

JOHN-ALBRECHT KEILER

Bergung und Präparation  
pleistozäner Wirbeltierreste  
unter Berücksichtigung  
des Fossilmaterials  
der Komplexfundstelle  
Untermaßfeld / Südthüringen

HERAUSGEBER: THÜRINGISCHES LANDESAMT FÜR ARCHÄOLOGISCHE DENKMALPFLEGE  
HUMBOLDTSTRASSE 11 · 99423 WEIMAR

REDAKTION: EVA SPEITEL

**Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme**

**Keiler, John-Albrecht:**

Bergung und Präparation pleistozäner Wirbeltierreste unter  
Berücksichtigung des Fossilmaterials der Komplexfundstelle  
Untermaßfeld, Südthüringen/John-Albrecht Keiler. –  
Stuttgart : Theiss, 1995

(Restaurierung und Museumstechnik; Bd. 12)

ISBN 3-8062-1191-4

NE: GT

© Thüringisches Landesamt für Archäologische Denkmalpflege Weimar.  
Alle Rechte vorbehalten. Jegliche Vervielfältigung einschließlich fotomechanischer Wiedergabe  
nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Thüringischen Landesamtes.

Gesamtherstellung: Gutenberg Druckerei GmbH Weimar  
Printed in Germany  
ISBN 3-8062-1191-4

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort .....	4
1. Einleitung.....	5
2. Anatomische und taphonomische Grundlagen .....	5
2.1. Knochen – Aufbau und Zusammensetzung .....	5
2.2. Zähne – Aufbau und Zusammensetzung .....	6
2.3. Taphonomie der Fundstelle Untermaßfeld.....	6
3. Bergungsmethodik am Beispiel Untermaßfeld .....	7
3.1. Anlage der Plangrabung.....	7
3.2. Freilegung .....	8
3.3. Dokumentation.....	8
3.4. Vorkonservierung, Entnahme und Transport .....	10
3.5. Winterfestmachung.....	10
4. Präparation.....	10
4.1. Reinigung des Fundgutes.....	10
4.2. Imprägnierungstechnik.....	11
4.3. Zusammenfügen.....	17
4.3.1. Vorbehandlung .....	17
4.3.2. Klebetechnik .....	17
4.4. Festgesteine – chemische Präparation .....	18
4.5. In situ-Präparate .....	19
4.6. Spezialtechniken .....	20
4.6.1. Transfermethoden .....	20
4.6.2. Ultraschallpräparation .....	22
4.6.3. Laserpräparation .....	22
5. Staffagenbau .....	23
6. Magazinierung.....	23
7. Zusammenfassung.....	24
Literaturverzeichnis .....	25

## Vorwort

Für die Möglichkeit, Studien an den umfangreichen Sammlungsmaterialien des Instituts für Quartärpaläontologie Weimar zu betreiben, danke ich meinem ehemaligen Direktor, Herrn Prof. Dr. Dr. H.-D. Kahlke. Mit Gründung des Instituts für Geowissenschaften der Friedrich-Schiller-Universität Jena konnten die Arbeiten am Bereich Quartärpaläontologie Weimar unter Leitung von Dr. R.-D. Kahlke kontinuierlich fortgeführt werden. Seit 1990 förderten die Deutsche Forschungsgemeinschaft (Projekt Ka. 922/1–1, Ka. 1063/1–2), die Gemeinde Untermaßfeld über das Thüringische Landesamt für Archäologische Denkmalpflege Weimar sowie das Römisch-Germanische Zentralmuseum Mainz in dankenswerter Weise die Geländearbeiten bei Untermaßfeld im Lkr. Schmalkalden-Meiningen.

Den Herren Dr. R.-D. Bleck, Dr. R.-D. Kahlke und Dr. L. Maul (alle Weimar) habe ich für vielfältige Unterstützung und kritische Manuskriptdurchsichten zu danken. Herr Dipl.-Geol. G. Braniek (Weimar) unterstützte die Literaturbeschaffung. Die Fotoarbeiten erledigte in freundlicher Weise Fotomeister Th. Korn (Bereich Quartärpaläontologie Weimar). Frau Dr. E. Speitel (Thüringisches Landesamt für Archäologische Denkmalpflege Weimar) ist für die redaktionelle Bearbeitung des Manuskripts zu danken.

Mein besonderer Dank gilt Landesarchäologin Dr. S. Dušek (Weimar), die die Drucklegung in dieser Schriftenreihe ermöglicht hat.

Weimar, im Januar 1995

John-Albrecht Keiler

# 1. Einleitung

Neue Fossilfundstellen werden meist zufällig entdeckt. Dennoch gibt es bevorzugte Fundplätze für Überreste von Wirbeltieren, z. B. Kies-, Sand- und Lehmgruben, Steinbrüche und Höhlen, weil hier höffige Schichten aufgeschlossen werden. An diesen Stellen setzen in der Regel gezielte wissenschaftliche Ausgrabungen an, die wertvolles Fossilmaterial zutage fördern können. Bedingt durch die Umstände der Entstehung der Fundstellen und die späteren Fossilisationsvorgänge, resultieren verschiedene Erhaltungszustände der Fossilien, nach denen sich wiederum die Methoden der Bergung und Präparation richten sollten.

In der deutschsprachigen Fachliteratur gibt es bis heute kein umfassendes Werk über die Präparation känozoischer Wirbeltierreste. Die Arbeiten zu speziellen Fragestellungen dieses Themas sind in der deutschen und internationalen Literatur verstreut.

In England und Nordamerika existieren gewissenhaftliche Handbücher, die aber nur in wenigen Kapiteln diese Fragestellungen mehr oder weniger ausführlich behandeln. Sie gehen meist nicht auf alle heute bekannten Methoden ein.

Bis Ende des vorigen Jahrhunderts wurde fast ausschließlich auf mechanischem Wege und zum Großteil manuell präpariert. Entscheidende Fortschritte in der Bergungs- und Präparationstechnik sind Ende der 20er Jahre, analog zu den Erfindungen der deutschen

Polymerchemie zu verzeichnen. Seitdem wurden und werden die Präparationsmethoden immer weiter entwickelt und besonders unter Nutzung angewandter chemischer Kenntnisse wie auch der modernen apparativen Möglichkeiten verfeinert und verbessert.

Mit der vorliegenden Arbeit soll der Versuch unternommen werden, eine Übersicht über die verschiedenen Methoden der Bergung und Präparation pleistozäner Wirbeltierreste zu geben, insbesondere durch die Einarbeitung sowohl grundlegender als auch weiterführender Literaturhinweise. Darüber hinaus wird an einem speziellen Beispiel über die Anwendung der zum Teil neuartigen oder modifizierten Techniken bei der Bergung und Präparation des unterpleistozänen, aus einem Lockersediment stammenden Wirbeltiermaterials der Komplexfundstelle Untermaßfeld bei Meiningen berichtet.

Besonders hilfreich waren das umfangreiche, zum Teil historische und damit verschiedene Präparationstechniken dokumentierende Vergleichsmaterial (ca. 30 000 Großsäugerreste) des Bereiches Quartärpaläontologie Weimar des Institutes für Geowissenschaften der Friedrich-Schiller-Universität Jena (ehemals Institut für Quartärpaläontologie Weimar), die mehrjährige Arbeit des Verfassers als örtlicher Grabungsleiter und nicht zuletzt die Erfahrungen bei der Anfertigung mehrerer tausend Einzelpräparate pleistozäner Wirbeltierreste unterschiedlicher Altersstellung.

## 2. Anatomische und taphonomische Grundlagen

Zum besseren Verständnis der Fossilisationsprozesse und der daraus resultierenden Erhaltungszustände ist es Voraussetzung, sich über Aufbau und chemische Zusammensetzung rezenter Knochen und Zähne einen Überblick zu verschaffen. Aus der Kenntnis solcher Vorbedingungen läßt sich mitunter eine optimale Behandlung des Fossilmaterials während der Bergung und Präparation ableiten (vgl. U. STAESCHE 1974, 23 ff.). Insbesondere in den Abschnitten der vorliegenden Arbeit, die sich mit Fragen der Konservierung und Aufbewahrung von pleistozänen Wirbeltierresten befassen, wird hierauf Bezug genommen. Darauf aufbauend werden die taphonomischen Verhältnisse einer ausgewählten Fundstelle (Untermaßfeld) beschrieben.

### 2.1. Knochen – Aufbau und Zusammensetzung

Bei den Wirbeltieren werden entsprechend ihrer Funktion und der daraus abgeleiteten Morphologie mehrere Knochentypen unterschieden (siehe z. B. T. KOCH/R. BERG 1985, 41 ff.).

Lange Knochen (*Ossa longa*) befinden sich in den Extremitäten und haben dort vorrangig Hebelfunktion. Sie bestehen aus einem röhrenförmigen Schaft (*Diaphyse*) und zwei Enden (*Epiphysen*). Zwischen Schaft und Enden befindet sich der Bereich der Knochenneubildung, dieser wird als *Metaphyse* bezeichnet. Oft sind auch Knochenfortsätze (*Apophysen*) vorhanden. Kurze Knochen (*Ossa brevia*) fungieren als vergrößerte Ansatzfläche für Muskeln (Schulterblatt, Rippen) oder

schützen innere Organe (Schädelknochen). Sie sind oft durch Nähte (Suturæ) starr miteinander verbunden. Pneumatisierte Knochen (Ossa pneumatica) sind eine Variation platter Knochen. Bei ihnen fehlt die Spongiosa, dafür enthalten sie gewichtsreduzierende Hohlräume (einige Schädelknochen, einige Gliedmaßenknochen der Vögel). Sesamknochen (Ossa sesamoida) werden in den Sehnen der Extremitäten zur Modifizierung der Druck-Zug-Vektoren gebildet. Eingeweideknochen (Ossa visceralia) sind nur bei einigen Tierarten und in wenigen Organen anzutreffen (z. B. Penisknochen der Carnivoren, Herzknochen der Rinder).

Am Knochenquerschnitt erkennt man die außenliegende dichte Kompakta-Schicht (Substantia compacta), im Inneren die gitterförmige Spongiosa (Substantia spongiosa). Der Hohlraum der Röhrenknochen (Cavum medullare) ist mit Mark (Medulla ossium) gefüllt. Die Spongiosa besteht aus kleinen Knochenbälkchen, die entsprechend den Druck- und Zugbahnen ausgebildet und angeordnet sind. Ändern sich die physikalischen Größen im Leben eines Knochens, werden analog die Spongiosa-Strukturen umgebildet. In den Spongiosa-Hohlräumen (Cellulae medullares) befindet sich das rote Knochenmark als Blutzellen bildendes Organ (J. DOBBERSTEIN/T. KOCH 1953, 3).

Chemisch setzt sich das Knochengewebe zu ca. 35 % aus einer organischen Matrix und zu ca. 65 % aus dem anorganischen Mineral zusammen. Die organische Matrix besteht zu ca. 95 % aus Kollagen und zu ca. 5 % aus anderen Proteinen. Das Knochenmineral in seinen Hauptbestandteilen Apatit (incl. Hydroxylapatit) und Carbonat hat folgende Zusammensetzung:

Ca<sup>++</sup> durchschnittl. 25 %, PO<sub>4</sub><sup>--</sup> durchschnittl. 37 % und CO<sub>3</sub><sup>--</sup> durchschnittl. 5,5 % (J. FRANKE/H. RUNGE 1987, 30 ff.).

Bei rezenten Rindern fanden STEGMANN/JUNG (1960) einen Gehalt an organischer Substanz zwischen 15–33 %, an Ca<sup>++</sup> 35–36,1 % und an PO<sub>4</sub><sup>--</sup> von 51–51,2 %. R. KLEMENT (1937) ermittelte einen durchschnittlichen Gehalt an CO<sub>3</sub><sup>--</sup> in rezenten Knochen von 6–7 % (beide zit. nach H. D. PFLUG/G. STRÜBEL 1967, 12 ff.).

Trotz gewisser Abweichungen der einzelnen Werte, die artgebundene, ernährungsbedingte, individuelle und altersabhängige Unterschiede dokumentieren, werden die Relationen der Gehalte der anorganischen Hauptbestandteile zueinander deutlich.

## 2.2. Zähne – Aufbau und Zusammensetzung

Säugetiere haben ein thekodontes Gebiß. Das bedeutet, die Zähne besitzen Wurzeln, die in den Kiefern verankert sind. Der in physiologischer Stellung sichtbare Teil des Zahnes heißt Zahnkrone (Corona dentis), der im Kiefer steckende Teil Zahnwurzel (Radix dentis). Der oftmals nicht klar von der Wurzel abgrenzbare kronenseitige Bereich wird als Zahnhals (Collum dentis) bezeichnet.

Die Zahnkrone besteht aus radiär angeordneten Prismen, dem Zahnschmelz (Enamelum), einer ausgesprochen harten Substanz. Die Zahnwurzel wird vom Zahnzement (Cementum) umhüllt. Der gesamte Zahn enthält in seinem Inneren das Zahnbein (Dentin). Im Zahnbein wiederum befindet sich ein Hohlraum (Cavitas dentis), der mit Zahnmark (Pulpa dentis) ausgefüllt ist.

Alle Zahngewebe lebender Zähne enthalten anorganischen Verbindungen in verschiedenen Anteilen Wasser, Zahnapatite (Calciumphosphate), Magnesiumphosphat und in geringen Mengen eine Vielzahl anderer Verbindungen. Der Gehalt an organischen Bestandteilen stellt sich im wesentlichen folgendermaßen dar:

- Zahnschmelz: – Kollagen, weitere Proteine, Peptide, Zitronensäure
- Zahnzement: – Kollagen
- Zahnbein: – Kollagen, weitere Proteine, Kohlenhydrate, Lipide, Zitronensäure, Milchsäure
- Zahnmark: – Kollagen, weitere Proteine, Lipide, DNA, RNA

(G.-H. SCHUMACHER/H. SCHMIDT 1982, 15 ff.).

## 2.3. Taphonomie der Fundstelle Untermaßfeld

Nach den vorliegenden Forschungsergebnissen gilt es biostratigraphisch und geologisch als gesichert, daß es sich bei der Fundstelle Untermaßfeld um eine Hochterrasse unterpleistozänen Alters handelt (J. ELLENBERG/R.-D. KAHLKE [im Druck], R.-D. KAHLKE/J. ELLENBERG 1990, 31 f.). Im Bereich der Fundstelle wird ein fluviatiler Sandkörper mit einer maximalen Mächtigkeit von 8 Metern angetroffen, der hangwärts mit Muschelkalk-Schuttfächern verzahnt ist. Funde traten ausschließlich in einer hierin befindlichen Erosionsrinne auf.

Bisher nachgewiesen werden konnte folgendes Faunenspektrum: Pisces, Amphibia, Reptilia, Aves, Mam-

malia: Bovidae, Cervidae, Suidae, Hippopotamidae, Equidae, Rhinocerotidae, Elephantidae, Ursidae, Hyaeidae, Canidae, Felidae, Mustelidae, Lagomorpha, Rodentia, Insectivora, Cercopithecidae (R.-D. KAHLKE 1985, 227; 1987; 1992, 59 ff.; 1994, 107 ff.).

Das gesamte Grabungsareal war im Hangenden mit stark Muschelkalkschutt führenden Deckschichten bedeckt. Hieraus und besonders durch den hangwärts anstehenden und teilweise stark erodierten Muschelkalk erklärt sich die durch Sickerwässer beförderte Carbonatimprägung der Fundstelle. Diesem Umstand verdanken die hier angetroffenen Vertebratenreste ihre Überlieferung.

Zur Zeit der Bildung der Fundstelle wurden vermutlich die während eines Flutereignisses ertrunkenen Tiere als Kadaver angetrieben und in einem Ruhigwasserbereich der Urwerra an natürlichen Fängern, wie Treibholz, konzentriert (R.-D. KAHLKE, im Druck b). Durch Verwesung platzten die Kadaver auf und sanken zum Teil ab bzw. wurden durch aasfressende Carnivoren (z. B. *Pachycrocuta brevirostris*) zerlegt, was zahlreiche Fraßspuren an Knochen und Knochenfragmenten belegen. Zusätzlich denkbar wären auch Beutekämpfe mit mortalem Ausgang für einige Individuen. Reste terrestrischer Kleinvertebraten der Fundstelle stammen wahrscheinlich vorrangig aus Gewöllen von Greifvögeln (L. MAUL, im Druck) oder stellen die Überreste von in Erdbauen ertrunkenen Individuen dar.

Im weiteren Verlauf wurden die Weichkörper der angeschwemmten Kadaver durch terrestrische wie durch

aquatische Aasfresser und durch Verwesung abgebaut. Da am Fossilmaterial keine primären Verwitterungsspuren nachweisbar sind, kann man davon ausgehen, daß eine rasche Sedimentüberdeckung eintrat, wahrscheinlich verursacht durch ein weiteres plötzliches Flutereignis.

Postsedimentär wurden nahezu sämtliche organischen Knochenbestandteile mikrobiell-chemisch abgebaut und in dem durchfeuchteten Sand ausgelaugt, wie ein Säureaufschluß (HCl, Vergleichsprobe am rezenten Großsäugerknochen) des untersuchten Fossilmaterials zeigte. Auch die chemische Analyse des fossilen Knochenmaterials von Untermaßfeld durch R.-D. BLECK (1992) belegt eindeutig die schon durch fazielle Beobachtungen gewonnene Auffassung, daß es sich bei den Funden um eine mineralische Überlieferung handelt. Die im Vergleich zum rezenten Knochen (vgl. Abschn. 2.1.) nahezu verdoppelten Carbonatwerte ( $\text{CO}_3^{--}$  ca. 13 %) und die damit einhergehende Verringerung der Phosphatwerte stehen im Einklang mit der Auffassung von H. D. PFLUG/G. STRÜBEL (1967, 21), daß mit zunehmendem geologischen Alter der Calciumphosphatanteil schwindet (E. M. WHITE/L. A. HANNUS 1983, 316 ff.) bzw. daß bei dem vorliegenden Fossilmaterial eine Carbonatimprägung und eine Remineralisierung stattgefunden hat. Mikrofaziell lassen sich Erscheinungen beobachten, die einerseits in Richtung einer Demineralisierung (Lösungserscheinungen), andererseits zur Remineralisierung (überschwere fossile Knochen) tendieren. Bodenbildungen waren im Sandkörper nicht nachweisbar, wohl aber zahlreiche Wurzelätzspuren unbestimmten Alters.

### 3. Bergungsmethodik am Beispiel Untermaßfeld

#### 3.1. Anlage der Plangrabung

Bevor mit einer gezielten wissenschaftlichen Plangrabung begonnen werden kann, sollten die methodischen Voraussetzungen und deren Umsetzungsmöglichkeiten im Gelände geklärt sein. In vorliegender Studie werden an einem aktuellen Beispiel die Methoden der Ausgrabung und Bergung pleistozäner Wirbeltierreste aus Lockersedimenten beschrieben.

In der Quartärpaläontologie bedient man sich vorrangig archäologischer Ausgrabungsmethoden. Art und Realisierung richten sich immer nach den örtlichen Gegebenheiten und den zur Verfügung stehenden materiellen Mitteln. Zahlreiche Publikationen geben hierzu wertvolle theoretische Hilfen und auch praktische Erfahrungen wieder (F. DREVERMANN 1928, 289 ff.; M. G. PROKHOROV 1929, 1 ff.; B. HAUF 1930,

9 ff.; J. WEIGELT 1931, 72 ff.; F. v. HUENE 1933, 129 ff.; CH. L. CAMP/G. D. HANNA 1937, 1 ff.; H. R. v. LILIENSTERN 1938, 56 ff.; A. BENTZ 1961, 1 ff.; D. R. BROTHWELL 1963; E. H. COLBERT 1965, 302 ff.; B. KUMMEL/D. RAUP 1965, 137 ff.; R. F. SPIER 1970; L. WOOLEY 1970; I. W. CORNWALL 1974, 204 ff.; W. HEINRICH et al. 1975, 579 ff.; E. SCHMIEJA 1979, 113 ff.; M. JOUKOWSKY 1980; K. ADAM et al. 1983, 16 ff.; N. H. AGNEW/W. B. OXNAM 1983, 219 ff.; N. H. AGNEW 1984, 87 ff.; K. W. TUBB 1985, 17 ff.; W. HÄHNEL 1986, 265 ff.; H. H. CONVERSE jr. 1989, 15 ff.; PH. BARKER 1993; H.-J. LIERL 1993, 93 ff.).

Im Januar 1978 wurde ein Mitarbeiter der Staatlichen Museen Meiningen über die Entdeckung großer Knochen in der Sandgrube Untermaßfeld bei Meiningen

informiert und von diesem zuständigkeithalber das Institut für Quartärpaläontologie Weimar in Kenntnis gesetzt. Bereits die daraufhin eingeleitete Notbergung durch Mitarbeiter des Institutes erbrachte Funde, die auf eine große paläontologische Bedeutung der Fundstelle hinwiesen. In Folge begannen die bis heute andauernden Plangrabungen (R.-D. KAHLKE 1991, 13 f.; im Druck a).

Zuerst bestimmte man die ungefähre flächenmäßige Ausdehnung der Fundschicht anhand geologischer und geomorphologischer Befunde. Nach Abtragung der bis zu 3 Meter mächtigen Deckschichten mit schwerer Technik (Taf. 1, oben) wurde als Bezugspunkt für die Einmessung der Fundhöhen ein Nullpunkt festgelegt und durch ein farbiges Eisenrohr markiert. Ein eingenordetes Planquadratnetz wurde angefertigt, und die Planquadrate wurden mit einer Kantenlänge von 1 Meter fortlaufend numeriert (Q1–Q1000). Als feste Meßpunkte zum Abstecken der Planquadrate im Gelände wurden einige Eisenrohre im Abstand von jeweils 4 Metern senkrecht eingeschlagen. Das Planquadratnetz wird mittels Nivelliergerät, Winkelspiegel und Peilstangen planparallel zur Horizontalebene auf die auszugrabenden Abschnitte übertragen (vgl. W. ZILL 1963). Die einzelnen Quadrate werden mit eigens dafür angefertigten farbigen Stahlnadeln an ihren Eckpunkten abgesteckt. An diesen werden witterungsbeständige Plastikkärtchen mit den entsprechenden Quadratbezeichnungen (Verwendung eines licht- und wasserfesten Stiftes!) und einem Nord-Pfeil befestigt. In den so vorbereiteten Grabungsabschnitten kann mit der Freilegung der Fossilien begonnen werden.

### 3.2. Freilegung

Um die Funde nicht zu beschädigen, wird das Sediment vorsichtig mit kleinen Schaufeln und Spachteln abgetragen. Am Fundstück selbst wird unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Erhaltungszustände teilweise nur mit dem Pinsel gearbeitet (Taf. 1, unten). Die Erhaltung schwankt zwischen krümelig-seifig und kompakt-hart. Funde in augenscheinlich guter Erhaltung werden vollständig freigelegt, z. T. aufgesockelt und zur Lufttrocknung und Dokumentation in ihrer ursprünglichen Lage belassen (Taf. 2). Bei imbrikationsartigen Fossilkonzentrationen gestaltet sich die Freilegung mitunter recht kompliziert, da oft eine größere Anzahl verschiedener Skelettelemente im direkten Kontakt untereinander verzahnt sind. Bruchgefährdete Stücke werden entweder in einem umhüllenden Sedimentblock belassen oder einer konsolidierenden Vorkonservierung (Imprägnierung mit Kunstharzlösung im getrockneten Zustand) unterzogen.

