Augst und Kaiseraugst  
**Herausgeber:** Augusta Raurica  
**Band:** 16 (1995)  
  
**Artikel:** Restaurierungs- und Konservierungsarbeiten 1994  
**Autor:** Liebel, Detlef  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-395572>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 09.12.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Restaurierungs- und Konservierungsarbeiten 1994

Detlef Liebel

### *Zusammenfassung:*

*Im Jahr 1994 wurden 2390 Objekte im Konservierungslabor von Augusta Raurica restauriert und konserviert. Einige Aspekte dieser Arbeiten, werden ausführlich beschrieben und die dabei gewonnenen Erfahrungen mitgeteilt.*

### *Schlüsselwörter:*

*Analysen/Kupfer/Silber, Augst BL, Ausstellungen, Brakteaten, Bronze, Eisen, Gefässe/Glas, Gewebe, Geräte/Knochen, Handwerk/Metallbearbeitung/Tauschierungen, Holz, Kaiseraugst AG, Konservierungen, Militär/Militaria, Mittelalter, Mosaiken, Münzen/Brakteaten, Plasma, Restaurierungen, Römische Epoche, Silber.*

Im Jahre 1994 wurden 2390 Objekte in unseren Werkstätten restauriert – eine abstrakte Zahl, die bestenfalls unser Bemühen beschreiben kann, die zahlreichen neu geborgenen Funde, aber auch die Vielzahl der noch unbehandelten Objekte aus unseren Depots systematisch in ihrer Substanz zu erhalten beziehungsweise in vielen Fällen überhaupt erst lesbar zu machen. Dies bedingt, dass die Objekte von Korrosionsschichten befreit werden, damit das ursprüngliche Aussehen weitestgehend wieder hergestellt wird. Wir verfolgen dabei zwei Strategien:

Einmal geht es, vor allem bei den noch ca. 40000 unbehandelten Eisenobjekten, um einen Wettlauf gegen den Zerfall, gegen den unwiderbringlichen Verlust jedes einzelnen Stückes. In diesem Fall müssen wir konsequent der Konservierung den Vorrang geben, auch wenn dabei die Freilegung des einzelnen Objektes nicht immer bis zur letzten Vollendung ausgeführt werden kann. Immerhin geht es um die Rettung von Eisenfunden aus zwanzig Grabungsjahren (1969–1989).

Die zweite Strategie besteht darin, ausgewählte Objekte bestmöglich zu restaurieren. Dies betrifft hauptsächlich die zahlreichen *Münzen*, die in jedem Jahr in Augst und Kaiseraugst gefunden werden. Ihre zweifellos wichtigste Information, die zeitliche Einordnung der entsprechenden Prägung und daraus folgend oft auch der einzelnen Fundkomplexe, geben sie erst

preis, wenn sie wieder lesbar gemacht worden sind. Unsere Bronze- und Silbermünzen sind jedoch fast immer mit dicken Korrosionsschichten bedeckt, die nicht selten härter sind als die eigentliche Münze selbst. Hinzu kommt noch bei nahezu drei Vierteln aller Münzen, dass sie einst dem Feuer ausgesetzt waren, wodurch ihr Metallgefüge weitgehend zerstört ist. Haben sie dadurch ohnehin schon an Festigkeit verloren, so sind sie zusätzlich noch viel anfälliger gegenüber der jahrhundertlangen Korrosion im Boden geworden.

In jedem Jahr gibt es neben diesen vorrangigen Restaurierungsarbeiten bestimmte *Schwerpunkte*, einzelne Objektgruppen, denen wir uns speziell widmen. Im Berichtsjahr 1994 waren dies zum einen die Überprüfung aller im Römermuseum ausgestellten Objekte – zwar war der Erhaltungszustand dieser Stücke überwiegend gut, einzelne jedoch wurden neu beziehungsweise erstmalig restauriert und sind dadurch zu «Schmuckstücken» unserer Ausstellung geworden –, zum andern stellte die Restaurierung der Militaria einen zweiten Schwerpunkt dar<sup>1</sup>.

Wenngleich es sich bei der Mehrzahl der erwähnten Arbeiten um restauratorische Routine handelt, gab es auch in diesem Jahr einige Besonderheiten, über die im Folgenden ausführlicher berichtet werden soll.

## Eisen

1512 Objekte aus Eisen wurden 1994 konserviert<sup>2</sup>. Es waren neben einigen wenigen Neufunden sämtliche Altfunde aus den Jahren 1990–1992 sowie die Funde der Grabungssaison 1993 aus Kaiseraugst. Der Erhaltungszustand aller Objekte war allgemein schlecht, besonders aber die Funde der Grabung «Hotel Adler»

(1990.05) in Kaiseraugst waren in einem katastrophalen Zustand. Fast alle waren soweit korrodiert, dass

1 E. Deschler-Erb, Militaria des 1. Jahrhunderts in der Nordwestschweiz (Arbeitstitel). Dissertation Basel (in Vorbereitung).

2 Zum überwiegenden Teil durch H. Attinger.

kein metallischer Kern mehr vorhanden war. Darüber hinaus war ihre ursprüngliche Struktur durch Salzsprengungen bereits sehr stark zerstört.

Die Restaurierung bestand darin, durch mechanisches Freilegen mit Dentschleifern und Skalpell die ursprüngliche Form annähernd wieder herzustellen. In vielen Fällen waren dazu Röntgenaufnahmen ein unentbehrliches Hilfsmittel<sup>3</sup>. Zur Konservierung werden bei uns die freipräparierten Objekte nach mehrstäufigem Trocknen in geschmolzenem mikrokristallinem Wachs<sup>4</sup> getränkt. Wir machen mit dieser Methode seit vier Jahren gute Erfahrungen, obwohl wir unsere Funde zum überwiegenden Teil nicht mehr entsalzen.

Massgeblich für den Erfolg einer Konservierung ist die anschliessende Lagerung der Objekte. Unsere Eisenfunde lagern zwar im «normalen» Keller des Römermuseums; trotzdem gelingt es uns, die Luftfeuchtigkeit durch den Einsatz eines Entfeuchters zu senken und damit gute Erhaltungsbedingungen zu schaffen.

## Münzen

325 Silber- und Bronzemünzen wurden 1994 in unserem Konservierungslabor fast ausschliesslich durch manuelles Freilegen mittels Skalpell unter dem Mikroskop restauriert<sup>5</sup>. In einigen wenigen Fällen schien es angebracht, die Korrosions- und Sinterkrusten durch Behandlung mit Komplexon vorher zu lockern, aber im allgemeinen werden chemische Methoden bei uns sehr zurückhaltend angewendet.