Zur Gewinnung von Kleinvertebraten- und Molluskenresten werden von dem durch die Freilegung gewonnenen Sediment pro 25 cm-Tiefenschnitt definierte Mengen pro Planquadrat geschlämmt (bis 1993 ca. 165 t). Hierbei wird mit Sieben verschiedener Maschenweite bis zu einem Minimum von 0,70 mm gearbeitet, um die Erfassung aller in der Probe vorhandenen Kleinfunde zu gewährleisten. Durch diese Methode sind qualitative wie quantitative Aussagen möglich. Trotz umfangreicher Beprobung fallen große Mengen Sediment an, die nicht weiter zu verwerten sind. Um die Grabung freizuhalten, werden sie mit Hilfe von Förderbändern in einen bereits abgegrabenen Bereich verbracht.

### 3.3. Dokumentation

Zur Sicherung der für die anschließende Auswertung notwendigen Daten wird eine Vielzahl verschiedener Befunde der gesamten Grabungssituation dokumentiert.

Voraussetzung hierfür ist das erwähnte Planquadratnetz und die Festlegung einer relativen Bezugshöhe, des sog. 0-Niveaus. Zur Funddokumentation, zur Hilfestellung bei der Präparation und für die Publikationen werden von den freigelegten Fundstücken, von besonderen Fundsituationen und geologischen Befunden Schwarzweiß- und Farbaufnahmen angefertigt (Taf. 3). Jeder einzelne Fund wird entsprechend seiner jeweiligen Raumkoordinaten maßstabsgerecht (1:10) zunächst in ein Feldblatt (Millimeterpapier) eingezeichnet, später im Zeichenatelier des Institutes auf eine Reinzeichnung (Feldreinblatt) und anschließend auf einen Hauptplan (Reinblatt) übertragen (Abb. 1).

Zusätzlich werden zur Dokumentation der geologischen Befunde regelmäßig Stoßkartierungen durchgeführt (vgl. R.-D. KAHLKE 1987, Anl. 7–10) sowie die vorliegenden Profile fotografisch aufgenommen.

Jedes Fundstück erhält vor der Bergung einen Fundzettel (Abb. 2) mit folgenden Angaben: Bezeichnung der Fundstelle, Datum, Planquadrat- und Fundnummer, relative Höhe, Bemerkungen. Dieser Zettel verbleibt fortan bei dem Fundstück (Transport, Präparation, Katalogisierung). Untergipste Stücke beschriftet man zusätzlich auf der Staffage. Schlammproben erhalten ebenfalls einen Fundzettel (Abb. 3), ergänzt durch die Angabe der geschlämmten Sedimentmenge.

Wöchentlich werden der Grabungsfortschritt fotografisch dokumentiert und in einem vom Grabungsleiter geführten Grabungsbuch alle Daten und ergänzenden Anmerkungen festgehalten.



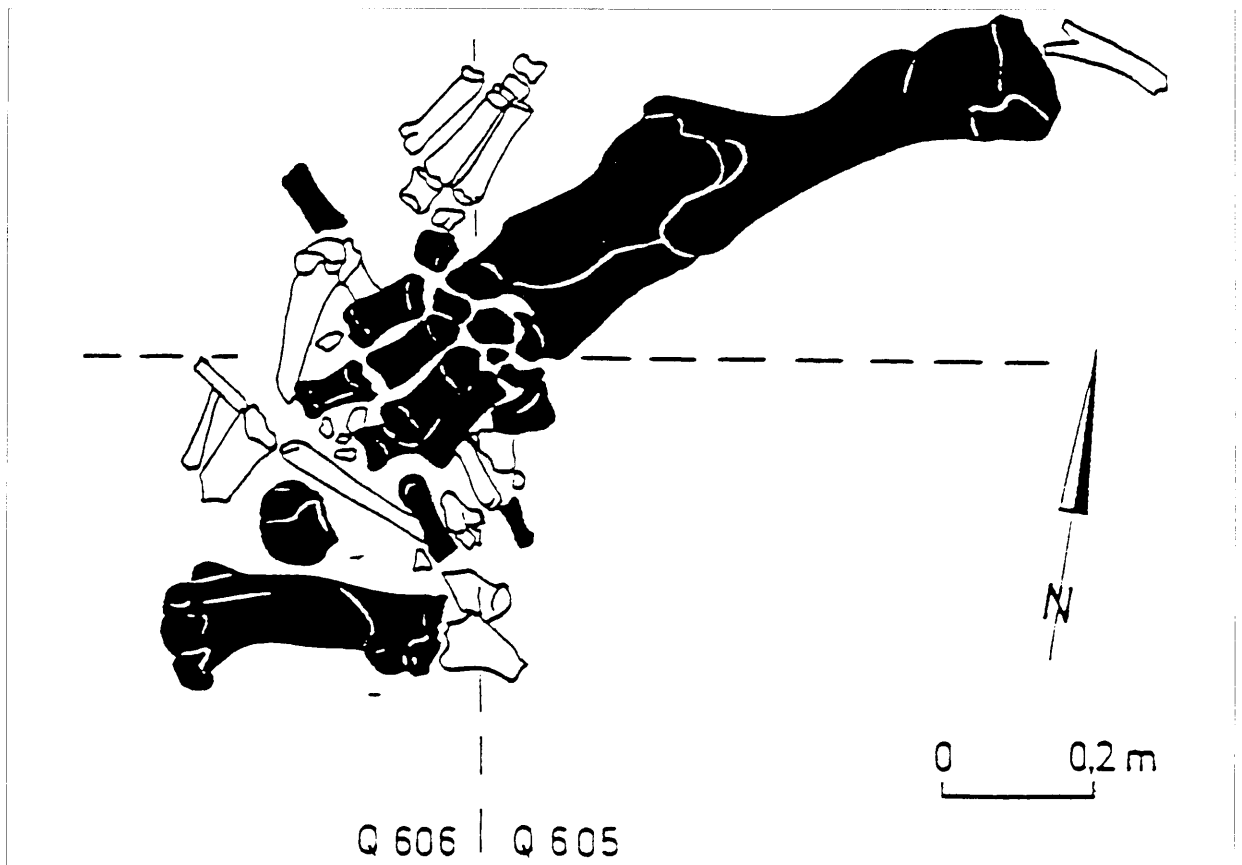


Abb. 1 Ausschnitt aus dem Hauptplan der Grabung Untermaßfeld, linke Vorderextremität von *Hippopotamus amphibius antiquus* im artikulierten Knochenverband zwischen Skelettresten anderer Arten (nach R.-D. Kahlke, im Druck b)

<b>Untermaßfeld - Grabung 1993</b>	
FSU, BER. QUARTÄRPALÄONTOLOGIE	
Fund entnommen:	
Datum:.....	Planquadrat:....
Höhe: von .... bis .... über 0	
von .... bis .... unter 0	
Anmerkung:	
Photo:	
Kleinbild	<input type="radio"/> s/w <input type="radio"/> Dia
6 x 6	<input type="radio"/> s/w <input type="radio"/> Dia
Objekt-Nr.: ....	
Grabungsplan Blatt-Nr.: ....	
IQW-Katalog-Nr.: ....	

Abb. 2 Fundzettel der Grabung Untermaßfeld

<b>Untermaßfeld - Grabung 1993</b>	
FSU, BER. QUARTÄRPALÄONTOLOGIE	
Schlammprobe:	
Datum:.....	Planquadrat:....
Höhe: von .... bis .... über 0	
von .... bis .... unter 0	
Anmerkung:	
Maschenweite: <input type="radio"/> 0,71 mm <input type="radio"/> 2,0 mm	
Ausgangsmenge: ..... 1	
(1 Kiste entspr. 10 l)	

Abb. 3 Schlammprobenzettel der Grabung Untermaßfeld

### 3.4. Vorkonservierung, Entnahme und Transport

Ein Großteil der Funde läßt sich ohne Schwierigkeiten vom Sediment lösen und wird zusammen mit dem Fundzettel in Schachteln oder Kisten, dort zum Teil in einem Sandbett, verwahrt.

Bei stark zerbrochenen und krümelig-seifigen Fundstücken ist eine konsolidierende Vorkonservierung notwendig (J. YPEY 1964, 39 ff.; vgl. auch I. W. CORNWALL 1974, 210). Hier wird mit dem gleichen Imprägnierungsmittel (Harnstoffharz- oder Resamin-Mowital-Lösung) gearbeitet wie in der Präparation. Mit Hilfe einer Glasspritze oder eines Pinsels tropft man das Imprägnierungsmittel auf das zuvor in situ getrocknete Stück, bis es gesättigt ist. Manchmal ist es aus statischen Gründen notwendig, auch Teile des Sediments mit zu verfestigen. Bei der Präparation werden diese wieder abgelöst.

Die Entnahmen größerer oder instabiler Fundstücke sowie ganzer Fundkomplexe gestaltet sich schwieriger. Ohne Hilfskonstruktionen würden sie bereits beim ersten Versuch der Entnahme auseinanderbrechen (I. C. REIMANN 1952, 529; E. S. RIGGS 1952, 24 f.). Seit einigen Jahren hat sich hier das material- und gewichtssparende Untergipsen bewährt. Zunächst wird das Einzelstück oder der Komplex aufgesockelt und in das Sediment des Sockels eine breite, umlaufend unterschneidende Rille eingearbeitet. Diese z. T. bewehrte Rille wird mit Gips ausgespachtelt bzw. ausgegossen. Zusätzlich kann der Gips noch überkragt werden, um ein etwaiges Verrutschen von Fossilsplintern während des Transportes auszuschließen. Grundsätzlich sollte immer beachtet werden, daß der Fund keinen direkten Kontakt zum Gips bekommt, da diese

Verklebungen zusätzlichen Präparationsaufwand bedingen. Deshalb wird in einigen Fällen vor dem Gipsen nasses, saugfähiges Papier auf die freiliegende Fossiloberfläche kaschiert. In den Gips kann man zur Transporterleichterung aus Schweißdraht zurechtgebogene Griffe eingießen. Vor Entnahme sollte das staffierte Stück möglichst einen Tag in situ belassen werden, um eine vollständige Aushärtung und zumindest teilweise Trocknung zu gewährleisten (Taf. 4 und 5).

Zur weiteren Transportsicherung können die Stücke in große offene Leichtmetallkisten gesetzt, mit Folie abgedeckt und ringsherum mit Bauschaum ausgeschäumt werden. Wöchentlich bringt ein Kleinbus die geborgenen Funde zur Präparationsstätte.

### 3.5. Winterfestmachung

Zur Sicherung der Grabung vor Witterungseinflüssen und daraus resultierenden Schäden ist es notwendig, am Ende jeder Grabungssaison die aktiven Abschnitte vor allem vor Frost zu schützen. Ansonsten wären die über den Winter freiliegenden Grabungsflächen und Profile einer Zerstörung durch Zerfrieren ausgesetzt und somit die im Sediment enthaltenen Fossilien gefährdet. Diesem Problem wird durch ein Isolieren mit Strohballen und Überspannen mit Plastikfolie begegnet. Die so weitgehend vor Frost geschützten Grabungsabschnitte zeigen gegenüber den im Winter freiliegenden Flächen kaum Frostschäden. Da die Entfernung des über den Winter z. T. angefaulten und verjauchten Strohs zum Beginn der Grabungssaison mitunter sehr unangenehm ist, wurde alternativ erprobt, die Grabungswände durch angeschütteten Sand zu schützen, was mit Erfolg gelang.

## 4. Präparation

### 4.1. Reinigung des Fundgutes

Der erste Schritt der Präparation ist die Reinigung der Fossilien im Präparationslabor. Grundsätzlich ist die Entscheidung, das Fundstück einer Naß- oder Trockenbehandlung zu unterziehen, vom Gehalt an organischer Substanz abhängig. Gerade bei jungpleistozänem Material sind oft die organischen Bestandteile nur in geringem Maße ausgelaugt bzw. zersetzt. Hier ist bereits bei der Austrocknung im Gelände mit starken Schrumpfungsrissen und Deformationen zu rechnen, häufig begünstigt durch eine sekundäre Demineralisierung des Fundstückes. Aus diesem Grund sind bei der zu wählenden Ausgrabungs- und Ber-

gungsmethodik Unterschiede im geologischen Alter und z. T. daraus resultierende fazielle Besonderheiten zu berücksichtigen. Dies bedeutet, daß bei schrumpfung- und rißgefährdetem Fundgut möglichst bergfeucht zu bergen und zu konservieren ist. Aber gerade hier treten nach wie vor methodische Unsicherheiten auf, besonders in Hinsicht auf die konsolidierende Imprägnierung. Einige Aspekte dieser Probleme sind in Abschn. 4.2. beschrieben.

Wie bereits erwähnt, stützen eigene Untersuchungen wie auch die Analyse von R.-D. Bleck (Untersu-

chungsbericht 1992) die Vermutung, daß es sich bei dem Untermaßfelder Knochenmaterial um eine nahezu rein mineralische Erhaltung handelt. Aus diesem Grund ist es möglich, das Fundmaterial sowohl einer Naß- als auch einer Trockenbehandlung zu unterziehen, da weder Trocknungs- noch Quellrißbildungen zu erwarten sind. Inzwischen konnte dies durch über 10 000 Präparate bestätigt werden.

Augenscheinlich stabile Stücke und Splitter werden mit Wasser abgespült und somit von anhaftenden Sedimentresten, wie Schluff und Sand, befreit. Anschließend trocknet man sie auf einem Infrarotlicht-Trockentisch. Diese Methode hat sich gegenüber dem Einsatz herkömmlicher Heizlampen als vorteilhafter erwiesen, da das infrarote Licht offenbar tiefer in die Stücke einzudringen vermag und diese gleichmäßiger austrocknet (J. ERSFELD 1955, 142). Dadurch wird die Gefahr von Spannungsrissen durch ungleichmäßige Austrocknung verringert.

Instabiles Material, d. h. aus mürben Splintern oder seifig-pulvriger Masse bestehende Stücke, müssen trocken gereinigt werden. Hier arbeitet man mit unterschiedlich harten Pinseln und Instrumenten aus der Dentaltechnik. Oftmals ist es auch erforderlich, kleine Bereiche sukzessive vom Sedimentrest zu befreien und sofort zu imprägnieren. Anderenfalls würden zu große freigelegte, aber nicht konsolidierte Fossilteile zerbröckeln oder zerfallen, da ihnen die Eigenfestigkeit fehlt.

Mit dem Imprägnierungsmittel (Kunstharzlösung) im Gelände vorkonservierte Fossilien können mit einem geeigneten Lösungsmittel, in unserem Fall mit Ethylacetat, vorsichtig an der Oberfläche gereinigt werden. Setzt man allerdings zu viel Lösungsmittel mit einem Mal ein, läuft das Stück Gefahr, durch Anlösung des konsolidierenden Imprägnierungsmittels auseinanderzuberechnen.

In einigen Fällen war es aus statischen Gründen notwendig, erst das Fundstück samt Matrix vollständig zu durchtränken und anschließend das Sediment mit Lösungsmittel zu entfernen.

Eisenoxidfärbungen und -flecken werden nicht entfernt, das originale optische Bild der überlieferten fossilen Knochen bleibt erhalten („Rostfleckenentfernung“, vgl. R. T. BRUNSTETTER 1988, 106 f.).

Einige Fossilreste sollten immer unkonserviert und luftdicht verpackt als Probenmaterial für verschiedene Verfahren (z. B. Altersbestimmung, chemische Analysen) aufbewahrt werden.

## 4.2. Imprägnierungstechnik

Die Verfestigung weicher oder mürber Wirbeltierfossilien ist bis in die heutige Zeit hinein ein kompliziertes Problem- und Aufgabenfeld der paläontologischen Präparation geblieben. Hier muß oft schon bei der Vorkonservierungs- und Bergungsmethodik im Gelände angesetzt werden. Mitunter sind die Fossilien stark zerdrückt oder ausgelaugt, so daß ihnen die innere Stabilität fehlt. Sie werden dann nur noch durch das sie umgebende Sediment fixiert, können aber in diesem Zustand nicht geborgen werden. Die Fundstücke müssen deshalb erst verfestigt werden, zumeist durch eine konsolidierende Tränkung.

Aber selbst eine Reihe ohne Hilfsmaßnahmen bergungsfähiger Fossilien bedarf nicht selten vor bzw. während der Präparation einer Verfestigung, um nicht beschädigt oder zerstört zu werden. Der Präparator kann hier in Abhängigkeit von der Materialbeschaffenheit und der Ansprüche an das spätere Präparat entscheiden, welche Imprägnierungsmethode er wählt.

In der Rückschau auf die historische Entwicklung der verschiedenen konsolidierenden Imprägnierungsmethoden, ist es schwierig, entsprechende Literatur des 19. Jahrhunderts halbwegs vollständig zu erfassen. Das liegt vor allem an der bis heute lückenhaften bibliographischen Aufarbeitung dieses Themas.

Die folgende Charakterisierung verschiedener Imprägnierungsmethoden spannt einen Bogen vom 19. Jahrhundert bis in die jüngste Zeit und kennzeichnet zugleich die wichtigsten zur Anwendung kommenden chemischen Verbindungen, ohne allerdings Anspruch auf Vollständigkeit erheben zu können. Es wurde aber entsprechende primäre und weiterführende Literatur eingearbeitet. Wichtig für den Präparator sind grundlegende Kenntnisse über die chemischen und physikalischen Eigenschaften der verwendeten natürlichen und synthetischen Verbindungen, ihrer Monomere und Copolymere, da sonst eine gezielte und fachgerechte Anwendung einer Imprägnierungsmethode im speziellen Fall kaum möglich ist (Grundlagen und Querverweise finden sich bei M. BÖTLER 1907, 1919; F.L.J. BOETTCHER 1912, 697 ff.; L. E. ANDES 1924, 1928; O. NOUVEL 1931; H. WAGNER 1936; F. PABST/R. VIEWEG 1938; G. ZEIDLER 1948; A. SCHMIDT 1956; A. E. WERNER 1959, 585 ff.; 1964, 5 ff.; 1981, 321 ff.; P. GAUDEL 1960, 169 ff.; 1962, 224 ff.; J. A. HEDVALL 1962; R. HOSEMANN 1964, 12 ff.; R.-D. BLECK 1966, 151 ff.; 1984a, 1990, 1992; F. M. P. HOWIE 1984, 92 ff.; J. HUCKE/R.-D. BLECK 1985).

Bereits im 19. Jahrhundert versuchte man das Problem instabiler fossiler Wirbeltierreste mittels einer konsolidierenden Konservierung zu bewältigen. Dabei beschränkte man sich in der Anwendung auf wenige zur Verfügung stehende, z. T. aus der Pharmazie stammende Reagenzien, in der Regel ohne wichtige chemische und physikalische Eigenschaften dieser Naturstoffe zu berücksichtigen. Verwendet wurden hauptsächlich wasserlösliche organische Leime, wie Gelatine, Fischleim und Stärkekleister oder Dispersionen kautschukähnlicher Pflanzensäfte (F. RATHGEN 1898, 130).

In der zeitgenössischen Literatur wurden solche Reagenzien beispielsweise wie folgt beschrieben:

„Gelatina animalis alba.

Herkunft. Aus Thierknochen durch Kochen mit Wasser gewonnen. Charakteristik. Dünne, durchsichtige Blättchen, die sich in 100 Th. heissem Wasser zu einer farblosen, geruchlosen, klaren Flüssigkeit lösen.“

„Gummi arabicum (Gummi acaciae).

Herkunft. Der aus Rissen der Rinde von Acacia Verek (Mimosaceen) ausfließende und zu Knollen erhärtete Saft.

Charakteristik. Farblose, durchsichtige oder weisse, undurchsichtige, nicht hygroskopische, geruchlose Stücke von fadem Geschmack, die sich in der doppelten Menge Wasser langsam zu einem gelblichen Schleime auflösen. Sie stellen eine sauer reagierende Verbindung von Arabin mit Kalk dar.“

(E. WERNER o. J., um 1870, 6)

„Die Hausenblasenlösung wird übrigens noch als ein feiner Leim zum Kitten und Leimen von allerlei Gerätschaften mit Vortheil benutzt. Ein bekannter aber sehr guter Kitt für Porcellan, Glas und Steingut, wird bereitet durch Auflösen von 2 Theilen Hausenblase, 1 Thl. Mastix und 1/2 Thl. Ammoniakharz in 22 Thl. Weingeist.“

(P. L. GEIGER 1839, 162)

Teilweise wurde im vorigen Jahrhundert darauf verzichtet, die Funde vor der Imprägnierung, soweit das überhaupt möglich war, gründlich zu säubern. Etliche mit Sediment und Leim verschmierte Stücke aus historischen Sammlungen belegen dies (Taf. 6, oben). Dementsprechend war der Erfolg dieser Behandlung oft unzureichend. Häufig drangen die verwendeten Imprägnierungsmittel nicht oder nur in geringem Maße in das zu verfestigende Stück ein. Zudem hatten sie die Neigung zur starken Versprödung sowie zur Ribbildung und zum Abblättern. Dies geschah nicht selten unter Verlust der äußeren Kompaktalamellen. Im vorigen Jahrhundert lagen die Ursachen zum großen Teil in der im Verhältnis zur Porengröße der Fossiloberfläche zu großen Molekül- bzw. Partikel-

größe der verwendeten Substanzen (vgl. auch A. F. HOLLEMANN / F. RICHTER 1949, 286), ihrem enormen Schrumpfungungsverlust sowie in einer mangelhaften Reinigung, die zwangsläufig zu verstopften Poren führte. Außerdem sind die meisten der damals verwendeten natürlichen organischen Verbindungen (Eiweiße und Kohlenhydrate) bereits bei erhöhter Luftfeuchtigkeit extrem anfällig gegen schimmelbildende Mikroorganismen.

Aus diesen Gründen lehnte bereits F. RATHGEN (1926, 57) die seit Jahrzehnten praktizierte Härtung mit Stärkekleistern in Form von Reis- oder Tapiokawasser strikt ab. R. ENGELMAYER / J. JUNGWIRTH (1969, 693 ff.) bemängeln besonders die ungenügende Festigung durch Zelluloseleim. Nach C. SCHOLZ (1955, 76) wurde Mitte des 19. Jahrhunderts Leim im Streichverfahren zur Verfestigung von fossilen Stoßzähnen und Knochen benutzt. Gegen die mögliche Schimmelbildung verwendete F. Rathgen (s. o.) einen Formalinzusatz bei der Anwendung von Leimen und Gelatine. K. KEILHACK (1922, 567) empfahl noch ohne Einschränkung den Einsatz von Gelatine zur Härtung von Wirbeltierfossilien. L. MANN (1933, 366) tränkte Mammuthus- und Rhinoceros-Knochen mit Dammar-Harz. Die Verwendung von Tischlerkaltleim durch W. HÄHNEL (1986, 266) zur Fixierung von Knochenoberflächen im Gelände scheint nur ein Notbehelf gewesen zu sein. Die Empfehlung von Tischlerleim bzw. Holzkaltleim zur Härtung von – der besseren Austrocknung wegen vorgewärmten(!) – Knochen und Zähnen durch G. LICHTER (1979, 132) hingegen muß als Kuriosum gelten. In der modernen Präparationstechnik sind diese Leime und Kleister fast vollständig durch andere Substanzen ersetzt (Taf. 6, unten; Taf. 7, oben).

Auch Schellack, ein von der Lackschildlaus ausgeschiedenes Harz, war Mitte des 19. Jahrhunderts ein vielbenutztes Imprägnierungsmittel (F. RATHGEN 1898, 130), das zumeist in alkoholischer Lösung (Spiritus) (nach C. SCHOLZ 1955, 76) im Streichverfahren angewandt wurde, so beispielsweise zur Verfestigung pleistozäner Elefantenstoßzähne. F. A. BATHIER (1908, 86) beschreibt die Härtung kleiner Fossilien mit Schellack, F. RATHGEN (1926, 60 ff.) und O. SEITZ / W. GOTHAN (1928) zeigen weitere Anwendungsmöglichkeiten. E. SCHMIEJA (1979, 115) setzte Schellack bei der Präparation eines Gomphotheriums ein. Zumindest der Einsatz von Schellack im Gelände wird von M. WALDERS (1983, 3) trotz seiner guten Verträglichkeit gegenüber Restfeuchtigkeit in Frage gestellt, da durch eine schnelle Verdunstung viele Fossilien reißen. Zudem hat Schellack ein sehr schlechtes Eindringvermögen und neigt zur Versprödung. Heutzutage wird Schellack nur noch gelegentlich bei der Präparation von Wirbeltierresten benutzt.

Wohl eine der ältesten, wenn auch recht seltenen Methoden ist die Härtung mit Ölen. Benutzt wurden hierfür vor allem Leinöl, Leinölfirnis und chinesisches Holzöl (F. RATHGEN 1926, 59). Diese Methode hatte den, wenn auch sehr beschränkten Effekt, vor allem die abkreibende Matrix des Fossils oder auch das Fossil selbst zu verkleistern, später eventuell durch Verharzung etwas zu härten. Die Grenzen dieser eher behelfsmäßigen Methode waren so augenfällig, daß zumindest im Bereich der Präparation känozoischer Wirbeltierreste seit den 30er Jahren keine Anwendungsbeispiele mehr in der Literatur bekannt wurden.

Eine weitere Methode, die mindestens seit Anfang dieses Jahrhunderts getestet wurde, war die Behandlung mit Wassergläsern, wäßrigen Lösungen von Kalium- und Natriumsilikaten. Bei der Härtung von brüchigen Fossilien zeigten sie nur ein geringes Eindringvermögen, nach der Trocknung kam es oft zum Abblättern der äußeren Schichten (F. A. BATHER 1908, 87). Ähnliche Erfahrungen machte auch F. RATHGEN (1926, 57) und riet deshalb von der Benutzung von Wassergläsern zur Konsolidierung von fossilem Knochenmaterial ab. Im modernen Schrifttum sind in diesem Zusammenhang keine erneuten Einsatzversuche beschrieben worden.

Dem Fluatieren von Fossilien mißt F. RATHGEN (1926, 58) keine große Bedeutung bei. Die ihm seit 1913 bekannte Methode hatte keine Tiefenwirkung, und die Oberflächenschärfe wurde zum Teil beeinträchtigt. Spätere Erfahrungen anderer Präparatoren bestätigten dies. Pleistozäne Wirbeltierreste werden aus genannten Gründen seit Jahrzehnten nicht mehr mit der Fluatierungsmethode behandelt.

Die Benutzung von Wachsen und Paraffinen zur Verfestigung mürber Fossilien war schon im 19. Jahrhundert weit verbreitet. F. A. BATHER (1908, 86) beschreibt ein damals „altbewährtes“ Rezept zur Verfestigung großer Knochen. Er verwendete ein Gemisch von Paraffin und Copal, das in Petroleum gelöst wurde. F. RATHGEN (1926, 62 ff.) weist auf die Möglichkeit hin, Fossilien durch Übergießen mit erhitztem Paraffin, Wachs oder Bienenwachs zu stabilisieren. Auf die dabei unter Umständen auftretenden Schäden verweist neben anderen Autoren deutlich D. R. BROTHWELL (1963, 12 f.). Grundsätzlich zeigen die Wachse und Paraffine, ob nun in gelöster oder erhitzter Form aufgebracht, schlechte Eindringenschaften und vor allem eine viel zu geringe Endfestigkeit, um auf Dauer eine konsolidierende Wirkung auszuüben. In der Holzkonservierung wurden Paraffine dagegen mit Erfolg eingesetzt (J. GEBSER 1955, 28 ff.).

Zelluloseacetatlack war Anfang dieses Jahrhunderts unter dem Namen „Zellon“ schon als Härtungsmittel

in Gebrauch (G. v. KOCH 1913, 216 ff.; F. RATHGEN 1913, 44 ff.; 1926, 65) und wurde beispielsweise Ende der 20er Jahre zur Konsolidierung brüchiger Geiseltalfossilien benutzt (J. WALTHER/J. WEIGELT 1931, 24 ff.; E. VOIGT 1933).

Ebenfalls Anfang dieses Jahrhunderts eroberten die Zellulosenitratprodukte die Musealtechnik (vgl. W. A. GRENN 1924, 154; K. KARPFNER 1927, 216 f.). Als Lacke oder Klebstoffe (welche in verdünnter Form oft auch als Lacke zum Einsatz kommen), wurden sie unter den verschiedensten Produktbezeichnungen und Synonymen geführt, so z. B.: Celluloid, Zapon, Kolloidium, Nitrocellulose, Ence-Lack, NC-Lack, Nitro-Lack, Geiseltal-Sprimoloid-Lack bzw. kurz Geiseltallack, Duosan-rapid, Photoxylin, Pyroxylin. Alle enthielten sie verschiedene mehrfach nitrierte Zellulosen (F. BÖCKMANN 1894; K. HESS 1928; TH. LIESER 1953), gelöst in Aceton, Pentyl- oder Ethylacetat, meist unter Zusatz von Weichmachern, wie Kampher und Phthalaten. Um die Jahrhundertwende empfahl F. Rathgen die Benutzung von „Zapon“ zur Härtung von Fossilien (nach F. A. BATHER 1908, 87), zum gleichen Zweck in den 20er Jahren „Photoxylin“ und „Zapon“ als in Amylacetat (= Penylacetat) gelöste nitrierte Zellulosen (F. RATHGEN 1926, 64 ff.; BUTTLER 1933, 235; 1935, 111; M. A. FENTON 1935, 410 ff.). Sog. „Zelluloid“-Lacke mit verschiedenen Handelsnamen waren ab den 30er Jahren zur Härtung mürber Wirbeltierfossilien weit verbreitet (E. VOIGT 1933; W. SYLWANOWICZ 1934, 1 ff.; TH. MOLLISON 1936, 292 ff.). Zu dieser Zeit kamen bereits die ersten kritischen Stimmen zum Einsatz von Zellulosenitratlacken als Tränkungsmedium auf, z. B. bei H. J. PLENDERLEITH (1934), R. ENGELMAYER/J. JUNGWIRTH (1968, 694), eine Umorientierung auf polymerisierende Kunststoffe wurde angeregt. Dieser begründeten Einschätzung wurde leider fast ein halbes Jahrhundert lang nur selten Gehör geschenkt. Deshalb gibt es auch in den folgenden Jahrzehnten zahlreiche Anwendungsbeispiele. C. SCHOLZ (1955, 77) verfüllt bei der Präparation fossiler Elefantenzähne die Hohlräume und großen Risse mit unverdünntem „Zaponlack“ und konsolidierte Mammutmolaren durch druckloses Einlegen in verdünnten Lack (ders. 1957, 85). H. BRÜNING (1962, 28) stellte sich nach dem 2. Weltkrieg aus der Not heraus seinen „Geiseltallack“ aus in Aceton aufgelösten Brillengestellbruchstücken her. Mit dem später wieder industriell hergestellten Lack wurde u. a. der Sangerhäuser Steppenelefant (*Mammuthus trogontherii*) drucklos imprägniert – die Spätschäden sind heute zu besichtigen. Zur Verfestigung poröser Materialien empfahl W. STEINMANN (1966, 85) Zellulosenitrat. J. KISZELY (1970, 34 ff.) verwendete es zur Konservierung subfossiler Menschenknochen. Berechtigterweise führt M. WALDERS (1983, 13) Zellulosenitratlack nur noch als reversibles Härtungsmittel während der Präparation an, als end-

gültige konsolidierende Imprägnierungsmittel werden sie nicht mehr empfohlen. Die Gründe liegen in einem unberechenbaren Spontanzerfall bestimmter Zellulosenitrate, der im Extremfall zum Zerbröckeln ehemals ausreichend verfestigter Fossilien führen kann (Taf. 7, unten). Zellulosenitrate sind nicht alterungsbeständig (vgl. W. M. MÜNZINGER 1935, 97 ff.; J. HUCKE/R.-D. BLECK 1985, 9; Y. SHASHOUA et al. 1992, 113 ff.), meist verursacht durch eine säurekatalytische Esterhydrolyse (C. SELWITZ 1988), und sind damit eigentlich von vornherein für die Restaurierung bzw. Konservierung ungeeignet. Auch Eigenschaften, wie starke Schrumpfung und Versprödung nach Exhalation der Weichmacher, wurden offensichtlich zu spät erkannt oder einfach ignoriert. Vorteile, wie die sehr gute Handhabbarkeit, eine zumindest kurzzeitige recht gute Härtung mürber Fossilien sowie die Möglichkeit der unkomplizierten nachträglichen Entfernung durch Lösungsmittelwäsche waren vermutlich so verlockend (H. J. PLENDERLEITH 1956, 152), daß trotz Warnung durch Restaurierungskemiker seit Ende der 20er Jahre und allgemeiner Kenntnis der besonderen chemischen Eigenschaften der Zellulosenitrate alle Bedenken hinsichtlich ihrer Verwendung unberücksichtigt blieben. Besonders tückisch ist auch das unberechenbare und damit nicht immer zu beobachtende Zerfallsverhalten. Es gibt viele Stücke, die in den 30er Jahren mit „Zelluloid“ verfestigt wurden und heute noch stabil sind, es gibt aber ebenso reichlich Beispiele, daß Präparate, die erst wenige Jahrzehnte oder sogar nur Jahre alt sind, zerkrümeln oder starke Risse zeigen. Deshalb muß mit aller Deutlichkeit von der Benutzung von Zellulosenitratlacken wie auch -klebern (J.-A. KEILER 1991b, 81) für die Präparation abgeraten werden.

Polyvinylacetate bzw. Vinyl-Copolymerisate werden seit Anfang der 30er Jahre zur Imprägnierung verschiedener Materialien eingesetzt. C. F. DAVIDSON (1933, 455) empfiehlt acetonische Lösungen von Vinylacetat zur Imprägnierung trockener Fundstücke. M. UNWIN (1951, 237) benutzt toluenische PVAc-Emulsionen zur Imprägnierung feuchter Objekte im Gelände. H. J. PLENDERLEITH (1956, 151) weist auf den Einsatz von PVAc zur Verfestigung von fossilen Knochen und Elfenbein in den 40er Jahren hin. A. E. RIXON (1961, 205 ff.) setzt bei fossilen Elefantenzähnen eine PVAc-Emulsion (in Methanol/Benzylalkohol 9:1) zur Herstellung eines Überzuges ein. Zur Verfestigung von Fossilien im Gelände und im Präparationslabor verwendete H. SATZINGER (1969, 435 ff.) PVAc-Lösungen, die bei Bedarf nach dem Erhärten wieder mit Spiritus gelöst werden konnten. Die konsolidierende Wirkung wird allerdings als oft unzureichend beschrieben. D. B. NORMANN/K.-H. HILPERT (1987, 11) benutzten PVAc zur Tränkung von fossilen Knochen im Labor. Eine PVAc-Disper-

sion unter dem Namen „Mowilith“ setzte W. STEINMANN (1966, 115 f.) als Tränkungsmedium ein, bemängelt aber das Quellverhalten unter Feuchtigkeitseinwirkung. I. W. CORNWALL (1974, 210) benutzte PVAc zur Konservierung im Gelände. „Mowilith“ als ideales Konservierungsmittel für fossiles Knochenmaterial beschreibt E. WADWITZ (1977, 42 ff.). Es wurde im Tauch-, Streich- und auch im Vakuumverfahren angewandt, meist in einer, bedingt durch das geringe Lösungsvermögen, nur 5 %igen Lösung. Deshalb erstaunt es auch nicht, wenn der Autor den Härtegrad vom Erhaltungszustand abhängig macht und nach seiner Beschreibung mit „Mowilith“ konservierte jungpleistozäne Knochen oft an der Oberfläche abblätterten, so daß eine Nachbehandlung durch mehrfaches äußeres Überstreichen mit dem Imprägnierungsmittel notwendig wurde. J. v. BRONEWSKI (1980, 233) verfestigte mit „Mowilith“ ein fossiles Bärenskelett. Mit in Ethylacetat gelöstem „Mowilith“ versuchte K. WECHSLER (1981, 59) fossile Elefantenzähne zu konsolidieren. Der Erfolg war nur gering, da das Tränkungsmedium im Gegensatz zum reinen Lösungsmittel nur wenig in die Fossilien eindrang. Auch die erzielte Endfestigkeit war nicht ausreichend. Also orientierte K. Wechsler auf Epoxidharzlösungen um und setzte diese mit Erfolg ein. H. G. LIPPMANN (1986, 14 ff.) konservierte fossile Elefantenzähne hingegen erfolgreich mit „Mowilith“. Umfassend untersuchte M. WALDERS (1983, 6) die Eignung verschiedener Imprägnierungsmittel zur Konsolidierung mürber und rißgefährdeter pleistozäner Wirbeltierreste. Mit PVAc-Dispersionen und -Lösungen machte er durchweg schlechte Erfahrungen. Die drucklos getränkten Fundstücke erhielten keine nennenswerte Festigkeit, besonders alkoholische Lösungen führten zum Abbröckeln der Fossiloberflächen und Zerreißen ganzer Stücke. Insgesamt kann eingeschätzt werden, daß die PVAc-Behandlung zwar gute Erfolge in der Naßholzkonservierung zeigt, aber für die Konservierung mürben pleistozänen Knochenmaterials eher ungeeignet ist. Besonders nachteilig sind das schlechte Durchdringungsvermögen sowie die Quell- und Schimmelfähigkeit (vgl. J. HUCKE/R.-D. BLECK 1985, 86) bei Feuchtigkeitseinwirkung. Darum wird „Mowilith“ nur noch relativ selten zur Verfestigung brüchiger Wirbeltierfossilien eingesetzt.

J.-A. KEILER (1994, 115) testet seit 2 Jahren ein Polyvinylacetal-Carbamid säureharz-Gemisch 20:1, gelöst in Ethylacetat. Die bisherigen Ergebnisse in Hinsicht auf Konsolidierung, in situ-Tränkung, Kompatibilität und Reversibilität sind vielversprechend.

Versuche, das Phenolharz Bakelite (Bakelit) als Fossilfestiger (E. C. CASE 1925, 543 ff.; W. E. SWINTON 1933, 76 ff.) zu nutzen, haben sich nicht durchgesetzt.

Verschiedene Aminharze werden seit den 30er Jahren zur Verfestigung instabiler Bodenfunde benutzt. Für die Härtung stark verrotteter Funde setzte W. v. STOKAR (1939, 148) ein wasserlösliches Aminharz auf Harnstoffbasis mit dem Namen „Cellodal“ ein. Diesem vor allem in der Feuchtholzkonservierung benutzten Imprägnierungsmittel mußten Säurehärter zugesetzt werden. Das Ergebnis waren meist gerissene Präparate. Bald fand man jedoch heraus, daß die im Holz vorhandenen Huminsäuren ausreichen, die Härtung anzuregen. Andere Aminharzsorten, wie „Resopal“ oder „Arigal C.2“ wurden später mit Erfolg in der Feuchtholzkonservierung eingesetzt (H. MÜLLER-BECK/A. HAAS 1958, 260 ff.; 1961, 157 ff.; J. COTT 1965, 337 ff.; B. HUG 1979a, 134 ff.; A. HAAS 1985, 122 ff.); man versuchte die gleiche Methode für die Härtung fossilen Knochen- und Hornmaterials zu verwenden. Eine rißfreie Konservierung ließ sich aber nicht erreichen. So blieb die Anwendung dieser Harze weiterhin auf die Feuchtholzkonservierung beschränkt, wie nach der „Lyofix DML“-Methode (A. HAAS 1960, 121 ff.; A. KREMER 1984, 389 ff.) oder der „Piazep ME/2“-Methode (J. COTT 1965, 339 ff.; 1968, 235 ff.).

Einen anderen Weg beim Einsatz von Aminharzen ging J.-A. KEILER (1991a) seit Mitte der 80er Jahre. Als die Konservierung mit Geisetalack aus den schon erwähnten Gründen schnellstmöglich durch eine andere Methode ersetzt werden mußte, war eine adäquate Alternative zu finden. Auf Empfehlung von Chemikern aus der Lackindustrie (frdl. Mitt. R. Nitzsche/Leuna und H.-C. Ullrich/Dresden) wurden Tränkversuche mit Vorprodukten der Klarlackproduktion unternommen. Diese Lacke wurden vom Verfasser im Streich- und im drucklosen Tränkungsverfahren getestet. Bewährt hat sich, gerade in Hinsicht auf ein sehr gutes Durchdringungsvermögen und eine hohe Endfestigkeit, die Harnstoff-Sorte „HL 3“ mit einem produktionsseitigem Weichmacheranteil (Dibutylphthalat) von 6 %, gelöst in Butanol und Ethylacetat (H. GNAMM 1946). Unbedingt muß darauf geachtet werden, daß nur eine Harzlösung ohne den herstellereitig üblichen Zellulosenitratanteil (Kollodium) zum Einsatz kommt. Ideal wäre ein reines Harnstoffharz, gelöst in Ethylacetat mit Zusatz des Härter (J.-A. KEILER 1991a; 1992). Benutzt wird die Harnstoffharzlösung zur konsolidierenden Vorkonservierung von getrocknetem und nicht rißgefährdetem pleistozänen Knochenmaterial in Untermaßfeld und zur endgültigen Verfestigung im Präparationslabor. Ebenfalls mit Erfolg werden trockengefallene pleistozäne Wirbeltierreste aller Art, z. B. Altpräparate, verfestigt bzw. nachkonserviert. Bei Bedarf kann das Harnstoffharz nach der Konservierung jederzeit wieder mit Ethylacetat aus dem Präparat herausgewaschen werden. Somit ist auch die Grundforderung nach Reversi-

bilität von Konservierungsmaßnahmen erfüllt. Wie beim Einsatz jedes neuen Materials wird auch hier erst durch Langzeitbeobachtung des konservierten Materials der Erfolg der Methode zu beurteilen sein.

Gelegentlich werden Acrylate unterschiedlicher Zusammensetzung zur konsolidierenden Behandlung eingesetzt (J. CIABACH 1984, 206 ff.), z. B. unter der Bezeichnung „Bedacryl L“ durch H. J. PLENDERLEITH (1956, 151 ff.). Der bekannteste, zur drucklosen Knochenränkung benutzte Acrylester, ist das „Paraloid“, oft gelöst in Toluol (A. HAAS 1959, 58 f.). Polybutylmethacrylat der Sorte „Vinalak 5909“ wurde von A. E. RIXON (1968, 317 f.) zur Imprägnierung verschiedener Materialien empfohlen. Ein weiterer zur Verfestigung von Höhlenbärenknochen angewandter Acrylsäureester wird unter der Bezeichnung „Zemiform-iso“ angeboten (W. SAUER 1988). Die vom Verfasser mit diesem Imprägnierungsmittel angestellten Versuche konnten die erhofften günstigen Eigenschaften nicht bestätigen. In erster Linie ist hier das mangelhafte Durchdringungsvermögen zu nennen, lediglich die sichtbaren spongiösen Abschnitte der behandelten Knochenfragmente wurden halbwegs ausreichend imprägniert. Trotzdem sind auch heutzutage verschiedene Acrylate zur Konsolidierung, vor allem von trockengefallenem Knochenmaterial und von archäologischen Hölzern (A. E. CHAROLA et al. 1986, 83 ff.; N. G. GERASSIMOVA et al. 1987, 309 ff.; S. M. CARLSON/A. P. SCHNIEWIND 1990, 26 ff.) im Einsatz, die Ergebnisse sind sehr vom Ausgangszustand des behandelten Materials abhängig.

Die Polyethylenglykol(PEG)-Methode ist hauptsächlich in der Naßholzkonservierung angesiedelt (R. MORÉN/B. CENTERWALL 1961, 176 ff.; P. GAUDEL 1963, 202 ff.; J. COTT 1965, 332 ff.; J. COLES 1981, 70 ff.; R. W. CLARKE/C. GREGSON 1987, 301 ff.). Behandelt wurden nur bergfeuchte Fundstücke mit einer gewissen Grundfestigkeit, zumeist mit PEG-Sorten der Molekulargewichte 6 000 bis 12 000 (H. BAUMGARTNER/R. LANOY 1982, 269 ff.). Die Funde müssen mehrere Wochen in PEG-Lösungen eingelegt werden, damit ein ausreichender Austausch des in den Stücken befindlichen Wassers gegen das Imprägnierungsmittel gewährleistet ist. Im Vakuumverfahren kann man nur stabile Fundstücke behandeln. Trockengefallene Fossilien ließen sich mit der PEG-Methode nur mit unbefriedigendem Resultat imprägnieren, die Stücke quollen auf, und die äußeren Schichten platzten ab (M. WALDERS 1983, 11 ff.). Auch die Tränkung über ein Intermedium (abfallende Aceton-Wasser-Reihe) brachte keineswegs in allen Fällen den gewünschten Erfolg. Vorsicht ist mit dieser Methode zumindest bei der Behandlung trockengefallener Wirbeltierreste angeraten, da durchaus wertvolles Fossilmaterial zerstört werden kann. Obwohl auch andere Autoren die „Polywachs“-Härtung in der Präparation (D. B. NOR-

MANN/K.-H. HILPERT 1987, 12) und die PEG-Konservierung empfehlen, werden sich eher Tränkungs-mittel mit kleineren Monomeren und nur geringem Vorvernetzungsgrad durchsetzen, da sie dichtere Fos-silsubstanz haben und deren kleine Poren besser und schneller passieren und durchtränken können. Es gibt hin und wieder Versuche mit der PEG-Methode zur Verfestigung fossilen Knochenmaterials, sie haben aber wegen der vorgenannten Gründe in vielen Fällen keine Erfolgchancen.

Zu den modernen Kunststoffen in der Präparation gehören auch die Polyesterharze. Bekannt wurden sie vor allem durch die Transfermethoden (s. Abschn. 4.6.1.). Als Härtungsmittel für Wirbeltierfossilien haben sie bisher noch keine große Verbreitung gefunden. Einige der wenigen Anwendungsbeispiele sind die Verfestigung von Mammutmolaren durch C. SCHOLZ (1957, 86) und die Härtung von pleistozänen Knochen mit der Polyesterharzsorte „Alpolith UP 001“ durch M. WALDERS (1983, 13).

Erfolgversprechend sind auch die Einsatzmöglichkei-ten verschiedener Epoxidharzsorten und -systeme in der Imprägnierungstechnik. Über die Tränkung mit der Harzsorte „Araldit“ berichteten R. WIHR (1960, 55) und W. STEINMANN (1966, 114). A. E. WERNER (1961, 1 ff.) benutzte diese Sorte zur Imprägnierung tropischen Holzes, H. G. LIPPMANN (1986, 16) zur Verfestigung von fossilen Elefantenstoßzähnen und Rippen. A. E. RIXON (1976, 14 f.) empfiehlt ebenfalls die Verwendung von Epoxidharzen zur Konsolidie-rung. Ein Zweikomponenten-Harzsystem mit 41 % Feststoffgehalt zur Tränkung und Stabilisierung eines Mammutstoßzahnes wurde von K. WECHSLER (1981, 60 ff.) mit Erfolg eingesetzt. Das wasserverträgliche kalthärtende Zweikomponenten-Epoxidharzsystem „RÜTAPOX“ wird von M. WALDERS (1983, 6 ff.) zur Verfestigung feuchter pleistozäner Wirbeltierreste be-nutzt. W. HÄHNEL (1986, 266) tränkte einen fossilen Elefantenschädel auch von innen mit Epoxidharz, D. B. NORMANN/K.-H. HILPERT (1987, 11) verwen-deten (verdünnten?) Epoxidharz-Steinkleber zur Konsolidierung von Wirbeltierfossilien im Gelände. Die Epoxidharz-Imprägnierungsmittel gehören mit Sicherheit zu den Favoriten unter den Verfestigern von mürben und brüchigen Fossilien.