Ein nicht alltäglicher Fund gelang der Grabungsequipe in Kaiseraugst. Am 10.5.1994 wurden bei der Grabung «Jakobli-Haus» (1994.02, im FK D03181) einzelne *Brakteaten* sowie ein Klumpen mit schätzungsweise weiteren einhundert *Brakteaten* geborgen (Abb. 2). Eine erste numismatische Sichtung<sup>6</sup> gelangte zu dem Ergebnis, dass es sich um Prägungen des 13. bis 14. Jahrhunderts aus dem süddeutschen, elsässischen und nordwestschweizerischen Raum handelt. Sämtliche Stücke sind beidseitig mit einer dicken Schicht aus Silberchlorid<sup>7</sup> bedeckt (Abb. 3, linkes Bild), die auf jeder Seite ca. ein Drittel der Gesamtdicke des *Brakteaten* (0,4 mm) ausmacht. Im Klumpen sind die einzelnen Stücke durch Malachit<sup>8</sup>, welches durch Korrosionsvorgänge aus der Silberlegierung entstanden ist, miteinander verbacken. Das Interesse der Numismatiker richtet sich nun verständlicherweise auf den «Inhalt» des Klumpens. Eine mechanische Zerlegung dieses Konglomerates mittels Skalpell ist nicht möglich, da einerseits die einzelnen Objekte viel zu fest miteinander verbunden sind, und andererseits der fragile Zustand der einzelnen Stücke einen derartigen Eingriff nicht zulässt. Einige wenige publizierte Arbeiten beschreiben die Zerlegung solcher Münzkonglomerate mit Säuren oder mit Hilfe

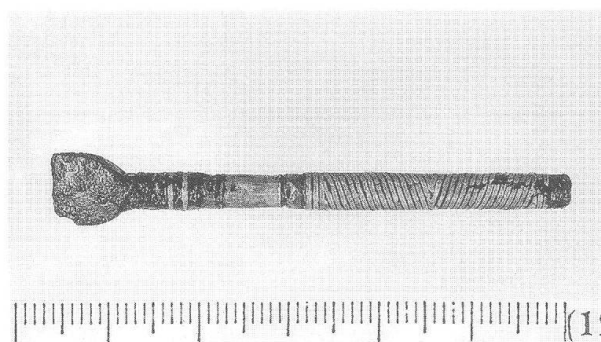


Abb. 1 Augst, Grabung Schmid (1990.51). Fragment eines Eisenstilus mit Silbertauschierung und Bronzeinlagen nach der Restaurierung (Inv. 1990.51.C05535.300).

Ein «Highlight» der Eisenrestaurierung war die Freilegung eines mit Silber und Bronze tauschierten Stilusfragmentes (Abb. 1).

der Elektrolyse<sup>9</sup>. Eine derartig radikale Methode sollte, wenn überhaupt, erst als allerletzte Möglichkeit in Erwägung gezogen werden. Röntgenaufnahmen, die bisher von diesen *Brakteaten* gemacht wurden<sup>10</sup>, zeigen beim überwiegenden Teil der Stücke feinste Haarrisse besonders an Stellen, die durch den Prägevorgang am meisten gestreckt wurden (Abb. 3, rechtes Bild). Es ist zu erwarten, dass diese Risse bei einer

3 R. Leuenberger vom Kantonsmuseum Liestal sei herzlich gedankt für die Ermöglichung dieser Aufnahmen.

4 Mikrowachs Cosmoloid H80 der Firma Lasciaux.

5 Zum überwiegenden Teil durch Chr. Pugin.

6 Durch M. Peter (Römermuseum Augst), B. Schärli (Basel) und B. Zäch (Winterthur).

7 Laut Röntgenbeugungsanalyse des Rathgen-Forschungslabor, Schlossstrasse 1a, 14059 Berlin (unter der Leitung von Prof. J. Riederer). Herrn Dr. Goedicke sei an dieser Stelle herzlich für die Durchführung und Interpretation der Analyse gedankt.

8 Nachgewiesen durch Röntgenbeugungsanalyse im Rathgen-Forschungslabor in Berlin s. Anm. 7.

9 Z.B. A. Bingert, Das Reinigen von Silbermünzen auf elektrolytischem Wege. Schweizer Münzblätter 6 21, 1956, 1–4; J. Emmerling, Die Bearbeitung des Münzfundes von Kella. Alt-Thüringen 10, 1969, 251ff. (Behandlung mit Komplexon); I. D. Macleod und N. A. North, Conservation of corroded silver. Studies in Conservation 24, 1979, 165–170 (Behandlung mit Natriumdithionit); W. Maslankowsky, Zur Reinigung von Bronzemünzen. Arbeitsblätter für Restauratoren Gr.2, 1971, 21 (Trennung mittels Natronlauge und Ultraschall); F. R. Ostertag, Cleaning of bronze artifacts. Curator 20 1, 1977, 53ff. (Elektrol. Reduktion mit Natronlauge); C. G. Slack, Technical notes on the cleaning and reproduction of silver coins. Irish Archeol. Research Forum 1 (Belfast 1974) 52ff. (Elektrolyt. Reduktion mit Ameisensäure).

10 Durch D. Liebel im Kantonsmuseum Liestal. Vgl. Anm. 3.

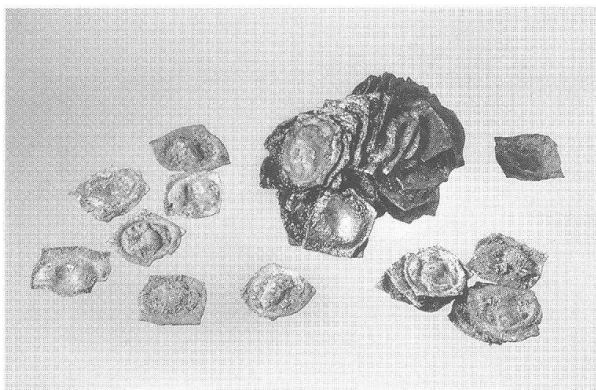


Abb. 2 Kaiseraugst, Grabung «Jakobli-Haus» (1994.02). Silberbrakteaten (Inv. 1994.02.D03181.4 – vorläufige Sammelnummer).

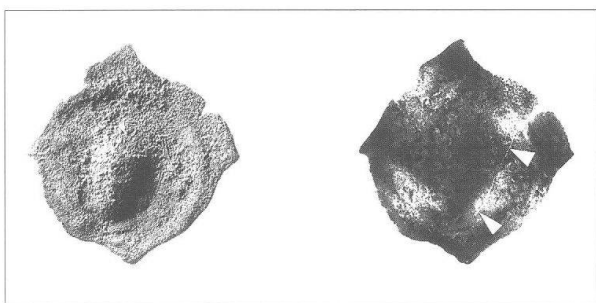


Abb. 3 Kaiseraugst, «Jakobli-Haus» (Grabung 1994.02). Einzelner Silberbrakteat (Inv. 1994.02.D03181.4 – vorläufige Sammelnummer). Links: Vorderseite, M. 3:2; Rechts: Röntgenbild 70kV, 400 mAs, deutlich erkennbar ein Riss (Pfeilmarkierung) (fotografisch vergrössert M. 3:2).

chemischen Behandlung, insbesondere bei Wasserstoffentwicklung, erweitert werden, wodurch der völlige Zerfall des Objekts riskiert würde. Zunächst richteten sich deshalb unsere Hoffnungen auf eine Plasmabehandlung. Theoretisch werden hierbei durch das Wasserstoffplasma, d.h. freie Protonen, Metallsalze bis zum elementaren Metall reduziert. Durch die Entfernung der Anionen aus dem Kristallgitter der Korrosionsprodukte wird das Gefüge gelockert, eine Erscheinung, die bei der Freilegung von korrodiertem Eisen schon gelegentlich hilfreich war. Versuche mit einzelnen Brakteaten aus dieser Grabung sowie an einem Komplex aus vier verbackenen Stücken, die im Schweizerischen Landesmuseum in Zürich durchgeführt worden sind<sup>11</sup>, zeigten zwar eine sofortige oberflächliche Reduktion des Silberchlorids und der Korrosionsprodukte von Kupfer, aber danach schien keine weitere Reduktion zu erfolgen. Selbst nach 40 Stunden Plasmabehandlung bei Temperaturen von 170° bis 190° war keine weitere Reduktion festzustellen. Chr. Eckmann und J. Elmer führen diesen Effekt darauf zurück, dass die reduzierte Silberoberfläche einen hohen Rekombinationskoeffizienten für Wasserstoffatome besitzt, weshalb die Reaktion mit zunehmender Schichtdicke behindert wird<sup>12</sup>. Ein Ausweg scheint lediglich durch eine Steigerung der Reaktionstemperatur möglich. Jedoch sind dieser Temperatursteigerung durch Gefügeveränderungen im Objekt<sup>13</sup> auch Grenzen gesetzt, die der verantwortungsbewusste Restaurator respektieren muss. Im Rahmen eines Fachseminars des Schweizerischen Konservatoren- und Restauratorenverbandes<sup>14</sup> wurde das Problem der Zerlegung dieses Brakteatenklumpens diskutiert. Zwar konnte in diesem Rahmen kein Lösungsweg gefunden werden, aber es wurden dabei einige interessante Denkansätze vorgebracht, die von uns im kommenden Jahr aufgegriffen werden.

## Bronzeobjekte

515 Bronzeobjekte (ohne Münzen) wurden im Berichtszeitraum konserviert. Neben einer generellen Behandlung der im Römermuseum ausgestellten Objekte, lag im Jahr 1994 der Hauptschwerpunkt bei der Restaurierung und Konservierung von 124 militärischen Objekten. Besonders bei den Gürtelblechen und Schurzbeschlägen konnten anhand der Röntgenbilder vorher nicht sichtbare *Niello-Einlagen* erkannt und grösstenteils auch freipräpariert werden (Abb. 4). Vielfach sind diese Bleche «versilbert»<sup>15</sup>. Die Niello-Einlagen sind zum Teil sehr gut erhalten, zum anderen aber auch stark korrodiert oder teilweise nicht mehr erhalten. Die vielen mit Niello verzierten Objekte bilden inzwischen einen Fundus, der grundlegende Untersuchungen zur Herstellungstechnologie der versilberten Niello-Objekte ermöglicht – wir werden uns im kommenden Jahr damit beschäftigen.

11 Frau K. Schmitt-Ott sei an dieser Stelle für die Ausführung der Plasmabehandlung herzlich gedankt.

12 Chr. Eckmann und J. Elmer in: P. Heinrich (Hrsg.), *Metallrestauration. Beiträge zur Analyse, Konzeption und Technologie* (München 1994) 146.

13 Das Gefüge der Silber-Kupferlegierung besteht aus zwei Arten von Mischkristallen. Durch Wärmebehandlung diffundieren die kupferreichen  $\beta$ -Kristalle zur Metalloberfläche, was zu einer Verarmung der Matrix an Kupfer führt. Vgl. H. Schumann, *Metallographie* (Leipzig 1991) 717.

14 Seminar der Fachgruppe Archäologie des Schweizerischen Restauratoren- und Konservatorenverbandes (SKR) am 3.4.1995 im Historischen Museum Basel.

15 Im Folgenden wird der beobachtete silberfarbenen Metallüberzug als Versilberung angesprochen. Ein analytischer Nachweis steht allerdings noch aus. Analog zur Versilberung beschreibt Theophilus die Vergoldung eines mit Niello verzierten Henkels. – Vgl. W. Theobald, *Technik des Kunsthandwerks im zwölften Jahrhundert – des Theophilus Presbyter Diversarum artium schedula* (Neuausgabe Düsseldorf 1984) 84.

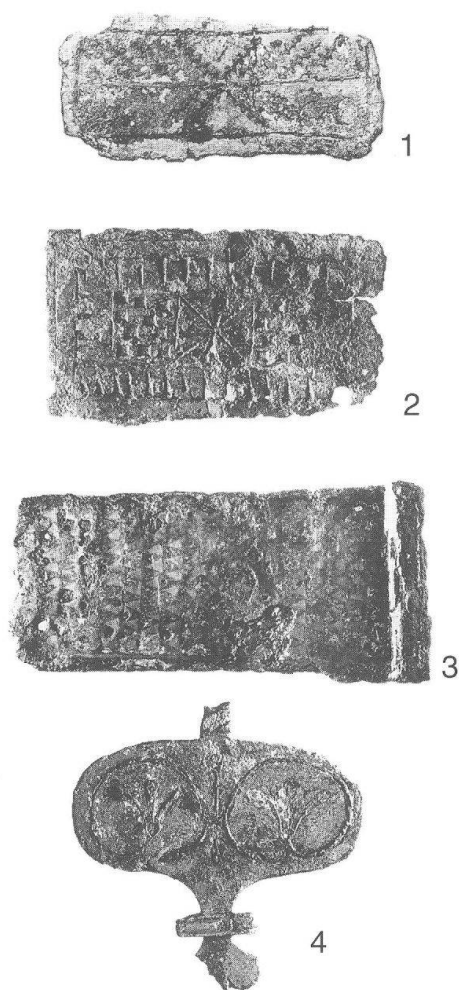


Abb. 4 Augst/Kaiseraugst: Militaria, versilbert, mit Niello-Einlagen:

- 1 Gürtelblech (Inv. 1958.6075); Bronzelegierung, versilbert (in Resten erhalten); Verzierung: längs zweigeteilt symmetrisch nach aussen strebende, tremolierend gravierte Linien mit Niello.
- 2 Gürtelblech (Inv. 1980.22561); Bronzelegierung, versilbert (heute nur noch Spuren); Verzierung: im Rahmen aus Dreieckkerben dreigeteiltes Mittelfeld, mittleres: durchkreuztes Kreuz, äussere mit Schachbrettmuster. Niello nur noch in wenigen Resten erhalten.
- 3 Gürtelblech (Inv. 1984.12308); Bronzelegierung, Verzierung: in drei ungleiche Felder unterteilt; äussere Felder aus 8 bzw. 5 Reihen Dreieckkerben, mittleres Feld: Gittermuster.
- 4 Pferdegeschirranhänger (Inv. 1971.8450); flaches Bronzeblech mit zerbrochener Öse, versilbert, symmetrische Gravur mit Niello gefüllt.