Einige nur selten eingesetzte Verbindungen seien noch erwähnt. Hierzu gehören Polyurethanlösungen, die z. B. unter der Bezeichnung „G4“ zur Tränkung von pleistozänen Elefantenstoßzähnen benutzt wurden (K. WECHSLER 1981, 59). Sie führten aber zu gelblichen Verfärbungen des Originalmaterials und hatten zudem keine ausreichende Festigungswirkung.

Die Anwendung von Kieselsäureestern zur Konservie-rung von fossilen Elefantenstoßzähnen durch H. OTT/E. OTT (1965, 189 ff.) führte zu unerwünschten Krustenbildungen.

Zusammenfassend kann eingeschätzt werden, daß zwei grundlegend verschiedene Wege bei der konsoli-dierenden Imprägnierung von pleistozänem Wirbel-tiermaterial beschritten werden müssen. Schrump-fungs- und vor allem trocknungsrißgefährdetes Fund-gut sollte unbedingt im bergfeuchten Zustand ge-tränkt werden. Hier dürfen aber nur Substanzen zum Einsatz kommen, die keine in Sorte oder Menge aus-trocknenden Lösungsmittel enthalten. Eine Wasser-verträglichkeit wird vorausgesetzt. Da viele organische Lösungsmittel azeotrope Gemische mit Wasser bilden, sind genaue chemische Vorkenntnisse nötig, bevor man ein Imprägnierungsmittel zur Anwendung bringt. Sofern es grabungstechnisch möglich ist, kann man das Fundstück feucht bergen, in dichten Pla-stiktüten aufbewahren und erst im Präparationslabor in Ruhe und mit entsprechenden Hilfsmitteln sach-gemäß imprägnieren. Bruchgefährdetes Material muß zum Teil vor der Bergung in situ vorverfestigt werden.

Bereits im Gelände sollte das Trocknungsverhalten der Fossilien an weniger wertvollen Fundstücken oder Splintern genauestens beobachtet werden. Dabei ist auch die Kenntnis der faziellen Unterschiede der Fundstellen und der oft daraus resultierenden Erhal-tungszustände sehr hilfreich.

Nicht trocknungsrißgefährdetes Fundgut ist durch Grund- und Sickerwasserauslaugung von ehemals kör-per eigenen organischen Substanzen befreit. Es kann in der Regel im Gelände getrocknet werden, ohne daß hieraus Schäden resultieren. Nach gründlicher Aus-trocknung werden Fundstücke mit geringer Eigen-festigkeit bereits im Gelände konsolidierend vorkon-serviert. Eine gründliche Durchtränkung schließt sich während der Präparation an. Da hier naturgemäß lö-sungsmittelhaltige Imprägnierungsmittel keine Trock-nungsrisse verursachen können, muß nur auf das von Viskosität und Monomergröße abhängige Durchträn-kungsvermögen geachtet werden. Eine nicht unwe-sentliche Rolle spielt auch in allen Anwendungsfällen der prozentuale Feststoffgehalt. Je höher er liegt, um so besser ist die zu erwartende Endfestigkeit. Hier ist es zweckmäßig, von hohen Verdünnungen ausgehend, mehrmals in aufsteigender Konzentration des Feststoff-anteiles der Imprägnierungslösung zu durchtränken. Da auf dem Gebiet der konsolidierenden Tränkung, wie aufgezeigt, nach wie vor einige Probleme zu lösen sind, kann man für die Zukunft noch Verbesserungen erwarten.



## 4.3. Zusammenfügen

### 4.3.1. Vorbehandlung

Bevor die gereinigten Fossilfragmente mit Hilfe von Klebern zusammengefügt werden, muß man diese oftmals verfestigen. Das geschieht, indem man die porösen und bröckeligen Paßstellen mit einem geeigneten Imprägnierungsmittel, in unserem Fall mit einer Kunstharzlösung (Harnstoffharz – oder Resamin-Mowital-Lösung/1:20) tränkt. Entsprechend dem Erhaltungszustand wird hier differenziert verfahren.

Bei insgesamt sehr brüchigen bis seifigen Fragmenten ist eine totale Durchtränkung nötig. Diese kann im drucklosen Zustand durch Einlegen in das Imprägnierungsmittel erfolgen. Es sind dabei geeignete lösungsmittelbeständige Gefäße zu verwenden. Bewährt haben sich abdeckbare Laborglasschalen verschiedener Tiefe und Volumina. Durch eine optische Kontrolle wird die Zeitdauer des Verbleibs der zu verfestigenden Fossilfragmente bestimmt. Treten keine Luftbläschen mehr aus den eingelegten Stücken aus, ist die Durchtränkung beendet. Eine endgültige Aussage über den Imprägnierungsgrad kann anhand angeätzter Fossil-schnitte gemacht werden (M. WALDERS 1983, 6, 9), dieses ist aber nur in seltenen Problemfällen erforderlich.

Nach der Durchtränkung entnimmt man die tropfnassen Fossilfragmente dem Tränkungsmittel und läßt sie unter einem Laborabzug trocknen und aushärten. Hierbei sollte besonders darauf geachtet werden, daß die nassen Fossilfragmente nicht am Untergrund ankleben. Deshalb ist es vorteilhaft, die aus der Imprägnierung entnommenen Stücke kurz auf einem Stück saugfähigen Papier oder Gewebe abzutropfen. Bei relativ festen, nur leicht abkneidenden Fossilfragmenten ist es ausreichend, diese mit einem geeigneten Pinsel im sog. Streichverfahren zu imprägnieren. Stiel und Haare des Pinsels müssen lösungsmittelresistent sein. Auch werden die Pinselhaare schnell spröde, brechen ab und verkleben auf der Fossiloberfläche. Dem kann man nur durch die Wahl einer in praxi bewährten Pinselsorte entgegenwirken. Nach der Benutzung empfiehlt es sich immer, die Pinsel in einem Lösungsmittel auszuwaschen, in unserem Fall in Ethylacetat. Der Einfachheit halber werden die Lackpinsel meist feucht gehalten, obwohl sich dies auf ihre Lebensdauer nachteilig auswirkt. Gewöhnlich verwendet man hierzu eine Weithalsflasche mit durchbohrtem Korkstopfen, in den der Pinsel eingesteckt ist. So sind die Pinselhaare kurz über dem Boden der Flasche permanent benetzt, während der Stopfen weitgehend ein Verdunsten des Lösungsmittels verhindert.

Alle Arbeiten mit dem Imprägnierungsmittel sind unbedingt unter einem Laborabzug auszuführen

(F. TSCHAKERT 1958, 202 ff.). Die Trocknung und Durchhärtung ist in Abhängigkeit von der Größe und dem Aufnahmevermögen der Stücke meist nach einigen Stunden abgeschlossen. Anschließend können sie mit einem geeigneten Kleber zusammengefügt werden (K. SCHRADER 1965, 211 ff.; K. ZIEBOLZ 1981, 85; R.-D. BLECK 1984b; J.-A. KEILER 1991b, 81 ff.), wobei unbedingt darauf geachtet werden muß, daß dieser mit dem verwendeten Imprägnierungsmittel dauerhaft verträglich ist.

### 4.3.2. Klebetechnik

Das Zusammenfügen von Fossilfragmenten pleistozäner Wirbeltierreste wird bei J.-A. KEILER (1991b, 81 ff.) beschrieben. Hier kommen lösungsmittelfreie Epoxidharze zum Einsatz, die aufgrund ihrer Polyadditionsreaktion keine Schrumpfung zeigen – ein Vorteil gegenüber anderen Kunstharzen. Es werden bei handelsüblichen Epoxidharz-Klebern zu gleichen Teilen Harz und Härter auf einer Unterlage (z. B. Glas- oder Kunststoffplatte, Uhrglasschälchen) mit einem geeigneten Instrument (z. B. Skalpell, Lanzett- oder Präpariernadel) gut vermengt, wobei möglichst wenig Luft in das Gemisch gelangen sollte. Da Harz und Härter sowie der noch nicht ausreagierte Kleber unter Umständen Hautirritationen auslösen können, muß mit der nötigen Vorsicht gearbeitet werden (Hautkontakt vermeiden, eventuell Verwendung von Fingerringen).

In Abhängigkeit von der Reaktionszeit der verwendeten Klebersorte können nach Bedarf die beiden Einzelkomponenten oder das Gemisch entlüftet werden (Vakuumschrank, Exsikkator). Den Klebern lassen sich hohe Anteile von Feststoffen (z. B. Pulverfarben, Schleifstaub) beimengen – eine wichtige Voraussetzung beim Staffagenbau und dem Ergänzen von Fossilien.

Der Kleber wird nach dem Anmischen sofort auf die zu verbindenden, nach Sachlage vorher mit dem Imprägnierungsmittel verfestigten Paßflächen (s. Abschn. 4.3.1.) dünn aufgetragen und bis zum Anziehen in geeigneter Weise fixiert (z. B. im Sandkasten). Eventuell aus der Fuge austretendes Epoxidharz kann entweder sofort mit einem ethylacetatfeuchten Pinsel abgewischt oder nach dem Aushärten mit einem erhitzten Skalpell mühelos abgearbeitet werden.

Ist es erforderlich, eine Klebestelle wieder zu öffnen, kann dies durch längeres Befeuchten oder Einlegen des ganzen Stückes in Ethylacetat oder Aceton erfolgen, da bei längerer Einwirkung dieser Lösungsmittel das Epoxidharz leicht aufquillt und zugleich brüchig wird. Es

läßt sich nun die Klebefuge mit etwas Geschick öffnen. Ebenfalls im ausreagierten Zustand sind Epoxidharze in einem Gemisch von 93 % Methylenchlorid und 7 % Methanol löslich (nach J. HUCKE/R.-D. BLECK 1985, 65).

Erleichtert wird der Umgang mit Epoxidharzklebern durch die handelsüblichen, mit beiden Komponenten bereits gefüllten mechanischen Parallel-Dosiereinrichtungen.

Beim Zusammenfügen kleiner und kleinster Fossilfragmente (Splitter von Kleinsäugerknochen und Zähnen) haben sich die sog. Sekundenkleber auf Cyanacrylatbasis als besonders geeignet erwiesen (vgl. auch H. VÖLKE 1973, 65 f.; E. SEIBERTZ 1993, 85 ff.). Cyanacrylatklebstoffe sind lösungsmittelfreie, kalthärtende und schnellabbindende Einkomponentenkleber, die durch spezielle Stabilisatoren gegen eine vorzeitige Polymerisation geschützt sind. Bei Kontakt mit anionischen Startern polymerisieren die Cyanacrylate jedoch sehr schnell. Meist genügen hierfür bereits die auf den zu verklebenden Stücken vorhandenen Feuchtigkeitsspuren, um die Reaktion einzuleiten (Taf. 8).

Handelsüblich sind Ethylester- wie auch Methylesterkleber. Bei den ersteren sind die einzelnen Moleküle etwas größer, ihre Verankerungspunkte liegen weiter auseinander und bewirken somit eine erhöhte Elastizität der Klebefuge. Sie sind deshalb besonders geeignet, Materialien mit relativ hohen Toleranzen in der Klebefuge weitgehend schlagfest und spannungsfrei zu verkleben, wobei zu empfehlen ist, diese vor der Verklebung mit Präparationslack zu verfestigen.

Die Verarbeitungsweise stellt sich in der Praxis wie folgt dar: Zuerst werden die Oberflächen der zu verklebenden Fossilfragmente gründlich von anhaftenden Schmutzpartikeln befreit. Eine zusätzliche Entfettung ist erfahrungsgemäß nicht erforderlich, es sei denn, daß es sich um diesbezüglich stärker beanspruchte Stücke handelt. Der Kleber wird dann mit einer Tropfflasche oder einer speziellen Dosiereinrichtung auf eine der zu verklebenden Flächen aufgetragen, und die Fragmente werden kurze Zeit zusammengedrückt. Geringe Klebermengen ergeben hier Verbindungen von hoher Festigkeit (Taf. 9 und 10).

Für großflächige Verklebungen allerdings erscheinen die Cyanacrylatkleber nicht geeignet, da bedingt durch die teilweise schlagartige Aushärtung Spannungen auftreten können, die im ungünstigsten Fall zu Sprüdbrüchen führen. Zu dicker Klebstoffauftrag behindert extrem die Durchhärtung der Klebeschicht – die Polymerisation bleibt unvollständig, da nicht ausreichend Feuchtigkeit absorbiert werden kann. Basisch reagierende Oberflächen beschleunigen die Durchhärtung

von Cyanacrylaten, sauer reagierende hingegen verzögern sie.

Viele klassische Kleber (S. LEHNER 1899), z. B. Schellack, sind aufgrund ihrer ungünstigen Materialeigenschaften, wie Versprödung und Materialinkompatibilität (S. P. KOOB 1984, 103), fast völlig aus dem Repertoire des Präparators verschwunden.

#### 4.4. Festgesteine – chemische Präparation

Die häufigsten fossilführenden quartären Festgesteine in Thüringen sind Süßwasserkalke, sog. Travertine oder „Kalktuffe“. Sie bilden meist nur kleine Lagerstätten von lokaler Bedeutung, gelegentlich handelt es sich aber um bedeutende Fundpunkte paläolithischer Kulturen, wie in Weimar-Ehringsdorf und Weimar-Taubach. Hier findet man auch zahlreiche Überreste der quartären Faunen und Floren.

Die fossilen Wirbeltierreste der Travertine sind in der Regel als Inkrustationen erhalten, d. h. die Fossilien sind von einer konservierenden Kalkhülle aus ausgefalltem Calciumcarbonat umgeben. Auch bei den in den Schluffhorizonten der Süßwasserkalke angetroffenen Stücken ist das Carbonat der konservierende Hauptfaktor.

Blätter werden hiervon abweichend nur als Inkrustation (oberer und unterer Negativabdruck) angetroffen, der Blattkörper selbst wurde während der Fossilisation chemisch abgebaut. Relativ selten werden auch Intuskrustate von Fruktifikationen und Arthropoden geborgen.

Betrachtet werden sollen hier nur in Travertine eingeschlossene Wirbeltierreste. Für die Technik der Präparation ist es dabei meist unerheblich, ob es sich um Knochen oder Zähne handelt. In die Präparationswerkstatt gelangen verschieden große Travertinstücke, vom kleinen Handstück bis zum mehrere Zentner schweren Block. Die in ihnen enthaltenen Wirbeltierreste sind an einer der Bruchflächen sichtbar. Blöcke mit einer offensichtlich großen Menge von tauben Gestein sollten vor der eigentlichen Präparation möglichst zu handhabbaren Stücken formatiert werden. Hierzu bedient man sich entweder der klassischen Steinknacke (moderne Typen haben eine hydraulische Verstärkung) oder einer Gesteinssäge. Am effektivsten arbeitet man mit einer großen Diamantsäge, die mindestens mit einem 300er Sägeblatt ausgerüstet ist. Reicht dennoch die Schnittiefe nicht aus, um größere Blöcke durchzutrennen, werden Schnitte, u. U. auch mit einem Winkelschleifer, in der gewünschten Spaltebene gesetzt und die tauben Partien durch Einschlagen von Keilen abgesprengt (Taf. 11).

Aufgrund der guten Eigenfestigkeit der Wirbeltierreste konnten sie im klassischen Verfahren aus dem härteren Travertin mechanisch herausgearbeitet werden. Hier bediente man sich verschieden großer Meißel und unterschiedlich schwerer Hämmer, mit der Nadel wurden die Feinheiten präpariert. Etwa ab der Jahrhundertwende wurden für die Freilegungsarbeiten auch Schleifeinrichtungen eingesetzt. Dem schloß sich die Nutzung konzentrier- oder druckluftbetriebener Meißelhandstücke an, was eine deutliche Arbeitserleichterung bedeutete. In neuerer Zeit werden auch Ultraschallhandstücke eingesetzt.

Trotz allem war oftmals das Ergebnis der Präparation nicht ganz zufriedenstellend, da durch die mechanische Beanspruchung und die partielle mineralische Verwachsung von Fossil und Travertin häufig Teile der Knochenoberfläche beschädigt wurden bzw. verloren gingen.

Deshalb testete man diverse chemische Präparationsverfahren, bei denen man das den größtenteils apatitischen Wirbeltierrest umhüllende carbonatige Gestein mit Säuren aufzulösen versucht (H. A. TOOMBS 1949, 54 f.; A. E. RIXON 1950, 116 f.; 1968, 316 ff.; W. R. EVITT 1951, 693 ff.; E. WILLIAMS 1953, 22 ff.; H. A. TOOMBS/A. E. RIXON 1959, 304 ff.; R. LANOY 1966, 95 ff.; R. WAGSTAFFE/J. V. FIEDLER 1968, 232 ff.). Diese Methoden wurden im Laufe der Zeit so verfeinert, daß es heutzutage möglich ist, Fossilien, deren Mineralkomponenten denen des einschließenden Gesteins recht ähnlich sind, aus diesen chemisch herauszulösen.

Im Fall der Travertinfossilien hat sich die Anwendung einer ca. 3–8%igen Ethansäure bewährt, wobei auch andere organische wie anorganische Säuren einsetzbar sind (F. M. P. HOWIE 1974, 159 ff.; L. WIECHERS 1974, 54 ff.; M. WEISSER 1992). Man kann hier beispielsweise wie folgt vorgehen:

Die aus den Travertinstücken herausragenden Fossilteile werden mit Präparationslack (z. B. Harnstoffharz-lack) abgedeckt und somit vor einer direkten Einwirkung der Säure geschützt. Unter dem Laborabzug wird das zu präparierende Stück in eine Glasschale mit Ethansäure gelegt. Um das Fossil vor zu langer Säureeinwirkung zu bewahren, werden zuerst nur die tauben Gesteinspartien der Ethansäure ausgesetzt und weggeätzt. Bei der chemischen Reaktion der Ethansäure mit dem Calciumcarbonat des Travertins entsteht wasserlösliches Calciumacetat und ausgasendes Kohlendioxid. Dies führt einerseits zur Auflösung des Gesteins, andererseits zur Absprengung kleinster Gesteinspartikel im Bereich der Reaktion durch die starke Kohlendioxidentwicklung. Der Fortschritt der Freilegung des Fossils im Glasgefäß kann beobachtet wer-

den. Sind einige Quadratmillimeter freigeätzt, wird das Stück der Säure entnommen, gründlich gewässert, getrocknet, und die freigelegten Fossiloberflächen werden mit Lack abgedeckt. Dann wird das Stück wieder in die Säure gelegt und der Vorgang so lange wiederholt, bis das Fossil vollständig aus dem Travertin herausgelöst ist. Durch eine abschließende, sehr gründliche Wässerung bis zum Neutralpunkt werden Säurereste und Calciumacetat aus dem Stück entfernt. Nun kann das Fossil getrocknet und durch Einlegen in verdünnten Präparationslack imprägniert werden. Bei kompakten Stücken ist eine Oberflächenkonservierung im Streichverfahren völlig ausreichend.

Auf diesem Teilgebiet der Präparation von Fossilien aus Festgesteinen haben chemische Methoden die mechanischen zum großen Teil ersetzt, eine Tatsache die J. ERSFELD (1955, 75) noch stark in Zweifel zog. Die Vorteile liegen in der hohen Trenngenauigkeit und der daraus resultierenden Oberflächenschonung der Fossilien sowie der Zeit- und Kraftersparnis für den Präparator.

#### 4.5. In situ-Präparate

Erhaltungsbedingt ist es in einigen Fällen erforderlich, Fundstücke in ihrer im Gelände angetroffenen in situ-Lage zu konservieren. Das kommt besonders bei sehr schlecht erhaltenen Fossilien (mürbe, seifig, feinsplittig verdrückt) in Lockersedimenten wie auch in Festgesteinen zur Anwendung. Erwähnt seien in diesem Zusammenhang auch die im Abschnitt 4.6.1. ausführlich beschriebenen Transfermethoden, die auf dem Prinzip der Übertragung der Fossilien auf künstliche Matrizes beruhen.

Am Beispiel einiger Fossilreste von Untermaßfeld soll hier das Anfertigen von in situ-Präparaten geschildert werden. Bereits im Gelände wird gelegentlich an einem schlecht erhaltenem Fund deutlich, daß dieser nur mit einem verhältnismäßig hohen Aufwand zu retten ist. In solchen Fällen wird das betroffene Stück nicht vollständig im Gelände freigelegt, sondern der ganze ihn umhüllende Sedimentblock, teilweise unter Verwendung von Hilfskonstruktionen geborgen.

Erst in der Präparationswerkstatt wird das Sediment sukzessive von der Fossiloberfläche entfernt, und die freigelegten Partien werden mit Präparationslack imprägniert. In einigen Fällen ist es aus statischen Gründen notwendig, den gesamten Sedimentblock oder größere Abschnitte zu durchtränken. Durch Anlösen mit Ethylacetat kann das verfestigte, die Oberfläche des Fossils bedeckende Sediment wieder entfernt werden. Das im Inneren des Stückes oder an den für die Stabilität des Präparates wichtigen Bereichen belassene

Sediment wird mitverfestigt. Der Erhaltungszustand der in einer in situ-Lage konservierten Stücke läßt meist keine Entzerrung des Fossils bzw. keine Lagekorrektur der einzelnen Fragmente zu.

Bei dem Untermaßfelder Fundmaterial ist von dieser Technik nur ein geringer Teil der Fossilien betroffen (ca. 1–5 % in Abhängigkeit von mikrofaziellen Besonderheiten innerhalb der Fundstelle), u. a. aber ein Teil der sehr seltenen Großsäugerschädel (J.-A. KEILER 1992) (Taf. 12–15).

In situ-Präparate quartärer Wirbeltierfossilien in Festgesteinen betreffen naturgemäß im thüringischen Raum fast ausschließlich Stücke aus Süßwasserkalken (Travertinen). Sie werden allerdings nur in sehr seltenen Fällen zur Demonstration taphonomischer Besonderheiten oder für Schauzwecke angefertigt. In der Regel jedoch werden die Fossilien aus dem Gestein auf mechanischem oder chemischem Wege herausgelöst (s. Abschn. 4.4.) (Taf. 16).

## 4.6. Spezialtechniken

### 4.6.1. Transfermethoden

Die Transfermethoden beruhen alle auf dem Prinzip der Übertragung von Fossilien auf künstliche Matrizes. Diese können aus unterschiedlichen Materialien bestehen und zu verschiedenen Zwecken angefertigt werden (z. B. Stabilisierung bruchgefährdeter Fossilien bei der Bergung, Präparation, Aufbewahrung, Präsentation; Substitution von schrumpfenden oder sich anderweitig verändernden Originalmatrizes).

Häufig sind schon die im Gelände angetroffenen Fossilien derart mürbe und brüchig, daß eine Bergung auf den ersten Blick fast aussichtslos erscheint. Hier behalf man sich bereits im 19. Jahrhundert damit, daß Gips oder wachsartige Materialien an die instabilen Funde gegossen wurden. Diese waren dann im ausgehärteten Zustand als Platte oder Block zu bergen.

Für die Präparation von Graptolithen (G. HOLM 1890) und Pflanzenresten sind bereits Ende des vorigen Jahrhunderts Lackhautmethoden entwickelt worden. Diese konnten in den 20er Jahren dieses Jahrhunderts durch den Einsatz halbsynthetischer Materialien, wie Zelluloseacetat, verbessert werden und sind noch heute unter dem Namen Peel-Techniken bekannt (W. H. LANG 1926, 710 f.; T. H. MILLER/R. M. JEFFORDS 1962, 1282 f.; M. ALLMAN/D. F. LAWRENCE 1972, 290 ff.; A. GÜNTHER 1984, 283 f.).