## Organisches Material

Die Restaurierung eines zerbrochenen, aber ansonsten recht gut erhaltenen Kamms soll hier beschrieben werden: Am 14.7.1994 (Grabung 1994.02, «Jakobli-Haus») wurde in Kaiseraugst ein Komplex, bestehend aus einem Ziegel und den Fragmenten eines Geweihkamms geborgen. Er gelangte en bloc in das Konservierungslabor, wo er freipräpariert wurde (Abb. 5). Der Kamm besteht aus einzelnen Stücken von der Breite eines Geweihstücks<sup>16</sup>. Die Teilstücke waren ursprünglich längs auf beiden Seiten durch zwei profilierte Stege aus Geweih durch fünf Bronzeniete zusammengehalten. Durch Korrosion hatten die Bronzeniete ihr Volumen vergrössert und die ganze Konstruktion zersprengt. Der Kamm ist mit kreisförmigen Rillen verziert, von denen einige noch ein schwarzes Farbpigment enthalten<sup>17</sup>. Die einzelnen Fragmente wurden zunächst bei der Präparation in ihrer Lage zueinander mit Paraloid B48 fixiert. Nach dem Sortieren der insgesamt 20 Einzelteile wurden diese mit dem Skalpell von anhaftenden Sinterschichten befreit und mit Acrylat-Perlen unter geringem Druck sandgestrahlt. Das Sandstrahlen wird gewöhnlich für

eine sehr aggressive Methode gehalten, man muss jedoch die Bedingungen dem jeweiligen Objekt anpassen. Sandstrahlen bei geringem Druck (0,5 at) mit Acrylharz-Perlen<sup>18</sup> reinigt schonend ohne von der Originalsubstanz abzutragen und kann sehr gut für die Reinigung von Geweih- oder Knochenartefakten angewandt werden. Zu beachten war bei unserem Objekt allerdings, dass die erwähnten Pigmente in den Kreisrillen erhalten blieben. Die Bronzeniete wurden mechanisch von Korrosionsprodukten befreit, so dass die Einzelteile wieder zusammengefügt werden konnten. Zum Kleben wurde ein Cellulosenitratkleber

16 Vgl. J. Schibler, Materialbestimmung römischer Kämme aus Augst und Kaiseraugst. In: E. Riha (mit Beiträgen von M. Joos, J. Schibler und W. B. Stern), Römische Toilettegeräte und medizinische Instrumente aus Augst und Kaiseraugst. Forschungen in Augst 6 (Augst 1986) 22f. Abb. 6.

17 E. Schmid, Beindrechtsler, Hornschnitzer und Leimsieder im römischen Augst. In: Provincialia. Festschrift für Rudolf Laur-Belart (Basel/Stuttgart 1968) 185ff. (Abdruck in: Beiträge und Bibliographie zur Augster Forschung [Basel 1975] 191).

18 Es wurde das vorpolymerisierte Pulver eines Zweikomponenten-Acrylharz-Kunststoffs (Fastcure-ROVIX) verwendet.



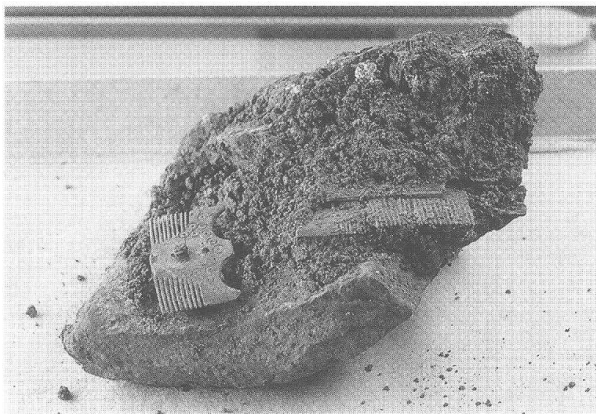


Abb. 5 Kaiseraugst, «Jakobli-Haus» (Grabung 1994.02). Komplex mit Geweihkamm im Fundzustand (Inv. 1994.02.D03336.1). Länge des Blocks: ca. 12 cm.

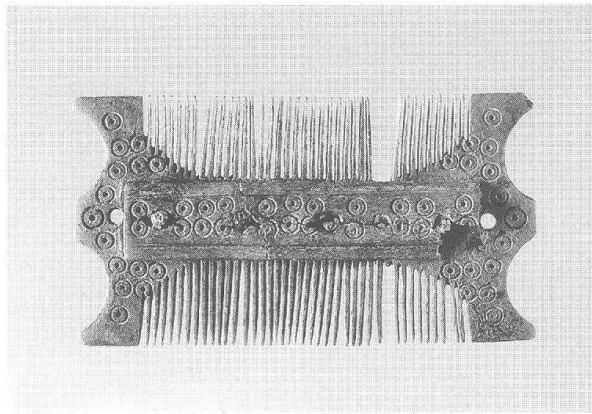


Abb. 6 Verzierter Geweihkamm von Abbildung 5 nach der Restaurierung (Inv. 1994.02.D03336.1). M. 1:1,5.

(Karlson-Klister) verwendet. Einzelne Zinken wurden der Stabilität wegen mit Epoxydharz angeklebt. Der restaurierten Zustand ist in Abbildung 6 dargestellt

Zwar enthält das Depot der Römerstadt Augusta Raurica eine Vielzahl von Knochen- und Geweihobjekten, aber nur sehr wenige Objekte aus Holz, Leder oder Textilien<sup>19</sup>. Es scheint, dass die Beschaffenheit der Böden in Augst und Kaiseraugst ungünstige Voraussetzungen für die Erhaltung dieses Materials bieten<sup>20</sup>. Ein somit seltener Fund liegt uns in einem kleinen *Gewebestückchen* aus dem Kaiseraugster Gräberfeld «Im Sager» (Grabung 1991.02) vor<sup>21</sup>. Dieser Geweberest mit den Massen von ca. 2×2 cm wurde zusammen mit einem As des Hadrian<sup>22</sup> (Prägezeit 134–138 n.Chr.) gefunden, gelangte 1991 in das Konservierungslabor, gerade zu einem Zeitpunkt, als hier grössere Umbauarbeiten stattfanden – und geriet zunächst in Vergessenheit. Unter der Labornummer 94/819 wurde es schliesslich konserviert<sup>23</sup>. Es war in der Zwischenzeit ausgetrocknet und wurde, nach der Entnahme von Fasern und der – ergebnislosen – mikroskopischen Untersuchung auf Farbstoffe, zunächst wieder in Leitungswasser aufgequollen. Im Anschluss daran wurde es einen Tag in deionisiertem Wasser gelagert und danach für 60 Minuten einer Komplexon-Behandlung unterzogen (5% EDTA in Wasser, Raumtemperatur), um die Auflagerungen von Kupferverbindungen zu entfernen. Durch diese Behandlung konnten sowohl die Kupferverbindungen als auch die anhaftenden Erdpartikel ohne mechanische Beanspruchung entfernt werden. Zur Festigung wurde das Gewebestück in einer verdünnten Acrylatdispersion (Plextol D541, 1:10 verdünnt mit Wasser) gelegt und im feuchten Zustand auf einer Glasplatte ausgebreitet, wo es langsam, unter Kontrolle trocknete. Es handelt sich um ein Gewebe in Leinwandbindung (Abb. 7) mit einer Fadendichte: Schuss 10/10 mm, Kette 6/10 mm. Beide Fadenarten bestehen aus 0,3–0,5 mm Z-gedrehtem Garn. Die mikroskopische Untersuchung der Fasern lässt wegen der Knoten und Verschlussstellen Flachs vermuten (Abb. 8).

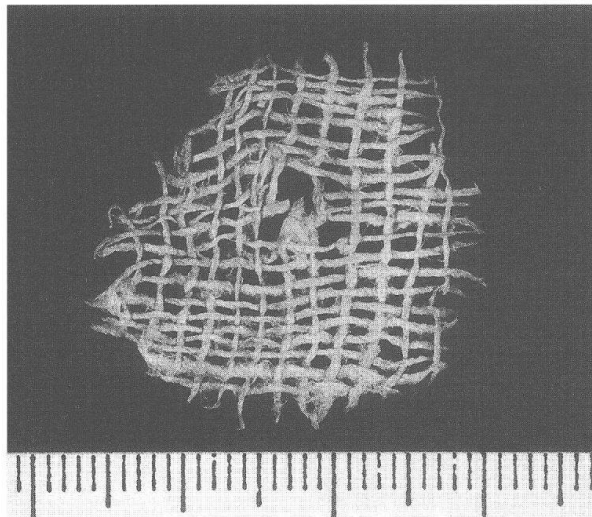


Abb. 7 Kaiseraugst, «Im Sager» (Grabung 1991.02). Gewebestück aus einem Grab (Inv. 1991.02.C07697.2), nach der Restaurierung. M. ca. 2:1.

19 Insgesamt sind bisher 29 Holzartefakte, 3 Lederreste sowie 1 Stoffrest inventarisiert worden.

20 Zu den Fundorten mit Holzresten: A. R. Furger, Augst, 6 v.Chr.: Dendrodaten und Fundhorizonte. JbAK 5, 1985, 123ff. bes. 123 Anm. 3–11. – Zu den schlechten Erhaltungsbedingungen für organische Substanzen vgl. jetzt auch A. R. Furger, Chronologische Bemerkungen. In: M. Währen, Chr. Schneider (mit Beiträgen von S. Fünfschilling und A. R. Furger), *Die puls. Römischer Getreidbrei*. Augster Museumshefte 14 (Augst 1995) 62f.

21 Vgl. U. Müller, Ausgrabungen in Kaiseraugst im Jahre 1991. JbAK 13, 1992, 224.

22 Inv. 1991.02.C07697.1.

23 Durch D. Liebel.

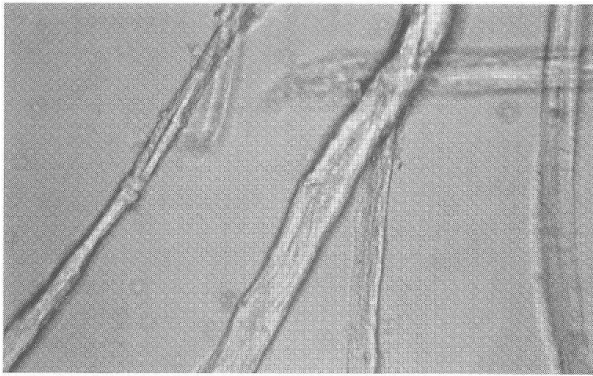


Abb. 8 Kaiseraugst, «Im Sager» (Grabung 1991.02). Mikrofoto der Fasern des Gewebestücks (Inv. 1991.02.C07697.2). Vergrößerung ca. 160fach.

Für die Konservierung von Nasshölzern, d.h. von archäologischen Funden aus Holz, hat sich besonders die Behandlung mit Polyethylenglykol (PEG) bewährt. Das Prinzip dieser Konservierungsmethode beruht darauf, die verlorengegangene Holzsubstanz (Lignin) durch PEG zu ersetzen und dadurch die Holzfasern (Zellulose) zu stützen und in der ursprünglichen Form zu erhalten. Die ursprüngliche, auch heute noch vielfach angewandte Methode, besteht einfach darin, die Hölzer in einer solchen erwärmten Lösung bis zur Sättigung zu tränken, das heisst, bis sämtliches enthaltene Wasser durch PEG ersetzt ist<sup>24</sup>. Das ist jedoch ein sehr langwieriger Prozess, der sich oft über Jahre hinziehen kann. Wenn man das Holz aber in einer verdünnten Lösung aus Polyethylenglykol behandelt, vollzieht sich der Vorgang schneller, es verbleibt jedoch viel Wasser im Objekt, welches beim Verdunsten wieder zum Kollaps der Holzstruktur führen würde. Unterzieht man allerdings das auf solche Art getränkte Holz einer Gefriertrocknung<sup>25</sup>, kann häufig mit recht gutem Erfolg die ursprüngliche Form bewahrt werden. Allerdings erfordert die Gefriertrocknung eine umfangreiche Apparatur, deren Anschaffung sich bei unseren wenigen Holzartefakten keinesfalls rentieren würde. Im Schweizerischen Landesmuseum in Zürich und im Kantonalen Labor in Neuchâtel<sup>26</sup> ist es uns jederzeit möglich, Gefriertrocknungen durchführen zu lassen. Ein Nachteil ist bei dieser Methode der Holzkonservierung beobachtet worden, nämlich ein Angriff auf Metalle, die mit dem Holz gegebenenfalls verbunden sind. So wird davon abgeraten, Holzobjekte, vor allem wenn sie mit eisernen Nägeln verbunden sind, nach diesem Verfahren zu konservieren<sup>27</sup>. Eine andere Methode, der in letzter Zeit zunehmend Beachtung geschenkt wird, ist die Tränkung von Nassholz in Zuckerlösung<sup>28</sup>. Ein geeignetes Objekt zum Testen dieser Methode wurde am 10.10.1994 ebenfalls bei der Grabung (1994.02) im «Jakobli-Haus» in Kaiseraugst gefunden. Es handelt sich dabei um den Rest einer neuzeitlichen Mundharmonika – archäologisch zwar nur von geringer Bedeutung, aber gerade deshalb bestens als «Versuchsobjekt» geeignet – deren Holz derartig vergangen war, dass sie keinerlei Festig-

keit mehr besass, so dass die Methode der Zuckertränkung an diesem Extremfall auf ihre Tauglichkeit überprüft werden konnte. Andererseits zeigt sich an solch einem Objekt, welches kaum älter als 100 Jahre sein dürfte, dass die Aggressivität unserer Böden eingelagertes Holz binnen kürzester Zeit völlig zerstört, weshalb römische Holzartefakte nur in seltensten Fällen überhaupt noch erhalten sind. Die Mundharmonika wurde nach der Ausgrabung sofort in Wasser aufbewahrt und gelangte unmittelbar in die Werkstatt. Das Ganze hatte lediglich durch das Messingblech, mit dem es durch eiserne Nägel verbunden war, einen gewissen Halt. Sie wurde – eine mechanische Reinigung war unmöglich – nur mit Wasser abgespült und anschliessend in eine Lösung von 25 g Zucker/500 ml Wasser gebracht. Die Konzentration dieser Lösung wurde alle zwei bis drei Tage um 25 g Zucker erhöht (vgl. Diagramm 1) bis zu einer Endkonzentration von 385 g/500 ml Wasser (entspricht 44 Gewichtsprozenten). Die Zuckerlösung wurde dabei ständig auf 50°C gehalten; eine Verdunstung von Wasser wurde vermieden.

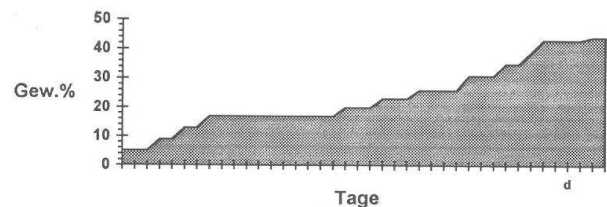


Diagramm 1: Kaiseraugst, «Jakobli-Haus» (Grabung 1994.02). Versuch an Bruchstück einer neuzeitlichen Mundharmonika (Inv. 1994.02.D03773.66). Konzentrationserhöhung der Zuckerlösung.