Von großer Bedeutung für die Entwicklung moderner Transfermethoden waren die Ausgrabungen im Gei-

setal bei Halle. Die hier in einer bei Austrocknung stark schrumpfenden eozänen Braunkohle lagernden Fossilien waren sehr mürbe und damit stark riß- und bruchgefährdet. Sie galten lange Zeit als nicht zu bergen und unpräparierbar. E. Voigt löste diese Probleme vorerst dadurch, daß er die Fossilien an der Oberfläche freilegte, in Paraffin einbettete und die so entstandene Platte stabil hintergipste (s. J. WEIGELT 1933a, 104, 110, 117). Diese auch von den anderen Präparatoren benutzte und im Prinzip noch heute anwendbare Methode (G. A. COOPER 1933, 394; J. ERSFELD 1955, 17 ff.), war bei der Freipräparation der Stücke und deren sammlungsfähigen Herrichtung sehr zeitaufwendig (J. WEIGELT 1934, 598) und brachte zudem häufig keine befriedigenden Ergebnisse, da viele feine Strukturen bei der Bergung verloren gingen und das Paraffin bei der Präparation schmierte und Staub anzog. Ebenfalls vertragen die Paraffinpräparate keine erhöhten Temperaturen, weil sie an der Oberfläche zu schmelzen begannen, konnten deshalb oft nur unter Schwierigkeiten fotografiert werden. Insgesamt waren große Präparate auch recht schwer und damit zum Teil schlecht handhabbar.

E. Voigt gelang es Anfang der 30er Jahre diese Schwierigkeiten zu beseitigen, indem er auf die freigelegten Fossilien kein Paraffin, sondern eine dünne Schicht Zelluloseacetat auftrug und antrocknen ließ. Anschließend wurde ein Gipskappe ankaschiert und die äußere Lackfilmkante stabil untergipst. So klemmte der Lackfilm zwischen den beiden Gipsteilen, konnte bequemer geborgen und transportiert werden (J. WALTHER/J. WEIGELT 1931, 24 ff.; E. VOIGT 1933, 72 ff.; J. WEIGELT 1933b, 322; E. VOIGT/J. WEIGELT 1934, 29 ff.).

Diese Methode wurde in den Folgejahren und -jahrzehnten verbessert und für weitere Anwendungsbereiche, wie die Entnahme von geologischen und Bodenprofilen, modifiziert, was besonders zahlreiche Publikationen zu diesem Thema belegen (z. B. E. VOIGT 1935a; 1935b, 117 ff.; 1936a, 5; 1936b, 272 ff.; 1937, 72 ff.; 1949a, 124 ff.; 1949b, 111 ff.; 1973, 4 f.; F. BETTENSTAEDT et al. 1935, 62 ff.; K. FOUCAR 1938; W. JESSEN 1938a, 51 ff.; 1938b, 120 ff.; G. TROEDSSON 1938; H. STEFFENS 1951, 64 f.; A. HERRENBRODT 1954, 182 ff.; R. TÜXEN 1957; W. HÄHNEL 1961, 243 ff.; 1962, 353 ff.; F. VOGEL/F. KOHL 1952, 3 ff.; M. ZIMMERMANN 1965, 146 ff.; E. KAMPA 1967, 205 f.; F. J. KRÜGER 1985, 15 ff.; H.-G. VOSSGERAU 1987, 79 ff.; H. KRAINITZKI 1988, 11 f.; 1989, 61 ff.).

E. Voigt selbst änderte die Lacksorte auf eine mit Weichmachern versetzte Zellulosenitratlösung mit dem bekannten Namen „Sprimoloid-Geiseltallack“ (in späterer Zeit kurz „Geiseltallack“ genannt), der auch als konsolidierendes Imprägnierungsmittel bekannt

wurde (s. Abschn. 4.2.). E. Voigts Lackfilmmethode hatte auch Einfluß auf andere Fachgebiete, z. B. auf die Röntgentechnik (F. LUFT 1934), auf die Fotografie (J. EGGERT 1935) und auf die Frage der Farberhaltung bei Insektenfossilien (A. PONGRACZ 1935, 486 ff.).

Anfang der 50er Jahre begann man in England mit Polyesterharzen zu arbeiten (H. A. TOOMBS/A. E. RIXON 1951, 105 ff.), man verband die Transfermethode mit Verfahren der chemischen Präparation (Ätztechnik) und der Sandstrahltechnik (G. F. STUCKER 1961, 332 ff.; A. C. SPRENG 1962, 1391 f.; J. AICHINGER 1969, 7 ff.; R. LANOY 1982, 363 f.).

Erst ein Jahrzehnt später findet sich in der Literatur ein erster Hinweis auf den Einsatz von Kunstharzen zur Herstellung künstlicher Matrices in Deutschland (W. G. KÜHNE 1961, 251 f.). Neue Materialien, wie feuchtigkeitsverträgliche Epoxidharze und Kombinationen mit anderen Verfahren, etwa mit der Ultraschalltechnik, schlossen sich an.

Am Beispiel der berühmten eozänen Fossilien der Grube Messel bei Darmstadt kann eine der modernen Transfermethoden beschrieben werden (W. G. KÜHNE 1962, 285 f.; J. F. BORNHARDT 1975, 453 ff.; K. J. WALCH 1977, 346 ff.; H. G. LIPPMANN o. J., 39 ff.; H. G. LIPPMANN/G. WIEMER 1979, 3 ff.).

Für die Bergung der Fossilien dieser Fundstelle wurde am Ende der 50er Jahre in Abwandlung der Paraffinmethode eine Variante entwickelt, bei der man die Fossilien auf eine Kreidewachsmatrix übertrug. Diese stellte man aus einer Mischung von Schlammkreide, Bienenwachs und Kolophonium her. Vorteilhaft war hier vor allem, daß durch stückweises Abschmelzen der Matrix von der Rückseite des Fossils auch diese wissenschaftlich auswertbar wurde. Als nachteilig hingegen erwies sich, daß die oft vorhandenen Weichteile der Fossilien nicht vom Ölschiefer auf die Kreidewachsmatrix umgebettet werden konnten.

Seit den 60er Jahren übertrug man in zunehmendem Maße die Fossilien auf Polyester gießharz, aber auch hier ließen sich die Weichteile nur unvollkommen auf die Matrices übernehmen. Deshalb ging man schon bald zum Einsatz von Epoxid gießharzen über. Diese weisen eine geringere Schrumpfrate von nur ca. 0,2 % bei der Aushärtung auf (gegenüber ca. 2% bei Polyesterharzen), wodurch unliebsame Spannungen und Risse verhindert werden konnten.

Die Umbettung der Fossilien kann entweder gleich im Gelände oder aber nach der Bergung im Präparationslabor erfolgen. Meist werden kleinere Objekte bergfeucht geborgen und austrocknungssicher in dichten Plastiktüten verpackt. In dunklen, kühlen Räumen

aufbewahrt, überdauern sie Monate und Jahre ohne Schäden und können später präpariert werden. Größere Objekte, wie ganze Skelette, werden bereits im Gelände mit einer künstlichen Matrix versehen, um sie bruch sicher bergen zu können.

Hierzu wird das auf dem Ölschiefer freigelegte Fossil mit einer Modelliermasse umgrenzt. Auf den hierin feuchtgehaltenen Ölschiefer samt getrocknetem Fundstück wird das Kunstharz gegossen. Dieses dringt dabei in das Fossil, aber nicht in den Ölschiefer ein. Nach der Aushärtung kann der ganze Komplex unterschrämt und gewendet werden.

Im Präparationslabor entfernt man den stark schrumpfunggefährdeten Ölschiefer, das Fossil wird allein von der künstlichen Matrix gehalten. Die Freilegung geschieht mit Hilfe von Kratzern und Bürsten, die Feinheiten werden mit einem Staubstrahlgerät herausgearbeitet, zumeist unter dem Binokular.

Auch auf chemischem Wege ist eine Freilegung möglich, z. B. unter Verwendung von Ätznatron oder einer Mischung von Kalilauge mit Wasserstoffperoxid. Der Kunstharzträger um das freigelegte und tränkunggehärtete Fossil wird abschließend mattgestrahlt, bei anhaftenden Weichteilen geschieht dies um einen großzügig um das ganze Fundstück gelegten und abgrenzenden Rahmen, so daß die oftmals nicht scharf kontrastierten Weichteilränder nicht beschädigt werden.

Die Präparation pleistozänen Wirbeltiermaterials mittels der Transfermethode war in der paläontologischen Präparationsliteratur bisher nicht nachweisbar.

Am Beispiel einer Bovidenscapula von Untermaßfeld beschreibt J.-A. KEILER (1994, 115 ff.) den Einsatz der Transfermethode:

„Bereits während der Ausgrabung im Gelände wurde ersichtlich, daß es sich um eine problematische Erhaltung eines mittelgroßen plattigen Knochens handelte. Deshalb wurde der Fund nur oberflächlich freigelegt und anschließend aufgesockelt. Im bergfeuchten Zustand bestand bereits die Gefahr, diverse Partien (um 1 mm Stärke) mit dem Pinsel zu beschädigen bzw. im getrockneten Zustand durch stärkeres Abputzen zu zerstäuben. Die freigelegten Knochenoberflächen wurden mit aufgetropftem verdünntem Präparationslack (Polyvinylacetal-Carbamidsäureharz-Gemisch gelöst in Ethylacetat) verfestigt. Der aufgesockelte Fundblock wurde unterschrämt und die entstandene Rille ausgegipst. Nach dem Abbinden des Gipses konnte der so unterstützte Fund geborgen werden.

Im Präparationslabor erfolgte die sukzessive Freilegung der restlichen Knochenoberfläche sowie die Ver-

festigung mit Präparationslack. Anschließend wurde aus kunstharzresistenter Modelliermasse ein ca. 40 mm hoher Rand um das noch im Block befindliche Fundstück gearbeitet. Nun konnte über das zu stabilisierende Fossil eine etwa 15 mm starke transparente Polyesterharzschicht gegossen werden. Nachdem diese ausgehärtet war und an der Oberfläche nicht mehr klebte, wurde eine isolierende Lage Papier und eine Gipshaube plan ankaschiert. Somit konnte der gesamte Block gewendet werden. Durch Entfernung der anhaftenden Sande wurde nunmehr die Fossilunterseite freigelegt und anschließend verfestigt. Das Ergebnis ist eine in situ konservierte Scapula, dauerhaft und bruchsicher in umgekehrter Fundlage auf einer künstlichen Matrix fixiert. Überstehende Kunstharzränder wurden abgefräst und mit Originalsediment beklebt.“ (Taf. 17–19).

Kleine und sehr flache Objekte werden in der klassischen Lackfilmtechnik geborgen. Hier hat man jedoch den „Geiseltal-(Zellulosenitrat-)lack“ durch Kunstharzlösungen ersetzt.

#### 4.6.2. Ultraschallpräparation

Die Ultraschallpräparation wird seit den 50er Jahren meist in Form einer kombinierten Naß-Ultraschall-Behandlung mittels eigens dafür konstruierter Ultraschall-Reinigungsbäder in verschiedenen Bereichen der geowissenschaftlichen Präparation angewandt (R. M. ORGAN 1958, 35; J. N. M. FIRTH 1960, 17 f.; C. H. STEVENS et al. 1960, 727 ff.; W. HÄHNEL 1962; W. KRAMER 1964, 41 ff., 175 f.; J. BAUCH 1979, 127 f.; C. THOMAS 1992, 37 ff.).

H.-J. LIERL (1992, 11 ff.) beschreibt die Reinigung und Freilegung von Fossilien aus harten Mergelsteinen sowie die Gewinnung von Mikrofossilien aus Gesteinsproben mit tonigen Komponenten durch Anwendung von Tensidlösungen in Ultraschallbädern.

Gelegentlich werden auch Ultraschallhandstücke zur Freilegung von Fossilien aus Festgesteinen benutzt. Ältere Gerätetypen müssen hier noch mit einer permanenten Wasserkühlung betrieben werden. Bei neueren Geräten kann über eine Düse in der Sondenspitze wahlweise ein feiner Wasser- oder Druckluftstrahl ganz nach Bedarf zum Freiblasen der frisch herauspräparierten Fossiloberflächen genutzt werden, eine Kühlung ist nicht mehr notwendig.

Mit Erfolg wurden vom Verfasser mit einem Ultraschallhandstück pleistozäne Fossilien aus Lockersedimenten freigelegt. Diese Technik kommt besonders bei durch relativ hohen Schluff- oder Carbonatgehalt leicht verfestigten Sanden, z. B. von Untermaßfeld, zur Anwendung. Hier wird mit abgewinkelten, ca. 2 mm

breiten stumpfen Sondenspitzen gearbeitet. Der wesentliche Vorteil gegenüber der herkömmlichen Nadel- und Schaberpräparation liegt in der viel geringeren Belastung des Objektes durch harte Erschütterungen, die im Extremfall ein Zerbrechen des Fossils oder ein Auseinanderbrechen des ganzen Sedimentblocks bewirken konnten. Der Ultraschall wird halbkreisförmig von der Sondenspitze auf den Kontaktbereich mit dem Sediment übertragen und läßt dieses wie Zuckersand abrieseln. Die Intensität der Schwingungen kann stufenlos geregelt werden. Kleine Gerölle im Sediment bergen die Gefahr einer nichtkalkulierbaren Schallübertragung u. U. auf das Fossil, wenn sie längere Zeit mit der Sonde berührt werden. Mit etwas Geschick läßt sich aber um derartige Hindernisse herumarbeiten (Taf. 20 und 21).

Es kann eingeschätzt werden, daß die Ultraschalltechnik in der paläontologischen Präparation ihre Grenzen nicht erreicht hat, so daß weitere Einsatzmöglichkeiten noch offenstehen. Denkbar wäre es zum Beispiel, diese Technik so zu verfeinern, daß paläontologische Mikropräparationen unter dem Mikroskop realisierbar sind.

#### 4.6.3. Laserpräparation

Mitte der 80er Jahre entwickelte U. Oberli eine Methode, in Bitumen bzw. bituminöse Kalke eingeschlossene pleistozäne Wirbeltierreste mit einem Lasergerät zu präparieren. Herkömmliche Präparationstechniken (Lösungsmittelwäsche, Nadelpräparation), wie sie am Fossilmaterial der Asphalt Sümpfe von Rancho La Brea/Kalifornien zur Anwendung kommen (G. J. MILLER 1971, 293 ff.; CH. A. SHAW 1982, 64 ff.), werden durch eine allein schon ihrer Präzision wegen beeindruckenden Methode bereichert.

R. MATTES (1988, 299 ff.) beschreibt die Laserpräparation folgendermaßen: Mit dem Laserstrahl wird das die Fossilien umgebende Bitumen sowie das vom Kalk absorbierte Öl verdampft, so daß sich die Knochen weiß vom Gestein abheben. Die entstehenden Bitumendämpfe werden von einem Hochleistungsauger abgeführt, damit sie weder die Atemluft belasten noch die Optik des Präpariermikroskops beschädigen. Zum Einsatz kamen Argon-Krypton-Laser und Kohlendioxid-Laser, wobei sich nur erstere für dieses Material als geeignet erwiesen. Neben der hohen Präzision mit der sich arbeiten läßt, verkürzt sich die Präparationszeit von zum Teil mehr als einem Jahr auf nur wenige Wochen.

Sicher ist aber, daß es sich hier um eine sehr kostenintensive Methode handelt, die auch in Zukunft nur in seltenen Fällen zum Einsatz kommen wird.

## 5. Staffagenbau

Als Staffagen bezeichnet man stabilisierende Hilfskonstruktionen, die der Bergung, dem Transport, der Präparation und der Aufbewahrung von Fossilien dienen (Taf. 22).

Bei der Bergung pleistozäner Großsäugerreste macht es sich gelegentlich erforderlich, bewehrte Gipsstaffagen anzubringen (W. HÄHNEL 1986, 266 ff.), um den Fund unbeschädigt bergen und transportieren zu können. Als besonders günstig erwies sich hier das schon im Abschnitt 3.4. beschriebene Untergipsen. Das ansonsten weitverbreitete Plasterjacket-Verfahren (I. C. REIMANN 1952, 529; E. S. RIGGS 1952, 24 f.; W. AUFFENBERG 1967, 1 ff.) kommt in Untermaßfeld nicht mehr zum Einsatz.

Bei der Bergung von fossilen Elefantenstoßzähnen, die aus Unterwasserkiesen stammen, bedarf der Transport dieser ausgesprochen bruch- und absplitterungsgefährdeten Objekte besonderer Vorbereitung. Dabei werden die Stoßzähne fest, teilweise unter Verwendung von Bewehrungen einbandagiert. Anschließend verbindet man in der ganzen Länge über und unter dem Fundstück zwei stabile Bretter oder Bohlen fest miteinander. Der Stoßzahn ist hierdurch gut fixiert und transportabel.

Ein Teil der wie in Abschnitt 3.4. beschriebenen geborgenen Stücke erhält nach der Freilegung und Konservierung seiner Oberseite eine Gipskappe. Diese wird, nachdem das Fossil gegen ein Ankleben und Unterschneiden durch ankaschiertes Papier gesichert ist, angespachtelt und anschließend getrocknet. Bei Bedarf können Bewehrungen eingelegt werden, allerdings sollten keine Holz- oder rostbildende Eisenteile benutzt werden, da diese Materialien im Laufe der Zeit durch ihre Treibwirkung den Gips aufsprengen können. Für Bewehrungen vorgesehene Eisenteile müssen grundsätzlich mit einem dichten Rostschutzanstrich versehen werden. Mit der Gipskappe verstärkt kann das Stück gegen ein Zerbrechen gesichert umgedreht

## 6. Magazinierung

Besonderes Augenmerk sollte bei der Magazinierung der Präparate pleistozäner Wirbeltierreste auf die Aufbewahrungsbedingungen gelegt werden. Sie werden im wesentlichen durch Temperatur und Luftfeuchtigkeit bestimmt (vgl. F. M. P. HOWIE 1979, 103 ff.; G. JAKOB 1989, 3 ff.). Die möglichst in stabilen Schränken untergebrachten Präparate sind besonders empfindlich gegen starke Schwankungen der genannten

und die Unterseite freigelegt und konserviert werden. Selbst recht schwere und bruchgefährdete Stücke, wie Großsäugerschädel, lassen sich so sehr gut präparieren (J.-A. KEILER 1992) (Taf. 23 und 24).

Die Präparationsstaffagen können z. T. zu Aufbewahrungs- oder Präsentationsstaffagen umgearbeitet werden (vgl. C. SCHOLZ 1956, 135 ff.), oder man fertigt für diese Zwecke neue Hilfskonstruktionen aus Gips oder Kunststoffen (Polyester- oder Epoxidharz) an.

Aus statischen Gründen bruchgefährdete Präparate erhalten an entsprechenden Stellen stützende Einlagen oder Teilergänzungen, die aber stets deutlich farblich (z. B. mit Acrylfarben) von der Originalsubstanz abgesetzt werden. Für Ergänzungen von Fossilpartien haben sich Epoxidharze bzw. Epoxidharz-Steinkitte als besonders geeignet erwiesen, da diese sich nach der Aushärtung noch sehr gut bearbeiten lassen.

Für paläontologische Zwecke werden in der Regel keine Skelettmontagen vorgenommen, da hierdurch viele Meßstrecken an den einzelnen Skelettelementen nicht mehr zugänglich sind (zumeist die Meßpunkte an den Gelenken). Des Weiteren ist eine Montage ohne teilweise Zerstörung der Originalteile (z. B. durch Bohrlöcher für statisch notwendige Staffagen) kaum möglich.

Für museale Zwecke werden heutzutage meist Abgüsse der Einzelknochen montiert, was auch enorme Vorteile hinsichtlich der bislang gewichtsbedingten Aufstellungsprobleme mit sich bringt. Zu Aspekten der Skelletmontage fossiler Wirbeltiere gibt es seit dem 19. Jahrhundert eine Vielzahl interessanter Arbeiten (z. B. F. C. HILL 1886, 353 ff.; F. DREVERMANN 1930, 469 ff.; P. C. ORR 1940, 420 f.; V. TOEPFER 1957, 41 f.; O. L. GILPIN 1959, 162 ff.; P. SIEGFRIED 1960, 43 ff.; J. UHLENHAUT 1960, 91 ff.; L. C. BESSOM 1963, 231 ff.; E. BURKHARD 1964, 229 ff.; K. W. BARTHEL 1966, 119 ff.).

Parameter, insbesondere gegen ein Unterschreiten des Taupunktes, was zur Kondensation von Wasser auf den Fossiloberflächen und in den Fossilien führt. Spätestens hier fangen zahlreiche meist jungpleistozäne Stücke an ihre Form zu verändern, d. h. zu quellen und zu reißen oder sich anderweitig zu deformieren. Ursache hierfür ist in erster Linie das Vorhandensein von körpereigenen organischen Substanzen (Eiweiße), die

hygroskopische Eigenschaften haben (vgl. C. OPPENHEIMER/K. NAEGELI 1955, 301 ff.).

Ebenfalls durch Feuchtigkeitseinwirkung wird der Zerfall von im Fossil enthaltenen Schwefeleisen-Verbindungen (Markasit, Pyrit) angeregt, wobei es bei carbonatischen Stücken zu einer Vergipsung durch die Reaktion der beim Zerfall freiwerdenden Schwefelsäure kommt. Katastrophale Schäden können die Folge sein (R. RAU 1957, 262 ff.).

Einzig die Vorbehandlung der Funde mit Ethanolaminthioglycollat scheint eine effektive Konservierungsmethode zur Stabilisierung verkiester Fossilien darzustellen, da sie auf der Entfernung von Oxidationsprodukten, einer Neutralisation und einer Eisenkomplexbildung (Ferrothioglycollat-Anion-Komplex) beruht (vgl. H. UDLUFT/H. MATERN 1926, 17 ff.; E. G. RADLEY 1929, 143 ff., 167 ff., 196 ff.; F. A. BANISTER 1934, 72 f.; J. M. SWETT 1943, 8.; L. CORNISH/A. DOYLE 1984, 421 ff.; R. WALLER 1987, 623 ff.).

Durch eine weitgehend konstante Temperierung (Heizung) und gegebenenfalls auch durch Luftfeuchtigkeitsregulierung muß entgegengearbeitet werden. In Altbauten ist oft eine Raumluftentfeuchtung nötig, in Neubauten gelegentlich eine Befeuchtung angeraten (R. SCHÄFER 1991).

Ein anderer den Zustand der Sammlungsobjekte beeinträchtigender Faktor ist Staub. Hochmoderne Magazine verfügen zwar gelegentlich über eine Raum-

luftentstaubungsanlage, die meisten Magazinräume sind jedoch hiermit nicht ausgestattet. Dann müssen die Präparate mit einfachen Methoden vor Verstaubung geschützt werden. Grundvoraussetzung sind dicht schließende Fenster, Türen, Schränke und Sammlungskästen. Zusätzlich können in Schubkästen aufbewahrte Objekte mit Papier oder Plastikfolie abgedeckt werden, so daß sich der größte Teil des Staubes durch Wechseln der Abdeckungen entfernen läßt.

Größere Präparate, die zumeist auf den Sammlungs-schränken gelagert sind, werden zweckmäßigerweise in Schlauchfolien eingeschweißt oder eingebunden. Ein Nachteil ist bei nicht atmungsaktiven Folien die Gefahr der Kondenswasserbildung bei stark schwankenden Temperaturen. Trocknungsmittel sollten aber auf keinen Fall beigegeben werden, weil eine Versprödung durch zu starke Austrocknung eintreten kann.

Bei der Benutzung von Plastikfolien und -schachteln wie auch beim Anstrich der Sammlungskästen und -schränke sollte die potentielle Gefahr für das Sammlungsgut durch exhalierende Bestandteile (z. B. Säuren, Lösungsmittel, Beizen) immer kalkuliert werden (H. SCHNABEL 1989, 60 ff.).