Nach 38 Tagen wurde der Versuch abgebrochen, das Objekt kurz abgespült und in einer Schachtel aus Plexiglas getrocknet. Der Trocknungsverlauf wird in Diagramm 2 dargestellt:

24 Die PEG-Methode wurde z.B. auch am frühaugusteischen Eichen-Baumstamm von der Grabung «Theater-Nordwestecke» in Augst angewandt: A. R. Furger, Die Grabungen von 1986/1987 an der Nordwestecke des Augster Theaters. JbAK 9, 1988, 7ff. bes. 60ff. Abb. 20–25 und 157.

25 P. Hofmann, R. Riens, D. Eckstein. Zur Gefriertrocknung schwer zu konservierender Nasshölzer. Arbeitsblätter für Restauratoren, Gr. 8, 1991, 193.

26 Herrn M. Leuthard vom Schweizerischen Landesmuseum und Herrn B. Hug vom Laboratoire cantonal de Neuchâtel sei für dieses Angebot herzlich gedankt.

27 M. Dumkow, H. Preuss, Konservierung von Nassholz mit Zucker. Arbeitsblätter für Restauratoren, Gr 8, 1990, 186ff.

28 V. Koesling. Bericht zur Arbeitstagung «Konservierung von archäologischem Nassholz mit Zucker» Arbeitsblätter für Restauratoren, Gr. 8, 1991, 206.

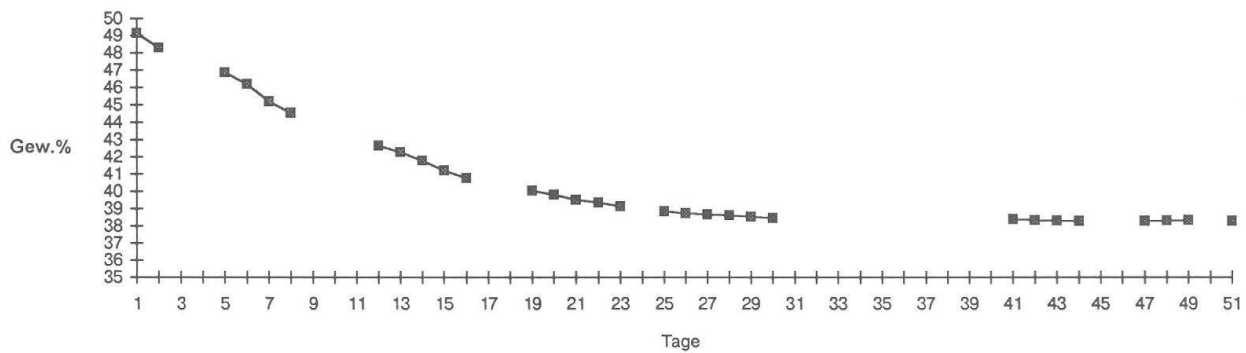


Diagramm 2: Kaiseraugst, «Jakobli-Haus» (Grabung 1994.02). Versuch an Bruchstück einer neuzeitlichen Mundharmonika (Inv. 1994.02.D03773.66). Trocknungsverlauf nach der Tränkung mit Zuckerlösung.

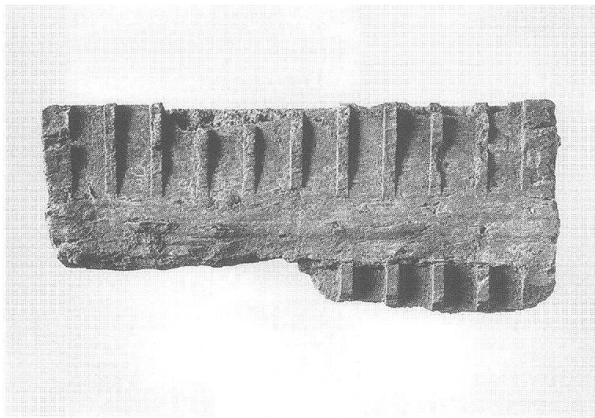


Abb. 9 Kaiseraugst, «Jakobli-Haus» (Grabung 1994.02). Bruchstück einer neuzeitlichen Mundharmonika (Inv. 1994.02.D03773.66), nach der Tränkung mit Zuckerlösung. Innenseite. M. ca. 2:3.

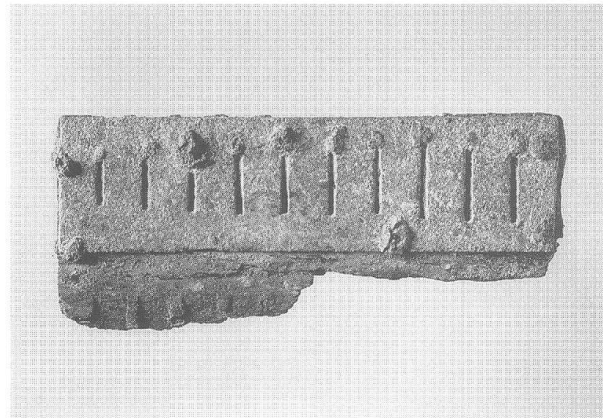


Abb. 10 Kaiseraugst, «Jakobli-Haus» (Grabung 1994.02). Bruchstück einer neuzeitlichen Mundharmonika (Inv. 1994.02.D03773.66), nach der Tränkung mit Zuckerlösung: Außenseite mit Metallplatte und Eisennägeln. M. ca. 2:3.

Nach 45 Tagen hatte sich das Gewicht stabilisiert, die Trocknung war beendet, das Holz gehärtet und für eine Reinigung gut zu handhaben (Abb. 9). Anhand der Wasserverdunstung lässt sich errechnen, dass ca. 8 g Zucker zur Stabilisierung in das Holz eingebracht wurden. An den Metallen (Messingblech, Eisennägel)

waren keinerlei Beeinträchtigungen zu beobachten (Abb. 10). Es kann die vorzügliche Eignung dieser Methode für die Festigung völlig ausgelagerten Holzes, welches mit Metallen verbunden ist, festgestellt werden.

## Mosaiken

Das 1973 südlich der sogenannten Westtorstrasse geborgene Mosaik<sup>29</sup>, welches 1988 in den Container-Unterstand nördlich der Forumswiese verlegt worden war, wurde 1994 durch W. Hürbin restauriert und konnte, nachdem es jahrelang unter einer Bretterabdeckung verborgen war, nun wieder der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden (Abb. 11).

Im Rahmen der Ausstellung «Pompeji – wieder entdeckt», die 1994 in Basel (Antikenmuseum und Sammlung Ludwig) stattfand, stellten wir zwei Objekte aus: eine Authepsa und ein Fragment des sogenannten «Gladiatoren-Mosaiks»<sup>30</sup>. Dieses Mosaik-

Fragment ist zusammen mit drei weiteren Fragmenten seit 1970 an der Westwand des Römerhauses angebracht und dort der Witterung ausgesetzt, was von Zeit zu Zeit einige Unterhaltsarbeiten notwendig macht. Die einzelnen Teile des Mosaiks wurden nach

29 D. Schmid, Die römischen Mosaiken aus Augst und Kaiseraugst. Forschungen in Augst 17 (Augst 1993) 132ff. Abb. 73–75 (Fundort: Augst-Westtorstrasse, Region 5.H).

30 L. Berger, M. Joos, Das Augster Gladiatorenmosaik. Römerhaus und Museum Augst. Jahresbericht 1969/70, 1971, 3ff.; Schmid (wie Anm. 28) 90ff. Abb. 40–45 und Taf. 3–5 (Fundort: Augst, Insula 30, Region 1,30).



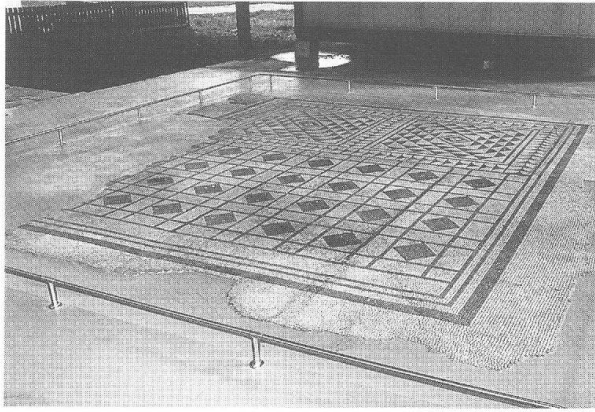


Abb. 11 Augst, «Gasleitung» (Grabung 1973.52). Mosaik (Inv. 1973.14048) an seinem neuen Standort, unter dem Schutzdach auf dem Forum, nach der Restaurierung.

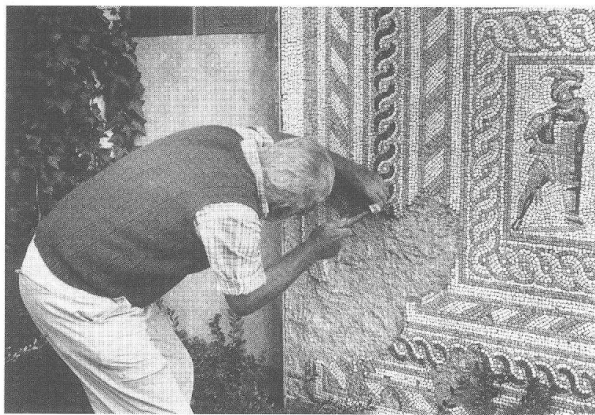


Abb. 12 Augst, Insula 30 (Grabung 1961.51). «Gladiatorenmosaik» (Inv. 1961.13829) an der Aussenfassade des Römerhauses beim Museum während der Neurestaurierung durch D. Ohlhorst.

der Bergung im Jahre 1961 mit einer ca. 8 cm dicken Stahlbetonschicht stabilisiert<sup>31</sup>. Diese Betonschicht stellt zwar eine stabile Unterlage für das Mosaik dar, ist jedoch wegen des hohen Gewichts für die Handhabung recht problematisch. Das für die Ausstellung vorgesehene Fragment wurde mittels Autokran von der Wand gehoben und zunächst in der Werkstatt überholt. Es wurde mit einer Zarge aus Flachaluminium umgeben. Fehlstellen, die damals mit Kalkmörtel ausgefüllt wurden, hatten die Bindekraft verloren und wurden neu mit einem Mörtel aus Sand und Plextol D541 ausgefüllt sowie die Oberfläche mit Rember<sup>32</sup> aufgefrischt. Nachdem dieses Fragment von der Ausstellung in Basel wieder zu uns gelangt war, drängte sich eine ähnliche Instandsetzung auch bei den drei übrigen Mosaikteilen an der Wand des Römerhauses auf; sie wurde von D. Ohlhorst ausgeführt (Abb. 12 und 13).

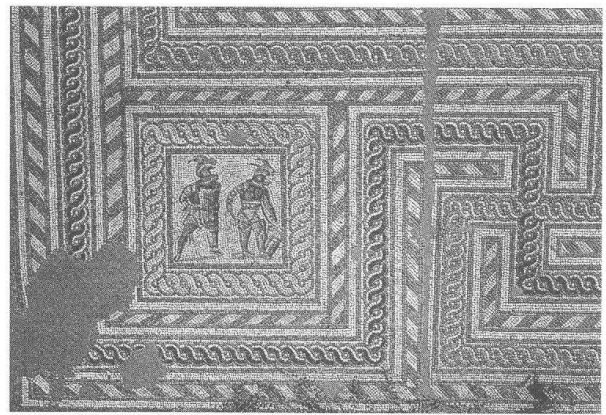


Abb. 13 Augst, Insula 30 (Grabung 1961.51). «Gladiatorenmosaik» im neu restaurierten Zustand (Ausschnitt; Inv. 1961.13829).

## Glas

Auf der Grabung (1994.02) «Jakobli-Haus» in Kaiser-augst wurden am 30.8.1994 zwei zerbrochene Schalen mit Schliffdekor gefunden<sup>33</sup>. Beim Kleben von Glas muss der Restaurator eine ganze Palette von Anforderungen an den Klebstoff stellen. Die wichtigsten davon sind: die Festigkeit der Klebefuge, der Brechungs-

index, das Vergilben, aber auch die Reversibilität der Verbindung, gerade im Hinblick darauf, dass der Alterungsprozess der Glaskleber möglicherweise nach Jahren eine Neurestaurierung erfordert. Zahlreiche Untersuchungen sind hierzu bereits veröffentlicht worden<sup>34</sup>. Im Hinblick auf die Verarbeitung hat sich

31 Vgl. W. Hürbin, Zur Konservierung des Augster Gladiatorenmosaiks. In: *Provincialia*. Festschrift für Rudolf Laur-Belart (Basel/Stuttgart 1968) 105ff. (Abdruck in: *Beiträge und Bibliographie zur Augster Forschung* [Basel 1975] 105ff.).

32 Oberflächenvergütungsmittel auf Wachsbasis der Firma Zimmerli, Zürich.

33 Inv. 1994.02.D03436.3: Schale mit senkrechter Wandung (2 mm dick) und nach aussen geneigtem Rand. Flacher Boden, Mitte leicht verstärkt. Raddurchmesser 15,5 cm. Höhe 9,5 cm. Rand abgesprengt und geschliffen. Wandungsdekor: 2 Rillen, darunter 1 Kerbe sowie drei Reihen auf Lücke gestellter länglich ovaler Facetten, darunter 2 Rillen. Boden, 3–4 mm dick: Kreis unterschiedlich langer, radial angeordneter ovaler Facetten, 1 Kreisrille, 6 randparallel angeordnete Ovalfacetten, darin 3 Reihen

auf Lücke gestellter Facetten. Fast farbloses Glas, ehemals klar, heute irisierend.

Inv. 1994.02.D03436.4: Schale mit senkrechter Wandung (1,5 mm dick) und nach aussen geneigtem Rand. Raddurchmesser 14 cm. Höhe 8,5 cm. Rand abgesprengt und geschliffen. Wandungsdekor: 1 Rille, darunter 1 Doppelrille sowie zwei Reihen auf Lücke gestellter länglich ovaler Facetten, darunter 1 Dreifachrille Boden 2,5–3,5 mm dick: Kreis unterschiedlich langer, radial angeordneter ovaler Facetten, 1 Doppelrille, Mitte: 6 Ovalfacetten. Fast farbloses Glas, ehemals klar, heute irisierend.