Zur Aufbewahrung von pleistozänen Wirbeltierpräparaten und zum Sammlungsschutz gibt die einschlägige Literatur zahlreiche weiterführende Hinweise (z. B. TH. D. NICHOLSON 1975, 16 ff.; H. WALTER 1978, 178 ff.; A. W. GENTRY 1979, 87 ff.; W. KÖHLER 1979, 84 ff.; D. BEGER/H. WALTHER 1980, 4 ff.; D. BURKHARD et al. 1980, 122 f.; R. ZUMPE 1980, 213 ff.; K. SCHREINER/H. WECKS 1987, 1 ff.).

## 7. Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit behandelt die verschiedenen Aspekte der Bergung, Präparation und Magazinierung pleistozäner Wirbeltierreste.

Hingewiesen wird auf die Bedeutung von grundlegenden anatomischen und taphonomischen Kenntnissen, die bereits Einfluß auf die zu wählenden Bergungs- und Präparationsmethoden haben. Am Beispiel der unterpleistozänen Komplexfundstelle Untermaßfeld bei Meiningen wird gezeigt, mit welchen aus der archäologischen Ausgrabungsmethodik entlehnten Techniken fossile Wirbeltierreste aus einem Lockeresediment geborgen werden.

Weiterhin sind geowissenschaftliche Präparationsmethoden beschrieben worden, die bei der Restaurierung und Konservierung pleistozänen Fundmaterials zur Anwendung kommen. Ergänzend werden die historische Entwicklung einiger dieser Methoden reflektiert

und eine Reihe von weiterführenden Literaturhinweisen gegeben.

Im Mittelpunkt der Betrachtung steht das komplizierte Problemfeld der konsolidierenden Imprägnierung mürber und brüchiger Wirbeltierfossilien. Hierzu werden Anwendungsbeispiele verschiedener Tränkungs-mittel beschrieben. Der Einsatz einer Harnstoffharz-Lösung und einer Polyvenylacetal-Resamin-Lösung durch den Verfasser in der Vorkonservierung sowie bei der endgültigen Präparation wird vorgestellt.

Das Anliegen dieser Arbeit ist es zum einen, Erfahrungen bei der Bergung und Präparation pleistozäner Wirbeltierreste und die hierbei zum Teil neuartig verwendeten bzw. modifizierten Techniken zu beschreiben. Zum anderen soll dem Leser durch eine größere Anzahl eingefügter Literaturhinweise die Möglichkeit weiterführender Studien geboten werden.



# Literatur

- ADAM, K. D./FLUGGE, H.-U./RATHGEBER, TH., 1983: Fossilien sammeln, bergen, präparieren, konservieren, magazinieren, ausstellen. – Museumsmagazin, Museumsverb. Baden-Württemberg, 1–105, Stuttgart.
- AGNEW, N. H., 1984: The use of silicones in the preservation of a field site. – The Lark Quarry Dinosaur Trackways. – Adhesives and Consolidants, Preprints IIC Paris Congress 1984, 87–91, London.
- AGNEW, N. H./OXNAM, W. B., 1983: Conservation of the Lark Quarry dinosaur trackway. – Curator 26, 3, 219–233, Westport.
- AICHINGER, J., 1969: Erfahrungen bei der Präparation von Fossilien mit einem verbesserten Sandstrahlgerät. – Der Präparator 15, 1/2, 7–10, Bochum.
- ALLMAN, M./LAWRENCE, D. F., 1972: Geological laboratory techniques. – 335 S., London.
- ANDES, L. E., 1924: Die Harzprodukte. Gewinnung und Verarbeitung der Rohterpentine zu Terpentinöl und Kolophonium, dessen Verarbeitung zu Harzölen, Schmierölen usw. und Herstellung der verschiedensten Produkte, insbesondere der Hartharze, harzsauren Metalloxyde usw. – Chemisch-technische Bibliothek, 283, 2. Aufl., 466 S., Wien/Leipzig.
- 1928: Die Fabrikation der Kopal-, Terpentinöl- und Spirituslacke. – Chemisch-technische Bibliothek, 102, 4. Aufl., 428 S., Wien/Leipzig.
- AUFFENBERG, W., 1967: What is a plaster jacket? – Plaster Jacket 6, 1–7.
- BANNISTER, F. A., 1934: The preservation of pyrites and marcasite. – Mus. Jour. 33, 72–75, London.
- BARKER, PH., 1993: Techniques of Archeological Excavation. – 3. Auflage., 285 S., Batsford.
- BARTHEL, K. W., 1966: Mounting of *Smilodon californicus* Bovard. – Curator 9, 2, 119–124, New York.
- BATHER, F. A., 1908: The preparation and preservation of fossils. – Mus. Jour. 8, 3, 76–90, London.
- BAUCH, J., 1979: Ein neues Ultraschall-Gerät für die Fossilpräparation. – Der Präparator 25, 3, 127–128, Bochum.
- BAUMGARTNER, H./LANOBY, R., 1982: Eine Methode zur Wasser-sättigung trockener, fossiler Knochen, Zähne und Hölzer, für die Konservierung mit PEG 6'000–12'000. – Der Präparator 28/2, 269–274, Bochum.
- BEEGER, D./WALTHER, H., 1980: Petrografische und paläontologische Sammlungen – ihre Bedeutung, Bewahrung und Pflege. – Inst. f. Museumswes. 15, 4–42, Berlin.
- BEELE, H., 1960: Salz im Stein – Über die Operation des Auslaugens. – Der Präparator 6, 78–90, 105–118, Bonn.
- BENTZ, A., 1961: Lehrbuch der angewandten Geologie, I, 1–160, Stuttgart.
- BESSOM, L. C., 1963: A technique for mounting skeletons with fibreglass. – Curator 6, 231–239, New York.
- BETTENSTÄDT, F./BEYN, W./BUEBLE, O./FOCK, M./KÖCK, C./NÖTH, L./RAUPACH, F./RÖPKE, W./VOIGT, E./WEIGELT, J., 1935: Der heutige Stand der Geiseltalforschung, die Gliederung des Kohleprofils der Gruben Cecilie und Leonhardt und die Horizontierung der Wirbeltierfunde. – Nov. Act. Leop., N. F. 3, 11, 122 S., Halle/S.
- BLECK, R.-D., 1966: Archäologische Chemie – ein Helfer der Konservierungs- und Restaurierungstechnik. – Neue Museumskunde 9, 151–154, Berlin.
- 1984a: Synthetische Materialien, die zur Konservierung von Kulturgut verwendet werden. – Beil. I z. Studienanl. f. d. Lehrgeb. Fachchem., 26 S., Mus. f. Ur- u. Frühgesch. Thüringens, Weimar.
- 1984b: Klebstoffe. – Beil. II z. Studienanl. f. d. Lehrgeb. Fachchem., 10 S., Berlin/Weimar.
- 1990: Stoffdatenblätter für Restauratoren. – Restaurierung und Museumstechnik 10, Mus. f. Ur- und Frühgeschichte Thüringens, Weimar.
- 1992: Pflege und Erhaltung von Kunst- und Kulturgut. Bibliographie II. – Restaurierung und Museumstechnik 11. Stuttgart.
- BÖCKMANN, F., o. J., (ca. 1906): Das Celluloid, seine Rohmaterialien, Fabrikation, Eigenschaften und technische Verwendung. – 132 S., Wien.
- BOETTCHER, F. L. J., 1912: Preservation of osseous and horny tissues. – Proceedings U. S. National Museum 41, 697–705.
- BORNHARDT, J. F., 1975: Neue Fossilfunde aus der Grube Messel und ihre Präparation. – Der Aufschluß 26, 453–473, Heidelberg.
- BOTTLER, M., 1907: Harze und Harzindustrie. – 291 S., Hannover.
- 1919: Über die Herstellung und Eigenschaften von Kunstharzen. – 111 S., München.
- BRENDEL, G., 1966: Ein neues Verfahren zur Konservierung nasen Ausgrabungsholzes. – Muzeumi Közlemenyek, 1966, 3/4, 148–155, Budapest.
- BRONIEWSKI, J. v., 1980: Restaurierung und Montage eines Höhlenbärenskelettes. – Der Präparator 26, 2, 233–234, Bochum.
- BROTHWELL, D. R., 1963: Digging Up Bones. – 210 S., Trustees of the British Museum, London.
- BRÜNING, H., 1962: Geiseltallack-Tauchverfahren. Eine einfache Methode zur Härtung fossilen Knochenmaterials. – Der Präparator 8/1, 28, Bonn.
- BRUNSTETTER, R. T., 1988: Removing rust stains from bones. – Curator 31, 2, 106–107, Westport.
- BURKHARD, E., 1964: Skelette – neuartig präpariert und aufgestellt. – Neue Museumskunde 64, 3, 229–232, Berlin.
- BURKHARD, D./KNORRE, D. v./FRANKE, H./MANITZ, H., 1980: Zur Pflege naturkundlicher Sammlungen. – Inst. f. Museumswes., 15, 87–139, Berlin.
- BUTLER, A. J., 1933: Cellulose films in Paleontology. – Mus. Jour. 33, 235–236, London.
- 1935: Cellulose films in Paleontology. – Museums Journal 35, 111–112, London.
- CASE, E. C., 1925: The use of Bakelite in the preservation of fossil material. – Science, n. s. 61, 543–544, Washington.
- CAMP, CH. L./HANNA, G. D., 1937: Methods in Paleontology. – 133 S., Berkeley, California.
- CANEVA, G./ALTIERI, A., 1988: Biochemical mechanism of stone weathering induced by plant growth. – Proc. VIth Intern. Congr. on Deterioration and Conservation of Stone, 1988, 32–44, Torun.
- CARLSON, S. M./SCHNIEWIND, A. P., 1990: Residual solvents in woodconsolidant composites. – Studies in Conservation 35, 1, 26–32, London.
- CHAROLA, A. E./TUCCI, A./KOESTLER, R. J., 1986: On the reversibility of treatments with acrylic/silicone resin mixtures. – J. Amer. Inst. for Conservation 25, 2, 83–92, Washington.
- CHVATAL, TH., 1974: Die Festigung von Stein. Chemische Grundlagen und praktische Erfahrungen mit Kieselsäureestern. – Arbeitsblätter f. Restauratoren 1, Gr. 6, 40–51, Mainz.
- CIABACH, J., 1982: Eigenschaften und Anwendung von Paraloid B-72. – Ochrona Zabytkow 35, 1–2, 111–112, Warschau.
- 1983: Properties and use of polyethylene glycols. – Ochrona Zabytkow 36, 3/4, 223–225, Warschau.
- 1984: Properties and use of resins obtained from butyl methacrylate. – Ochrona Zabytkow 37, 3, 206–208, Warschau.
- CLARKE, R. W./GREGSON, C., 1987: A large scale polyethylene glycol conservation facility for waterlogged wood at the National Maritime, Greenwich. – ICOM Committee for Conservation (Sydney), 8/1, 301–307, Marina del Rey.
- CLARKE, R. W./SQUIRREL, J. P., 1982: A theoretical and compar-

- itive study of conservation methods for large waterlogged wooden artifacts. – Proc. of the ICOM Waterlogged Wood Working Group Conference, 1982, 19–27, Ottawa.
- COLBERT, E. H., 1965: Old bones and what to do about them. – Curator 8, 4, 302–318, Westport.
- COLES, J. M., 1981: Conservation of wooden artifacts from the Somerset levels: 3. – Somerset Level Papers 7, 70–80.
- CONVERS, H. H. jr., 1989: Handbook of Paleo-Preparation Techniques. – Florida Mus. Nat. Hist., 109 S., Gainesville, Florida.
- COOPER, G. A., 1933: A method for the preparation of fossils. – Science, n. s. 77, 1999, 394, New York.
- CORNISH, L./DOYLE, A., 1984: Use of ethanolamine thioglycollate in the conservation of pyritized fossils. – Palaeontology 27, 2, 421–424, Oxford.
- CORNWALL, I. W., 1974: Bones for the Archeologist. – 204–217, Phoenix House, London.
- COTT, J., 1965: Die Konservierung von Feuchthölzern. – Neue Museumskunde 8, 329–342, Berlin.
- 1968: Erfahrungen mit der Piazep ME/2-Methode nach Abschluß der Holzkonservierung von Oberdorla. – Neue Museumskunde 11, 2, 235–238, Berlin.
- DANIELS, V., 1980: Removal of epoxy resins from antiquities. – Conservation News 16, 11, London.
- DAVIDSON, C. F., 1934: Hardening fragile fossils with vinyl acetate. – Mus. Jour. 33, 455, London.
- DOBBERSTEIN, J./KOCH, T., 1953: Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere, I. – 180 S., Leipzig.
- DREVERMANN, F., 1928: Beobachtungen bei der Präparation von Solnhofener Versteinerungen. – Paläont. Zschr. 10, 289–292, Berlin.
- 1930: Wie man Skelette fossiler Wirbeltiere montiert. – Nat. u. Mus. 60, 469–473, Frankfurt/M..
- EGGERT, J., 1935: Die Photographie im Dienste der paläontologischen Wissenschaft. – Verh. d. Ges. Dtsch. Naturforsch. u. Ärzte 93, Vers. zu Hannover.
- ELLENBERG, J./KAHLKE, R.-D., 1989: Fluviale Sedimentation unterpleistozäner Sande der Werra südlich Meiningen. – In: Kurzf. u. Exkursionsf., Lithologie: Sedimente – Sedimentationsprozesse – Fazies – Faziesmodelle. Tagung v. 8. bis 10. Nov. 1989 in Binz/Rügen, 3–5, Ges. Geol. Wiss. DDR, Berlin.
- im Druck: Die quartärgeologische Entwicklung des mittleren Werratal und der Bau der unterpleistozänen Komplexfundstelle Untermaßfeld bei Meiningen. – Monogr. Röm.-Germ. Zentralmuseum Mainz.
- ENGELMAYER, R./JUNGWIRTH, J., 1968: Eine Methode zur Härtung stark brüchiger Skelette aus Kulturschichten Unterägyptens. – Ann. Naturhist. Mus. Wien 72, 693–696, Wien.
- ENGSTRÖM, K., 1975: Storage of natural history collections. – ICOM News 28, 1, 28–29, Paris.
- ERSEFELD, J., 1955: Funde der Vorzeit. Ihre Bergung, Konservierung und Ausstellung. – 167 S., Weimar.
- EVITT, W. R., 1951: Paleontologic techniques. – Jour. Paleont. 25, 5, 693–695, Tulsa, Oklahoma.
- FAIRBANKS, C. H., 1983: The conservation of archeological materials: a laboratory manual for pre-historic and historic collections. – Florida J. of Anthropol., 83 S., Gainesville.
- FENTON, M. A., 1935: Nitro-cellulose sections of fossils and rocks. – American Midland Naturalist 16, 410–412, South Bend, Indiana.
- FIRTH, J. N. M., 1960: The cleaning of fossils by ultrasonic waves. – Mus. Jour. 60, 1, 17–18, London.
- FOUCAR, K., 1938: Die Bergung eines Fließerdeprofils aus dem Saale-Weichsel-Interglazial bei Halle a. d. Saale mittels des Lackfilmverfahrens. – Zschr. f. Geschiefbeforsch. u. Flachlandgeol. 14, Frankfurt/O..
- FRANCO GANZALES S. M. E./CESARES GONZALES F. E., 1980: Investigación des los adhesivos empleados en la conservación en Mexico. – 80 S., Mexico.
- FRANKE, J./RUNGE, H., 1987: Die Zusammensetzung des Knochens. – Osteoporose, 30–42, Berlin.
- GAUDEL, P., 1960: Bibliographie der archäologischen Konservierungsmethoden. – Berliner Blätter f. Vor- und Frühgeschichte 8, 1–212, Berlin.
- 1962: Entwicklung und Stand der archäologischen Restaurierungs- und Konservierungstechniken. – Berliner Jahrb. f. Vor- und Frühgeschichte 2, 224–242, Berlin.
- 1963: Das Polyglykol-Verfahren. – Der Präparator 9, 2, 202–210, Bonn.
- GEBSER, J., 1955: Die Paraffinmethode, ein vorzügliches Konservierungsmittel für vor- und frühgeschichtliche Holzfunde. – Der Präparator 1, 2, 28–31, Bonn.
- GEIGER, PH. L., 1839: Pharmaceutische Zoologie. – 290 S., Heidelberg.
- GENTRY, A. W., 1979: Curation of fossil vertebrates. – Special Papers in Paleontology 22, 87–95, London.
- GERASSIMOVA, N. G./NIKITINA, K. F./BARANOVA, T. A./MELNIKOVA, E. P., 1987: Consolidation of dried archaeological wood. – ICOM Committee for Conservation (Sydney), 8/1, 309–311, Marina del Rey.
- GILPIN, O. L., 1959: A free-stand mount of Gorgosaurus. – Curator 2, 2, 162–168, New York.
- GNAMM, H., 1946: Die Lösungsmittel und Weichmachungsmittel. – 5. Aufl., 561 S., Stuttgart.
- GOUBITZ, O., 1982: The cleaning of archaeological objects with an ultrasonic probe. – Conservation News 18, 8–10, London.
- GRENN, W. A., 1924: Celluloid as a preservative. – Mus. Journ. 24, 154, London.
- GÜNTHER, A., 1984: Acetatfolienabzüge Peels. – Der Präparator 30, 2, 283–284, Bochum.
- HAAS, A., 1959: Eine einfache Methode der Konservierung von Geweih und Knochen. – Der Präparator 5, 2, 58–59, Bonn.
- 1960: Die Methode Lyofix DMI. – Zschr. schweizer. Archäol. u. Kunstgesch. 36, 2, 121–124, Basel.
- 1964: Erfahrungen und Prüfergebnisse zur Feuchtholzkonservierung mittels Arigal-C. – Der Präparator 10, 4, 113–118, Bonn.
- 1985: Neue Entwicklungen bei der Naßholzkonservierung mit Melamin-Formaldehyd-Kondensation. – Arbeitsblätter f. Restauratoren 18, 1, Gr. 8, 122–127, Mainz.
- HÄHNEL, W., 1961: Die Lackfilmmethode zur Konservierung geologischer Objekte. – Der Präparator 7, 4, 243–263, Bonn.
- 1962: The Laquer-Film method of conserving geological objects. – Curator 5, 4, 353–368, New York.
- 1986: Ausgrabung und Präparation von Elefantenknochen in Mexiko. – Der Präparator 32, 2, 265–271, Bochum.
- HAUF, B., 1930: Wie ein Ichthyosaurus das Licht der Welt wieder erblickt. – Monatsschr. Württ., 9–19, Stuttgart.
- HEDVAL, J. A., 1962: Chemie im Dienste der Archäologie, Bautechnik, Denkmalpflege. – 226 S., Göteborg.
- HEINRICH, W.-D./KRUEGER, H.-H./WOLFSCHLÄGER, H., 1975: Grabungs- und Bergungsmethodik bei der Untersuchung des fossilen Tierbautensystems von Pisede bei Malchin. – Wiss. Zschr. d. Humboldt-Univ. zu Berlin, Math.-Naturwiss. Reihe, 24, 579–583, Berlin.
- HERRENBRODT, A., 1954: Eine neue Lackfilmmethode: Das Capalex-Verfahren. – Bonner Jahrb. d. rhein. Landesmus. i. Bonn 154, 182–184, Kevelaer.
- HESS, K., 1928: Die Chemie der Zellulose und ihrer Begleiter. – 20, 836 S., Leipzig.
- HILL, F. C., 1886: On the mounting fossils. – Am. Naturalist, Extra, 353–359, Lancaster.
- HOLLAND-MERTEN, E. L., 1953: Handbuch der Vakuumtechnik. 6. Die Vakuumimprägnierung. – 199–206, Halle/S..
- HOLLEMANN, A. F./RICHTER, F., 1949: Lehrbuch der Organischen Chemie. – 526 S., Berlin.
- HOLM, G., 1890: Gotlands graptoliter. – Bihang K. Svenska Vet.-Akad. Handl. 16, iv, No. 7, Stockholm.

- HOMANN, W., 1979: Erfahrungen beim Grabungseinsatz neuer technischer Hilfsmittel in der Ölschiefergrube Messel bei Darmstadt. – *Der Präparator* 25, 2, 57–64, Bochum.
- HOSEMANN, R., 1964: Was bietet die Kunststoffchemie dem Restaurator von Altertümern? – *Berliner Jahrb. f. Vor- und Frühgeschichte*, Erg.-Bd. 1, 12–23, Berlin.
- HOWIE, F.M.P., 1974: Introduction of thioglycolic acid in preparation of vertebrate fossils. – *Curator* 17, 159–165, New York.
- 1979: Museum climatology and the conservation of palaeontological material. – *Palaontology* 22, 103–125, London.
- 1984a: Fossil conservation and problems of mineral stability. – *Science Technology* 7, 24–28, London.
- 1984b: Materials used for conserving fossil specimens since 1930: a review. – *Adhesives and Consolidants, IIC Paris Progress*, Preprints 1984, 92–97, London.
- HUCKE, J./BLECK, R.-D., 1985: Chemikalien und Rezepte. – *Restaurierung u. Museumstechnik* 3, 113 S., Mus. f. Ur- und Frühgesch. Thüringens, Weimar.
- HUENE, F. v., 1933: Auffindung und Behandlung eines fossilen Saurierskeletts. – *Aus der Heimat* 46, 5, 129–135, Stuttgart.
- HUG, B., 1979a: Die Methode Arigal C. – *Zschr. schweizer. Archäol. u. Kunstgesch.* 36, 2, 124–127, Basel.
- 1979b: Die verschiedenen Methoden der Naßholzkonservierung. 5. Die Methode Cabowax (PEG)/Gefriertrocknung. – *Zschr. schweizer. Archäol. u. Kunstgesch.* 36, 2, 134–137, Zürich.
- JAKOB, G., 1989: Der Einfluß von Luftfeuchte und Temperatur auf Kulturgut. – *Informat. f. d. Museen i. d. DDR* 3, 3–14, Berlin.
- JEPERSEN, K., 1982: Some problems of using tetra ethoxysilane (tetraethyl orthosilicate: TEOS) for conservation of waterlogged wood. – *Proc. ICOM Waterlogged Wood Working Group Conf.* 1982, 203–207, Grenoble.
- JESSEN, W., 1938a: Versteifung von Lackprofilen bei schwer ablösbaren Gesteinen. – *Zschr. Dtsch. Geol. Ges.* 90, 1, 51–54, Berlin.
- 1938b: Lackprofile in der erdgeschichtlichen Heimatsammlung. – *Nat. u. Volk* 68, 3, 120–123, Frankfurt/M..
- JOHANSSON, L.-U., 1983: Conservation of waterlogged organic material (wood, leather, bone). – *Konserveringstekniska studier*, 1983, 98–103, Stockholm.
- 1983b: A traveler's sundial fund in Uppsala. – *Konserveringstekniska studier*, 1983, 104–108, Stockholm.
- JOHNSON, M., 1976: Nitrocellulose as a conservation hazard. – In: *American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works*, Preprints, 4th Annual Meeting, 66–74, Dearborn, Michigan.
- JOUKOWSKY, M., 1980: *A complete manual of field archaeology*. – 630 S., Prentice Hall, New Jersey.
- KAHLKE, H.-D./KAHLKE, R.-D. (Hrsg.), im Druck: Das Pleistozän von Untermaßfeld in Thüringen. Teil I. – *Monogr. Röm.-Germ. Zentralmuseum Mainz*, Mskr. 1–812.
- KAHLKE, R.-D., 1985: Altpleistozäne *Hippopotamus*-Reste von Untermaßfeld bei Meiningen (Bezirk Suhl, DDR) (Vorläufige Mitteilung). – *Säugetierkd. Inf.* 2, 9, 227–233, Jena.
- 1987: Die unterpleistozänen *Hippopotamus*-Reste von Untermaßfeld bei Meiningen (Bezirk Suhl, DDR) – Ein Beitrag zur Forschungs-, Verbreitungs- und Entwicklungsgeschichte fossiler Hippopotamiden in Europa. – *Diss. E. M. Arndt-Univ. Greifswald*, 167 S., Anl., Greifswald.
- 1991: Grabungssituation in Untermaßfeld. – *Cranium* 8, 1, 13–14, Dieren.
- 1992: Eine komplexe Großsäugerfauna aus der Forschungsgrabung Untermaßfeld (Südthüringen). – *DEUQUA '92*, Tagungsprogramm und Kurzfassungen, 59–61, Kiel.
- 1994: Unterpleistozäne Wirbeltierfundstelle bei Untermaßfeld, Lkr. Meiningen. – In: *DUSEK, S.* (Hrsg.): *Führer zu archäologischen Denkmälern in Deutschland*, 28: Südliches Thüringen, 107–110, Stuttgart.
- im Druck a: Zur Entdeckungs- und Erforschungsgeschichte der unterpleistozänen Komplexfundstelle Untermaßfeld bei Meiningen. – *Monogr. Röm.-Germ. Zentralmuseum Mainz*.
- im Druck b: Bisheriger Gesamtbefund zur Geologie, Paläozoologie, Taphonomie, Ökologie und Stratigraphie der unterpleistozänen Komplexfundstelle von Untermaßfeld bei Meiningen (Thüringen). – *Monogr. Röm.-Germ. Zentralmuseum Mainz*.
- KAHLKE, R.-D./ELLENBERG, J., 1990: Der geologische Bau der unterpleistozänen Komplexfundstelle Untermaßfeld bei Meiningen (Südthüringen). – In: *Kurzref. 37. Jahrestagung Ges. Geol. Wiss. DDR v. 19.–24. Aug. 1990 in Jena/Thüringen*, Regionale und Angewandte Geologie Thüringens, *Ges. Geol. Wiss. DDR*, 31–32, Berlin.
- 1992: Geologie und Taphonomie der unterpleistozänen Wirbeltierfundstelle Untermaßfeld (Südthüringen). – *DEUQUA '92*, Tagungsprogramm und Kurzfassungen, 62, Kiel.
- KAMPA, E., 1967: Ein neues Nitrocellulosefilm-Verfahren in der Paläontologie. – *Der Präparator* 13, 3, 205–206, Bonn.
- KARPFNER, K., 1927: Die Verwendung des Celluloids zu muscalen Zwecken. – *Allatorvosi Lapok* 50, 216–217, Budapest.
- KEILER, J.-A., 1991a: Einige Aspekte der Bergung und Präparation pleistozäner Wirbeltierreste. – *Vortrag z. 3. Symp. d. ICOM-ICNHM im Museum für Naturkunde Berlin*, unveröff. Mskr., Inst. f. Quartärpaläontologie Weimar.
- 1991b: Klebstoffe kritisch betrachtet – ein Beitrag zur paläontologischen Präparationstechnik. – *Der Präparator* 38, 2, 81–84, Bochum.
- 1992: Präparation unterpleistozäner Großsäuger-Schädel von Untermaßfeld/Thüringen. – *Vortrag z. 31. internat. Präparatorentgng. d. VDP in Pottenstein*, unveröff. Mskr., Inst. f. Quartärpaläontologie Weimar.
- 1994: Nutzung der Transfer-Methode zur Stabilisierung pleistozäner Wirbeltierreste. – *Der Präparator* 40, 3, 115–118, Bochum.
- KEILHACK, K., 1922: *Lehrbuch der Praktischen Geologie*. II. – 599 S., Stuttgart.
- KISZELY, I., 1970: Über die Konservierung subfossiler Menschenknochen. – *Neue Museumskd.* 13, 34–43, Berlin.
- KLEMENT, R., 1937: Neue Untersuchungen über die anorganische Knochen- und Zahnschmelze und ihre Synthese. – *Klin. Wochenschr.* 16, 17, 591–593, Berlin.
- KNAUS, C., 1986: Probleme mit Lösungsmitteln. – *Arbeitsblätter f. Restauratoren* 19, 2, Gr. 14, 6–15, Mainz.
- KOCH, G. v., 1913: Über Versuche mit Zellon bei zoologischen und paläontologischen Präparaten sowie einige Worte über Gipsabgüsse. – *Museumskunde* 9, 216–219, Berlin.
- KOCH, T./BERG, R., 1985: *Lehrbuch der Veterinär-Anatomie*. I. – 407 S., Jena.
- KÖHLER, W., 1979: Das Klima in Museumsräumen, seine Kontrolle und Regulierung. – *Inst. f. Museumswes.* 14, 84–139, Berlin.
- KOOB, S. P., 1982: The instability of cellulose nitrate adhesives. – *The Conservator* 6, 31–34, London.
- 1984: The continued use of shellac as an adhesive – why? – *Adhesives and Consolidants, IIC Paris Congress*, Preprints 1984, 103, London.
- KRAINITZKI, H., 1988: Lackfilme und ihre Herstellung. – In: *Aufschlüsse – Darstellung geologischer Formationen im Lackprofil*. – *Broschüre z. Ausst. d. Ruhrlandmus. Essen*, 11–12, Essen.
- 1989: Abnahme und Transport von Lackfilmen. – *Der Präparator* 35, 2, 61–63, Bochum.
- KRAMER, W., 1964: Reinigung mittels Ultraschall. – *Erg.-Bd. d. Berliner Jahrb. f. Vor- und Frühgeschichte* 1, 41–45, Berlin.
- KRATZ, A., 1964: Eine neue Methode der Steinrestaurierung. – In: *Restaurierung und Konservierung* 1, 46–55, Erg.-Bd. d. *Berliner Jahrb. f. Vor- und Frühgeschichte*, Berlin.
- KREMER, A., 1984: Holzkonservierung mit der Lyofix-Methode. – *Der Präparator* 30, 4, 389–395, Bochum.

- KRÜGER, F. J., 1985: Lackabzüge selbstgemacht. – Fossilien, Zschr. f. Samml. u. Hobbypaläont. 2, 1, 15–17, Korb.
- KÜHNLE, W. G., 1961: Präparation von flachen Wirbeltierfossilien auf künstlicher Matrix. – Paläont. Zschr. 35, 3/4, 251–252, Stuttgart.
- 1962: Präparation von Wirbeltierfossilien aus kolloidalem Gestein. – Paläont. Zschr. 36, 3/4, 285–286, Stuttgart.
- KUMMEL, B./RAUP, D., 1965: Handbook of Paleontological Techniques. – 852 S., San Franzisko/London.
- LANG, W. H., 1926: A cellulose-film transfer method in the study of fossils plants. – Ann. Bot. Oxford 40, 710–711, Oxford.
- LANOÛY, R., 1966: Bemerkungen zur mechanischen Präparation fossiler Knochen. – Der Präparator 12, 4, 95–98, Bonn.
- 1982: Der Feinstrahlgriffel, ein Kleinsandstrahlgerät. – Der Präparator 28, 4, 363–364, Bochum.
- LAURES, F. F., 1984: A means of rapid drying of antique wooden material previously saturated with polyethylene glycol (PEG 4000) in a watery solution. – Intern. Journ. Naut. Archaeol. and Underwater Expl. 13, 4, 325–327, London.
- LEHNER, S., 1899: Die Kitte und Klebemittel. Ausführliche Anleitung zur Darstellung aller Arten von Kittten und Klebemitteln für Glas, Porzellan, Metalle, Leder, Eisen, Stein, Holz, Wasserleitungs- und Dampfrohren. – 5. Aufl., VIII/133 S., Wien/Leipzig.
- LEIGH, D., 1978: First aid for finds. – 41 S., Herford.
- LEISHER, W., 1977: Humidity-temperature requirements for museum collections. – 5 S., Washington.
- LICHTER, G., 1979: Fossilien bergen, präparieren, ausstellen. Geräte und Techniken. – Kosmos Handb. f. d. prakt. naturwiss. Arb., 144 S., Stuttgart.
- LIERL, H.-J., 1992: Tenside – ihre Verwendung für die Präparation geologisch-paläontologischer Objekte. – Der Präparator 38, 1, 11–17, Bochum.
- 1993: Bergung und Präparation tertiärer Wirbeltierreste in der Libyschen Wüste (SAHABI-Projekt) – Der Präparator 39, 3, 93–99, Bochum.
- LIESER, Th., 1953: Kurzes Lehrbuch der Cellulosechemie. – 288 S., Berlin.
- LILLENSTERN, H. R. v., 1938: Bergung eines verunglückten Mammut am Fuße der Rhön. – Aus der Heimat 51, 56–59, Stuttgart.
- LIPPMANN, H. G., o. J.: Präparation von Fossilien aus der Grube Messel. – 39–57, Stuttgart.
- 1986: Konservierung des interglazialen Waldelefantenskelettes von Crumstadt und Perspektiven seiner Aufstellung. – Cranium 3, 1, 14–16, Dieren.
- LIPPMANN, H. G./WIEMER, G., 1979: Bergung und Präparation von Fossilien aus der Grube Messel unter Berücksichtigung eines Primatenfundes. – Der Präparator 25, 1, 3–13, Bochum.
- LUFF, F., 1934: Röntgenbilder von 30 Millionen Jahre alten Tierleichen. – Röntgenblätter Agfa, 4, 3.
- MAC LEISH, B. A., 1985: The care of antiques and historical collections. – 2. Aufl., 248 S., Nashville.
- MANN, L., 1933: Preservation of fossil bones. – Nature, 131, 366, London.
- MATTES, R., 1988: Mit Laserstrahlen auf den Spuren der Urzeit. – Der Präparator 34, 3, 299–301, Bochum.
- MAUL, L., im Druck: Die Kleinsäugerreste (Mammalia: Insectivora, Lagomorpha, Rodentia) aus der pleistozänen Komplexfundstelle Untermaßfeld bei Meiningen (Thüringen). – Monogr. Röm.-Germ. Zentralmuseum Mainz.
- MAURER, F., 1984: Die Abnahme eines großen Lackprofils im Löß. – Arbeitsblätter f. Restauratoren 17, 1, Gr. 20, 64–66, Mainz.
- MILLER, G. J., 1971: Some new and improved methods for recovering and preparing fossils as developed on the Rancho La Brea Projekt. – Curator 14, 4, 293–307, New York.
- MILLER, T. H./JEFFORDS, R. M., 1962: Some properties of acetate films used in peels. – Journ. Paleont. 36, 6, 1382–383, Tulsa, Oklahoma.
- MIROWSKI, R., 1988: A new method of impregnation of stone historical objects. – Proc. VIth Intern. Congr. on Deterior. and Conserv. of Stone 1988, 633–640, Torun.
- MOLLISON, TH., 1936: Die Härtung von brüchigem Material mit Zelluloid. – Anthropol. Anz. 13, 292–295, Stuttgart.
- MORÉN, R./CENTERWALL, B., 1961: The use of polyglykols in the stabilizing and preservation of wood. – Meddelanden från Lunds Universitets Historiska Mus. 1960, 176–196, Lund.
- MÜLLER-BECK, H./HAAS, A., 1958: Holzkonservierung mit Arigal C (Ciba). – Jahrb. d. Bernisch. Hist. Mus., 37./38., 260–271, Bern.
- 1960: Method for wood preservation using Arigal C. – Studies in Conservation 5, 150–158, London.
- 1961: Ein neues Verfahren zur Konservierung von Feuchthölzern. – Der Präparator 7, 1, 157–168, Bonn.
- MÜNZINGER, W. M., 1935: Technologie der Weichmachungsmittel. – 120 S., München.
- MUNNIKENDAM, R. A., 1967: Konservierung wassergelagerter Hölzer durch Strahlungspolymerisation. – Studies in Conservation 12, 70–75, London.
- NICHOLSON, TH. D., 1975: The fossil mammal collections of the American Museum of Natural History. – Curator 18, 1, 16–38, New York.
- NORMANN, D. B./HILPERT, K.-H., 1987: Die Wirbeltierfauna von Nehden (Sauerland) Westdeutschland. – Geol. u. Paläont. i. Westfalen, 79 S., Münster.
- NOUVEL, O., 1931: Die Industrie der Phenol-Aldehyd-Harze. – 128 S., Halle (S.).
- OPPENHEIMER, C./NAEGELI, K., 1955: Grundriss der organischen Chemie. – 328 S., Leipzig.
- ORGAN, R. M., 1958: Treatment using ultrasonic vibrations. – Studies in Conservation 4, 1, 35, London.
- 1959: Carbowachs und andere Materialien bei der Behandlung von wassergeschädigtem, paläontologischem Holz. – Studies in Conservation 4, 96–105, London.
- ORR, P. C., 1940: An adjustable frame for mounting fossil skeletons. – Mus. Journ. 39, 420–421, London.
- OTT, H./OTT, E., 1965: Kieselsäureester als Hilfsmittel bei paläontologischen Präparationsarbeiten. – Mitt. Bayer. Staatsapparat. Paläont. hist. Geol. 5, 189–194, München.
- PABST, F./VIEWEG, R., 1938: Kunststoffe. Ein Leitfaden für die Praxis und zum Gebrauch an technischen Lehranstalten. – 92 S., Berlin.
- PATERAKIS, A., 1987: Synthetic resins for the consolidation of wood. – Anastylisis, restoration, protection, monuments and complexes 13, 371–374, Athen.
- PFLUG, H. D./STRÜBEL, G., 1967: Umwandlungen im Wirbeltierknochen während der Fossilisation. – Ber. Oberhess. Ges. Nat.-u. Heilkd. zu Gießen 35, 5–22, Gießen.
- PLENDERLEITH, H. J., 1956: The conservation of antiquities and works of art. – 325 S., Oxford Univ. Press, London/New York/Toronto.
- PONGRACZ, A., 1935: Die eoäne Insektenfauna des Geiseltales. – Nov. Act. Leop., N. F. 2, 3/4, 485–572, Halle/S..
- PROKHOROV, M. G., 1929: Instruction for excavating, preparing and mounting fossil vertebrates. – Geologiceskij Muzej Leningrad: Trudy Geologiceskogo Muzeja, Travaux du Musée Géologique près l'Académie des Sciences de l'URSS / Akademija nauk SSSR, 1–75, Leningrad.
- RADLEY, E. G.: The preservation of pyritised and other fossils. – The Naturalist 1929, 143–146, 167–173, 196–202, London.
- RATHGEN, F., 1898: Die Konservierung von Altertumsfunden. – 147 S., Berlin.
- 1913: Mitteilungen aus dem Laboratorium der Kgl. Museen zu Berlin X. Cellon. – Museumskd. 9, 44–48, Berlin.
- 1926: Die Konservierung von Altertumsfunden. Teil I. Stein und steinartige Stoffe. – Berlin/Leipzig.
- RAU, R., 1957: Die Wiederherstellung unserer Flossenechse Peloneustes. – Natur u. Volk 87, 262–266, Frankfurt/M..

- REIMANN, I. C., 1952: A new material for the paleontologist. – *Journ. Paleont.* 26, 3, 529, Tulsa, Oklahoma.
- RICKARDS, M./OATES, D., 1983: Uses and abuses of epoxy resins. – *Building* 245, 7311, 45, London.
- RIEDERER, J., 1981: Umweltschäden an Kunstwerken in Innenräumen. – *Jahrbuch Preuß. Kulturbesitz* 18, 95–101, Berlin.
- 1988: Veröffentlichungen zur Steinkonservierung 1985. – *Berliner Beiträge zur Archäometrie* 10, 95–101, Berlin.
- RIGGS, E. S., 1952: The discovery of the use of plaster of Paris in bandaging fossils. – *Soc. Vert. Paleont., News Bull.* 34, 24–25, Los Angeles.
- RIXON, A. E., 1950: The use of acetic and formic acids in the preparation of fossils vertebrates. – *Mus. Journ.* 49, 116–117, London.
- 1961: Conservation of fossilized material. – *Mus. Journ.* 61, 205–207, London.
- 1968: The development of the remains of a small Scelidosaurus from a Lias nodule. – *Mus. Journ.* 67, 4, 315–321, London.
- 1976: Fossil Animal Remains: Their Preparation and Conservation. – Univ. of London, 304 S., London.
- ROBERTS, J. D., 1984: Acrylic colloidal dispersion as preconsolidants for waterlogged archaeological glass. – *ICOM Committee for Conservation (Copenhagen)*, 1984, Nr. 84.20.21, 21–22, Rom.
- RODRIGUEZ, D. A.: Consolidants of archaeological wood. – *Boletín Museo del Oro* 3, 16–17, Bogota.
- SATZINGER, H., 1969: Bergung und Härtung menschlicher und tierischer Skelette aus den hyskoszeitlichen Siedlungsschichten in Tell ed Dub'a. – *Ann. Naturhist. Mus. Wien* 73, 435–440, Wien.
- SAUER, W., 1988: ZEMIFORM-ISO. Spezialkunststoff zum Härten und Stabilisieren von Stein · Metall · Holz – Firmenschrift, 3 S., oelsauer Bauchemie, Frankfurt/M.
- SCHÄFER, R., 1991: Gefahrenpunkt: Zu hohe Luftfeuchtigkeit. – Firmenschrift, 1 S., Graben-Neudorf.
- SCHAUDY, R./EIBNER, C., 1983a: Konservierung montanarchäologischer Holzfunde durch Imprägnierung und Strahlungshärtung. – *Zschr. f. Archäometrie* 1, 2, 33–47, Wien.
- 1983b: Konservierung verschiedener alter Holzobjekte durch Imprägnierung und Strahlungshärtung. – *Zschr. f. Archäometrie* 1, 4, 120–132, Wien.
- SCHAUDY, R./WENDRINSKY, J./KALTEIS, H./GRIENAUER, W., 1982: Radiation-curable impregnating agents for the conservation of archaeological wooden objects. Part 2. – *Österr. Forschungszentrum Seibersdorf (OEFZS)* 4195, 1–32, Wien.
- SCHAUDY, R./WENDRINSKY, J./KALTEIS, H./GRIENAUER, W./SLAIS, E., 1986: Radiationcurable impregnating agents for the conservation of archaeological wooden objects (Part 3) and conservation experiments applying these agents to intact and artificially decayed wooden samples. – *Österr. Forschungszentrum Seibersdorf (OEFZS)* 4346, 1–43, Wien.
- SCHENK, R. E., 1967: *Museology. The laboratory sciences.* – 33 S., San Francisco.
- SCHMIDT, A., 1956: *Kunststoffe.* – Vortr., unveröff. Mskr., 15 S., Trier.
- SCHMIEJA, E., 1979: Der Urelefant aus dem Inn. Von der Fossilbergung bis zur Montage. – *Der Präparator* 25, 3, 113–120, Bochum.
- SCHNABEL, H., 1989: Exhalate – eine potentielle Gefahrenquelle für Sammlungen. – *Neue Museumskd.* 32, 60–62, Berlin.
- SCHOLZ, C., 1955: Müssen Mammutstoßzähne mit Ringen versehen sein? – *Der Präparator* 1, 4, 75–78, Bonn.
- 1956: Restauration eines Mammutschädels aus Trümmern. – *Der Präparator* 2, 3, 135–137, Bonn.
- 1957: Nachkonservierung von Mammutmolaren. – *Der Präparator* 3, 4, 85–87, Bonn.
- SCHRADER, K., 1965: Technische Leime und Kunstharzkleber und ihre Anwendung in der Musealtechnik. – *Neue Museumskd.* 3, 211–243, Berlin.
- SCHREINER, K./WECKS, H., 1987: Museale Bestandsbewahrung und Bestandserschließung. – *Inst. f. Museumswesen* 28, 183 S., Berlin.
- SCHUMACHER, G.-H./SCHMIDT, H., 1982: *Anatomie und Biochemie der Zähne.* – 569 S., Volk u. Gesundh., Berlin.
- SCHUR, S. E., 1985: Conservation terminology: a review of past and current nomenclature of materials. – *Technology and Conservation* 10, 34–40, Boston.
- SCHWEINGRUBER, F. H., 1982: Conservation of waterlogged wood in Switzerland and Savoy. – *Proc. ICOM Waterlogged Wood Working Group Conference 1982*, 99–106, Ottawa.
- SEBORG, R. M./INVERARITY, R. B., 1962: The preservation of old, waterlogged wood by treatment with polyethylenglycol. – *Science* 136, 649–650, Washington.
- SEIBERTZ, E., 1993: Cyanoacrylat, ein universeller Kleber für Mikro- und Makro-Präparation. – *Der Präparator* 39, 2, 85–88, Bochum.
- SEITZ, O./GOTHAN, W., 1928: *Paläontologisches Praktikum.* *Biol. Studienb.* II, 173 S., Berlin.
- SELWITZ, C., 1988: Cellulosenitrate in conservation. – *Research in Conservation* 2, 1–69, Marina del Rey.
- SHASHOUA, Y./BRADLEY, S. M./DANIELS, V. D., 1992: Degradation of cellulose nitrate adhesive. – *Studies in Conservation* 37, 113–119, London.
- SHAW, CH. A., 1982: *Techniques Used in Excavation, Preparation and Curation of Fossils from Rancho La Brea.* – *George C. Page Mus.* 25, 1, 63–77, Los Angeles.
- SIEGFRIED, P., 1960: Die Neuaufstellung des Mammut-Skelettes von Ahlen in Westfalen. – *Museumskd.* 29, 43–45, Berlin.
- SNETHLAGE, R., 1985: Steinkonservierung – zum Stand der Forschung. – *Arbeitsb. Bayer. Landesamt Denkmalpflege* 31, 186–188, München.
- SNOW, C. E./WEISSER, T. D., 1984: The examination and treatment of ivory and related materials. – *Adhesives and Consolidants, IIC Paris Congress, Preprints 1984*, 141–145, London.
- SOLDENHOFF, B., 1982: The reinforcement of wood with thermoplastic resins. – *Chemia w Konserwacji Zabytkow, Informator PKZ* 1981, 48–53, Warschau.
- SPIER, R. F., 1970: *Surveying and mapping: A manual of simplified techniques.* – *Studies in Anthropol. Methods*, 84 S., USA.
- SPRENG, A. C., 1962: Airbrasive cleaning tool. – *Journ. Paleont.* 36, 6, 1391–1392, Tulsa, Oklahoma.
- STAESCHE, U., 1974: Wirbeltierpaläontologie und die Aufgabenstellung an die geowissenschaftliche Präparation. – *Der Präparator* 20, 1/2, 23–26, Bochum.
- STEFFENS, H., 1951: Die Anwendung der Lackhautmethode bei den Ausgrabungen in der Hamburger Altstadt. – *Hammaburg* II, 1950/51, 4, 64–65, Hamburg.
- STEINMANN, W., 1966: *Kunststoffe in der Werkstatt des Präparators. Fortsetzung von Teil II. Teil III. Verarbeitung von Kunststoffen.* – *Der Präparator* 12, 4, 11–124, Bonn.
- STEVENS, C. H./JONES, D. H./TODD, R. G., 1960: Ultrasonic vibrations as a cleaning agent for fossils. – *Journ. Paleont.* 34, 4, 727–730, Tulsa, Oklahoma.
- STOKAR, W. v., 1939: Ein neues Verfahren zur Konservierung von Moorböhlzern. – *Nachrichtenbl. f. dtsh. Vorz.* 15, 5/6, 145–149, Leipzig.
- STORCH, P. S., 1983: Field and laboratory methods for handling osseous materials. – *Conservation Notes* 6, 1–4, Austin.
- STUCKER, G. F., 1961: Salvaging Fossils by Jet. – *Curator* 4, 4, 332–340, New York.
- SWETT, J. M., 1943: The decomposition of pyrite. – *Mus. Journ.* 43, 8, London.
- SWINTON, W. E., 1933: Bakelite and the preservation of fossils. – *Mus. Journ.* 33, 76–80, London.
- SYLWANOWICZ, W., 1934: Über das Verfahren bei der Konservierung königlicher sterblicher Überreste aus der Basilika in Wilno. – *Przegląd Anthropol.* 8, 1–5, 15–25, Posen.
- SZALAY, Z., 1987: Some conservation problems of waterlogged