34 E. Sander-Conwell, K. Schmitt-Ott, *Arbeitsblätter für Restauratoren*, Gr.5, 1993, 67ff.

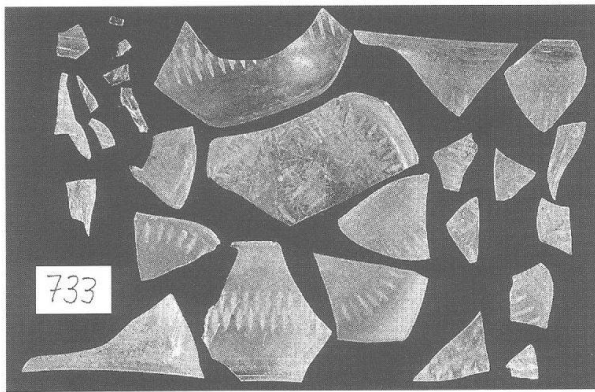


Abb. 14 Kaiseraugst, «Jakobli-Haus» (Grabung 1994.02). Fragmente einer Glasschüssel mit Schliffdekor nach der Reinigung (Inv. 1994.02.D03436.4). M. ca. 1:3.

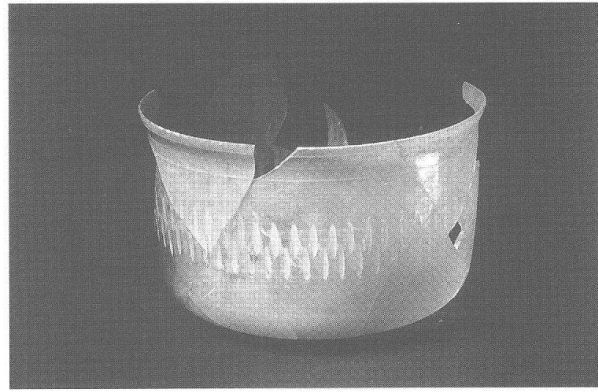


Abb. 15 Kaiseraugst, «Jakobli-Haus» (Grabung 1994.02). Glasschüssel mit Schliffdekor in zusammengesetztem Zustand (Inv. 1994.02.D03436.4). M. ca. 1:3.

die Klasse der UV-härtenden Einkomponentenkleber auf der Basis von Acrylharzen am besten bewährt. Sie werden heute je nach Verwendungszweck in unterschiedlichen Viskositäten angeboten. Allerdings stellt das Vergilben immer noch ein Problem dar, welches sich oftmals nach Jahren recht unangenehm bemerkbar machen kann. Als Test auf der Suche nach einem Kleber mit möglichst geringer Vergilbung wurde die kleinere der oben genannten Schüsseln mit Produkten der Firma Delo<sup>35</sup> geklebt, nach Angaben des Herstellers handelt es sich um epoxidharzmodifizierte Acrylate. Zunächst wurden Vorversuche zur Reversibilität der Klebung mit modernem Glas unternommen: Alle getesteten Kleber waren widerstandsfähig gegen Wasser, Ethanol und Aceton, hingegen war eine Trennung der verklebten Gläser mit Methylenchlorid nach spätestens 24 Stunden ohne weiteres möglich. Für die sogenannte Infiltrationsklebung nach R. Wihr<sup>36</sup> eignete sich das dünnflüssige Produkt (Delo-Photobond 315, Viskosität 70 mPa·s) sehr gut. Für das Ausfüllen von Fehlstellen bewähren sich die Typen 321 (1000 mPa·s) und 322 (6000 mPa·s). Die Festigkeit der Klebefuge ist sehr gut und für restauratorische Anwendungen völlig ausreichend<sup>37</sup>. Die Vergilbung ist minimal, wenngleich immer noch sichtbar. Der geringe Brechungsindex von 1,48 ist allerdings für unsere konkrete Anwendung an den Kaiseraugster Schliffgläsern nicht ausreichend, so dass die Klebefuge sichtbar bleibt. Produkte mit höherem Brechungsindex von derselben Firma haben eine gelbliche Farbe sowie eine für Infiltrationsklebung zu hohe Viskosität oder härten bereits bei Tageslicht aus was von uns als nachteilig empfunden wird<sup>38</sup>. Wir erachten eine Aushärtung unter UV-Licht als besser, weil dadurch der Klebevorgang nicht bereits schon während des Infiltrationsprozesses beginnt, sondern erst dann, wenn der Restaurator es wünscht<sup>39</sup>.

*Zur Restaurierung der kleinen Schale mit Schliffdekor:* Die einzelnen Scherben (Abb. 14) wurden mit Wasser gewaschen, Sinterschichten wurden unter dem Mikroskop mechanisch mittels Skalpell entfernt und die Klebefugen mit Aceton entfettet. Zur Fixierung der einzelnen Scherben benutzen wir wasserlösliche Papierklebestreifen. Diese haben die günstige

Eigenschaft, dass sie beim Befeuchten etwas quellen und sich beim Trocknen wieder zusammenziehen. Dadurch werden die Scherben fest in ihrer Lage zueinander arretiert. Ausserdem besteht bei Klebestreifen aus Kunststoff, neben einer lästigen Dehnbarkeit, immer die Gefahr, dass beim Ablösen von irisierenden Gläsern die Irisschicht mit abgerissen wird. Dieser Mangel tritt bei den wasserlöslichen Streifen nicht auf. Nach dem Zusammensetzen der Schale auf diese Weise lässt man den Klebstoff in die Fugen laufen und bestrahlt im UV-Licht. Bei unseren Klebungen genügten bereits 5 Minuten für eine völlige Aushärtung. Kleine Ausbrüche am Glas wurden mit dickflüssigem Klebstoff ausgefüllt und auf die gleiche Art gehärtet. Die Tatsache, dass die Oberfläche derartiger Klebstoffe nur unter Abwesenheit von Luftsauerstoff aushärtet, empfanden wir nicht als störend, im Gegenteil, so ist es möglich, nicht ausgehärteten Klebstoff mit Ethanol zu entfernen (Abb. 15).

#### Abbildungsnachweis

Abb. 1; 4; 6; 8; 9; 14: Fotos Detlef Liebel.

Abb. 13: Foto Dieter Ohlhorst.

Abb. 2; 3; 5; 7; 10; 11; 12: Fotos Ursi Schild.

Diagramme 1 und 2: Computergrafik D. Liebel

35 Der Firma DELO Industrieklebstoffe, Landsberg (D) sei für die kostenlose Bereitstellung verschiedener Delo-Photobond Klebstoffe an dieser Stelle herzlich gedankt.

36 R. Wihr, Die Restaurierung von Keramik und Glas (München 1977).

37 Scherfestigkeit Typ 315 für Glas/Glas-Klebung (Werksangabe): 32 N/mm<sup>2</sup>.

38 Es sei hier auf die Datenblätter für die einzelnen Klebstoffe verwiesen.

39 Zur UV-Bestrahlung benutzen wir ein Heimsolarium Typ Philips HB311 mit 6 Röhren.