- wooden objects. – *Muzeumi Mutargyvedelem* 17, 183–192, Budapest.
- SZIMUNKOWA, E., 1982: Polymerization of monomers in wood. – *Chemia w Konserwacji Zabytkow*, Informator PKZ 1981, 199–210, Warschau.
- THOMAS, C., 1992: Die Konservierung von organischen Grabbeigaben aus einem steinzeitlichen Gräberfeld bei Trebur. – *Denkmalpflege in Hessen* 2, 37–39, Wiesbaden.
- THULLNER, I., 1989: Gefahrenstoffe und Arbeitssicherheit. – *Arbeitsblätter f. Restauratoren* 22, 2, Gr. 14, 18–34, Mainz.
- TOEPFER, V., 1957: Die Mammutfunde von Pfännerhall im Geiseltal. – *Veröff. Landesmus. Vorgesch. Halle*, 58 S., Halle/S.
- TOOMBS, H. A., 1949: The use of acetic acid in the development of vertebrate fossils. – *Mus. Journ.* 48, 54–55, London.
- TOOMBS, H. A./RIXON, A. E., 1951: The use of plastics in the „transfer method“ of repairing fossils. – *Mus. Journ.* 50, 105–107, London.
- 1959: The use of acids in the preparation of vertebrate fossils. – *Curator* 2, 4, 304–312, New York.
- TROEDSSON, G., 1938: Voigts lackfilmmethod. – *Geologiska Föreningens i Stockholm Färhandl.* 60, 4, Stockholm.
- TSCHAKERT, F., 1958: Gesundheitsschäden und Gesundheitsschutz beim Arbeiten mit Polyesterharzen, Reagenzien und Lösungsmitteln. – *Der Präparator* 4, 4, 202–204, Bonn.
- TUBB, K. W., 1985: Preparation for field conservation in the Near East. – *The Conservator* 9, 17–21, London.
- TÜXEN, R., 1957: Ein vereinfachtes Verfahren zur Herstellung von Lackabzügen von Bodenprofilen. – *Mitt. flor.-soziol. Arbeitsgem.*, N. F. 6/7, Stolzenau/Weser.
- UDLUFT, H./MATERN, H., 1926: Ein Beitrag zur Präparation von verkiesten Fossilien. – *Senckenbergiana* 8, 17–22, Frankfurt a. M.
- UHLENHAUT, J., 1960: Bemerkungen zur Neuauftellung eines irischen Riesenhirsch-Skeletts. – *Der Präparator* 6, 3, 91–94, Bonn.
- UNGER, A./UNGER, W., 1987: Wood strengthening in museum and cultural objects. – *Holztechnologie* 28, 5, 234–238, Leipzig.
- 1988, Holzkonservierung, Schutz und Festigung von Kulturgut aus Holz. – 220 S., Leipzig.
- UNWIN, M., 1951: A new method for the impregnation of wet objects in the field. – *Mus. Journ.* 50, 10, 237, London.
- VÖLKELE, H., 1973: Isamet-A, ein neuer Universalkleber in der Präparation. – *Der Präparator* 19, 1/2, 65–66, Bochum.
- VOGEL, F./KÖHL, F., 1952: Das Bodenprofil. Verfahren zu seiner Entnahme und Präparation für Lehr- und Sammlungszwecke. – *Geologica Bavarica* 22, 3–17, München.
- VOIGT, E., 1933: Die Übertragung fossiler Wirbeltierleichen auf Zellulose-Filme, eine neue Bergungsmethode für Wirbeltiere aus der Braunkohle. – *Paläont. Zschr.* 15, 72–78, Berlin.
- 1935a: Die physikalischen und chemischen Bedingungen der Erhaltung und Bergung (Geiseltalfunde). – *Verh. Ges. Dtsch. Naturforsch. u. Ärzte* 93, Vers. zu Hannover.
- 1935b: Die Bedeutung der Lackfilmmethode für die vorge-schichtliche Forschung. – *Nachrichtenbl. f. dtsh. Vorz.* 2, 6/7, 117–119, Leipzig.
- 1936a: Die Lackfilmmethode, ihre Bedeutung und Anwendung in der Paläontologie, Sedimentpetrographie und Bodenkunde. – *Zschr. Dtsch. Geol. Ges.* 88, 272–292, Berlin.
- 1936b: Ein neues Verfahren zur Konservierung von Bodenprofilen. – *Zschr. Pflanzenernähr. Düng. Bodenkd.* 45, Leipzig/Berlin.
- 1936c: Die Übertragung von Bodenprofilen auf Lackfilm. – *Zschr. Dtsch. Geol. Ges.* 88, 5, Berlin.
- 1937: Ein Fischskelett aus dem unteroligozänen Grünsand von Palmnicken im Samland. – *Zschr. Dtsch. Geol. Ges.* 89, 72–76, Berlin.
- 1949a: Die Anwendung der Lackfilm-Methode bei der Bergung geologischer und bodenkundlicher Profile. – *Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg* 19, 111–129, Hamburg.
- 1949b: Der Block-Lackfilm. – *Zschr. Dtsch. Geol. Ges.* 99, 124–131, Berlin.
- 1973: Bedeutung und Anwendung der Lackfilmmethode. – *Geodocumenta* 1973, 4–5, Münster.
- VOIGT, E./WEIGELT, J., 1934: Die Fische aus der mitteleozänen Braunkohle. IV. Die Bergungs- und Präpariermethoden. – *Nov. Act. Leop.*, N. F. 2, 1/2, 21–146, Halle/Saale.
- VOSSGERAU, H.-G., 1987: Neue Materialien und Techniken bei der Abnahme von Bodenprofilen. – *Archäol. Mitt. aus Nord-westdtschl.* 10, 79–82, Oldenburg.
- WADEWITZ, E., 1977: Mowilith – ein ideales Konservierungsmittel für fossiles Knochenmaterial. – *Der Präparator* 23, 2, 42–43, Bochum.
- WAGNER, H., 1936: Taschenbuch der Farben- und Werkstoffkunde. – 271 S., Stuttgart.
- WAGSTAFFE, R./FIEDLER, J. V., 1968: The Preservation of Natural History Specimens. Volume II. – *Philos. Libr.*, 406 S., New York.
- WALCH, K. J., 1977: Zur „Messel-Präparation“. – *Nat. u. Mus.* 107, 346–348, Frankfurt/M..
- WALDERS, M., 1983: Bergen, Konservieren und Restaurieren pleistozäner Wirbeltierreste. – *Der Präparator* 29, 1, 1–18, Bochum.
- WALLER, R., 1987: An experimental ammonia gas treatment method for oxidized pyritic mineral specimens. – *ICOM Committee for Conservation (Sydney)* 8, 2, 623–630, Marina del Rey.
- WALTER, H., 1978: Paläontologische Sammlungen als naturwissenschaftliche Archive. – *Inst. f. Museumswesen* 12, 178–197, Berlin.
- WALTHER, J./WEIGELT, J., 1931: Die coezäne Lebewelt in der Braunkohle des Geiseltals. – In: *Die Wirbeltierfundstellen im Geiseltal*. – *Nov. Act. Leop.*, N. F. 1, 1, 23–27, Halle/Saale.
- WANG, Y./SCHNIEWIND, A. P., 1985: Consolidation of deteriorated wood with soluble resins. – *Amer. Inst. Conserv.* 24, 2, 77–91, Washington.
- WEBER, H., 1985: Steinkonservierung, Leitfaden zur Konservierung und Restauration von Natursteinen. – 3. Aufl., 220 S., Garfenau.
- WECHSLER, K., 1981: Konservierung eines Mammutstoßzahnes. – *Der Präparator* 27, 2, 59–63, Bochum.
- WEIGELT, J., 1931: Über ein Leichenfeld in der Mittelkohle der Braunkohlengrube Cecilie. – *Paleobiologica* 4, 49–78, Wien/Leipzig.
- 1933a: Neue Primaten aus der mitteleozänen (oberlutetischen) Braunkohle des Geiseltals. – *Nov. Act. Leop.*, N. F. 1, 2/3, 97–156, Halle/Saale.
- 1933b: Ein neuer Halbfaffe aus der Braunkohle des Geiseltals. – *Nov. Act. Leop.*, N. F. 1, 2/3, 321–322, Halle/Saale.
- 1934: Die Geiseltalaustragen des Jahres 1933 und die Biostratonomie der Fundschichten. – *Nov. Act. Leop.*, N. F. 1, 4/5, 552–600, Halle/Saale.
- WEISSER, M., 1992: Die Möglichkeiten der chemischen Präparation von Wirbeltierfossilien aus Karbonat- und tonhaltigen Sedimenten. – *Fachschulabschlußarb.*, 36 S., Abb., *Mus. f. Naturkunde Berlin*.
- WERNER, A., 1981: Synthetic materials in art conservation. – *Journ. chem. Educat.* 58, 4, 321–324, Easton.
- WERNER, A. E., 1959: Chemistry in the preservation of antiquities. – *Nature* 184, 4686, 585–587, London.
- 1961: 'Araldite' as an Aid to Archaeology. – *Ciba technical notes*, Ciba (A. R. L.) Ltd., 1–10, Duxford.
- 1964a: Einige neue Methoden zur Konservierung von Museumsgegenständen. – *Der Präparator*, 10, 1, 2–8, Bonn.
- 1964b: New Materials in the conservation of antiquities. – *Mus. Journ.* 64, 1, 5–16, London.
- 1968: The conservation of leather, wood, bone and ivory, and archival materials. – *AAFA*, 15, 1, Nr. 954. UNESCO (Hrsg.), Paris.

- WERNER, E., o. J. (um 1870): Kurzes Repetitorium der Pharmakologie. – 124 S., Wien.
- WHITE, E. M./HANNUS, L. A., 1983: Chemical weathering of bone in archaeological soils. – *Amer. Antiquity* 48, 2, 316–322, Washington.
- WIECHERS, L., 1974: Eine Methode zur Trennung fossiler Kleinsäugerknochen aus kalkhaltigen Sedimenten. – *Der Präparator* 20, 1/2, 54–56, Bochum.
- WIHR, R., 1960: Neue Anwendungsmöglichkeiten von Latexkonzentraten. – *Der Präparator* 6, 2, 51–57, Bonn.
- 1985: Sechs Jahre Erfahrungen mit der Acrylharzvolltränkung. – *Arbeitsblätter f. Restauratoren* 18, 1, Gr. 6, 177–183, Mainz.
- 1986: Restaurierung von Steinendmälern: ein Handbuch für Restauratoren, Architekten, Steinbildhauer und Denkmalpfleger. – 2. Aufl., 235 S., München.
- WILLIAMS, E., 1953: Acetic acid preparation in England. – *Soc. Vert. Paleont., News Bull.* 38, 22–25, Los Angeles.
- WOOLEY, L., 1970: *Digging up the Past*. – 142 S., Harmondsworth.
- YPEY, J., 1964: Zusammenhänge zwischen der Konservierung während der Grabung und der Behandlung der Funde im Labor. – *Der Präparator* 10, 2, 39–47, Bonn.
- ZEIDLER, G., 1948: *Laboratoriumsbuch für die Lack- und Farbenindustrie*. – 216 S., Halle/Saale.
- ZIEBOLZ, K., 1981: Thermoplastische Klebstoffe. Teil II. – *Der Präparator* 27, 2, 85, Bochum.
- ZILL, W., 1963: *Vermessungskunde für Bauingenieure*. – 372 S., Leipzig.
- ZIMMERMANN, M., 1965: Erfahrungen bei der Abnahme großer Lackprofile. – *Der Präparator* 11, 1, 146–150, Bonn.
- ZUMPE, R., 1980: Pflege und Bewahrung prähistorischer Fundmaterialien. – *Inst. f. Museumswesen* 15, 189–255, Berlin.
- 1981: Die Konservierung von Feuchtholz mit Polyethylenglycol (PEG). – *Neue Museumskd.* 24, 2, 129–137, Berlin.

Fotos: Bereich Quartärpaläontologie Weimar: R.-D. Kahlke (Taf. 1 unten); J.-A. Keiler (Taf. 10 oben., 2, 230 oben); Th. Korn (Taf. 30 oben., 4 bis 21, 23 unten, 24); V. Neč (Taf. 3 unten); Archiv Keiler (Taf. 10 und 22).

Anschrift des Autors: J.-A. Keiler, Bereich Quartärpaläontologie, Institut für Geowissenschaften der Friedrich-Schiller-Universität Jena, Steubenstraße 19a, 99423 Weimar

# Tafeln





oben: Abtragen der Deckschichten an der Grabungsstelle Untermaßfeld mit einem Bagger  
unten: Freilegung von Skelettresten mit Spachtel und Pinsel



oben: teilweise freigelegter Fundkomplex

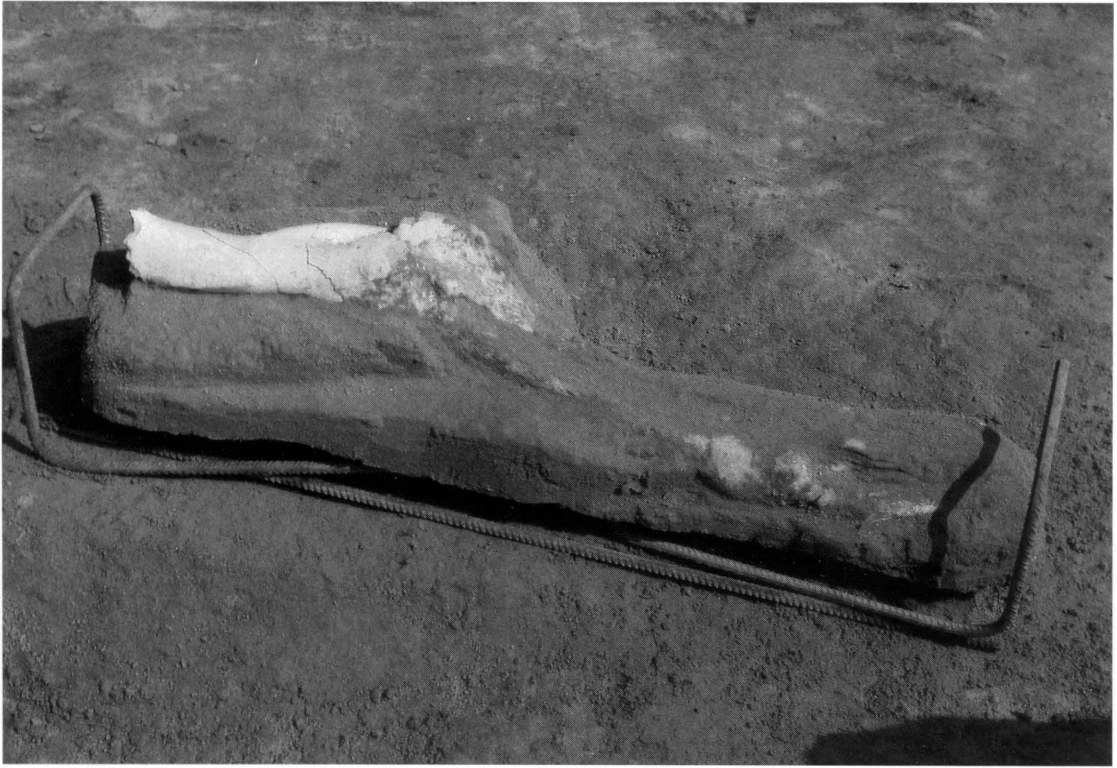
unten: Detail desselben Fundkomplexes mit freigelegter Maxillarpartie von *Pachycrocuta brevirostris*



oben: freigelegter Fundkomplex mit artikuliertem Knochenverband, zur fotografischen Dokumentation vorbereitet  
unten: polyspezifische Knochenkonzentration, zum Zeichnen freigelegt und aufgesockelt

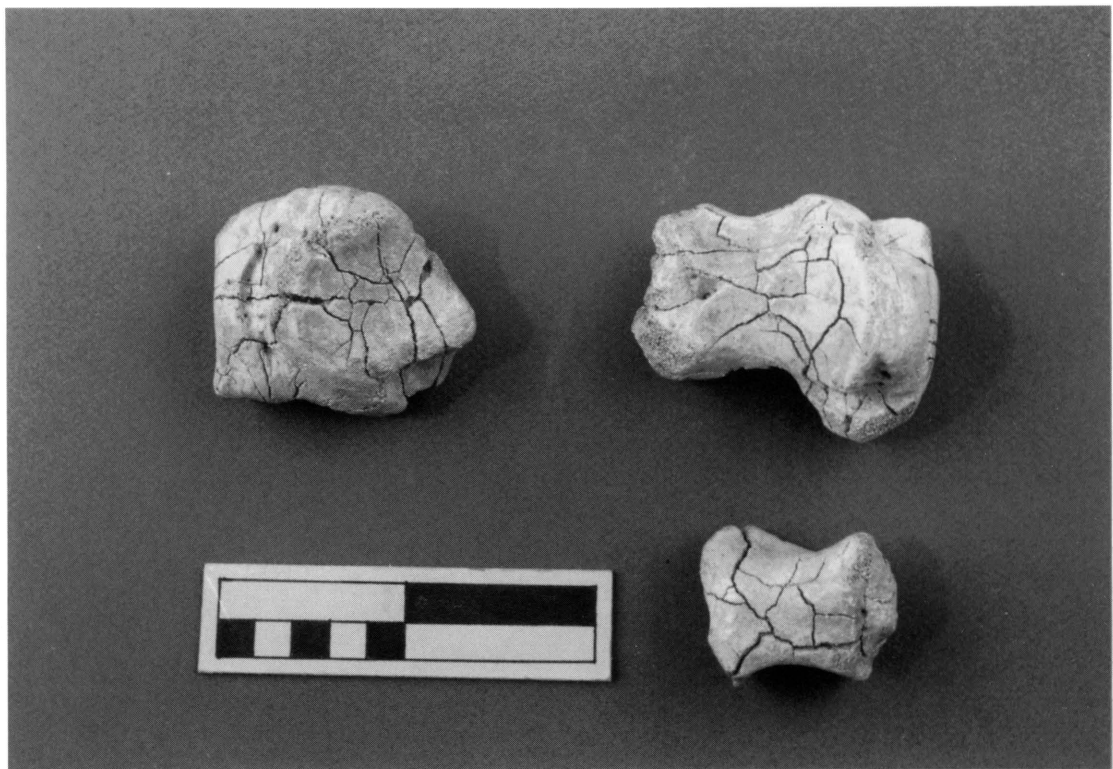


oben: artikulierter Knochenverband (Vorderextremität eines Großsäugers), ca. 1 m lang, teilweise freigelegt  
unten: aufgesockelter und unterschrämter Fundkomplex



oben: eingelegte Bewehrung

unten: aufgesockelter, unterschrägter und untergipster Fundkomplex, seine abschließende Stabilisierung durch Kunstharztränkung, nach Aushärtung entnahmefertig



oben: mit Leim oberflächlich eingestrichenes und mit Sedimentresten verschmiertes Schädelfragment (Nasalia) eines Rhinocerotiden, Anfang 19. Jahrhundert  
unten: mit Knochenleim getränkte und stark rissige Fußwurzelknochen eines Rhinocerotiden, um 1840



oben: mit Knochenleim getränkte und geklebte, holzgezapfte Geweihstange von *Rangifer tarandus*, mangels Stabilität zerbrochen, Anfang 19. Jahrhundert  
unten: mit Geiseltallack imprägnierter Mammutmolar, stark versprödet und gerissen, um 1935



oben: ausgeschlammte Schädelfragmente eines Caniden  
unten: Rekonstruktion des Gesichtsschädels von *Canis lupus mosbachensis*

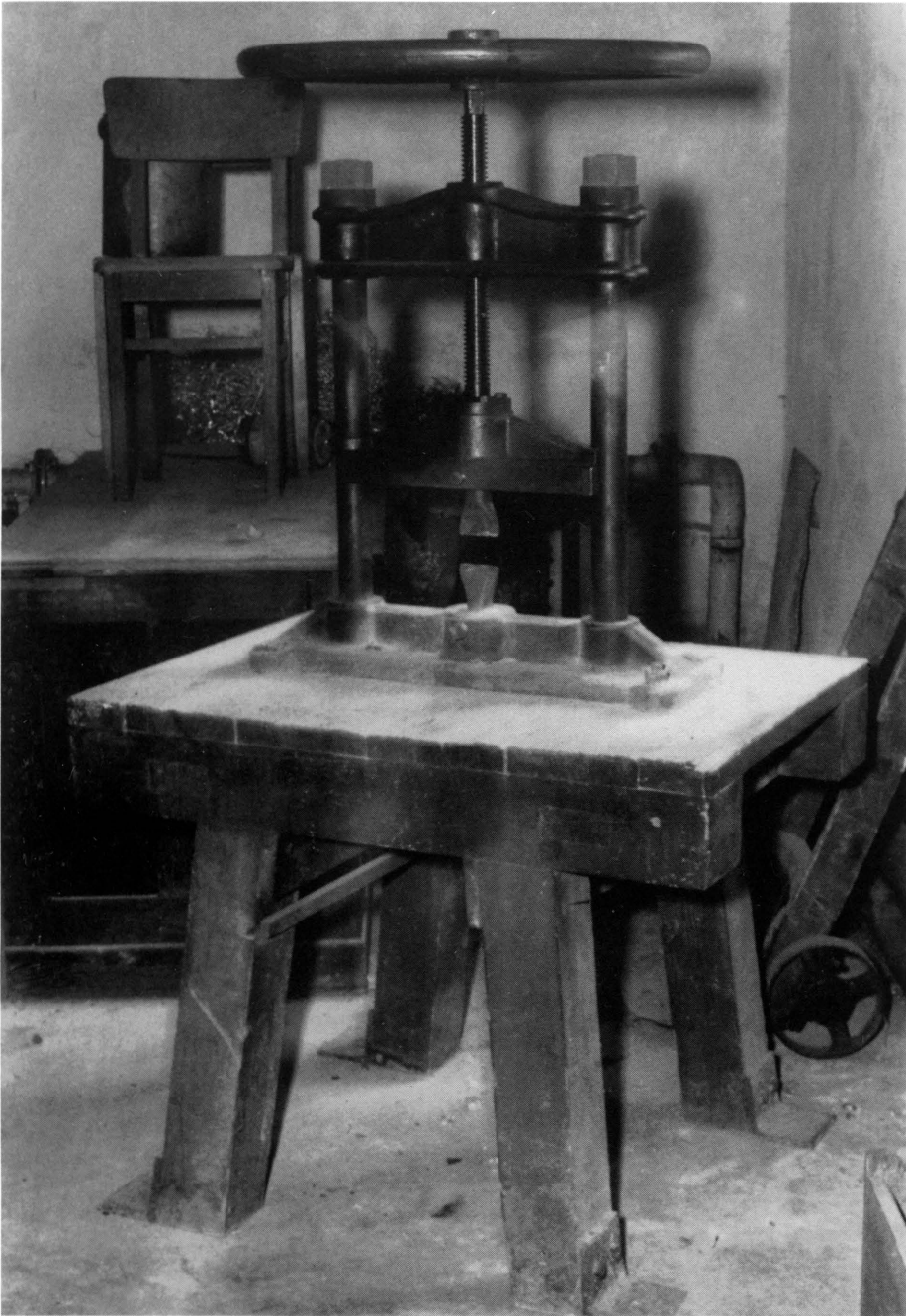




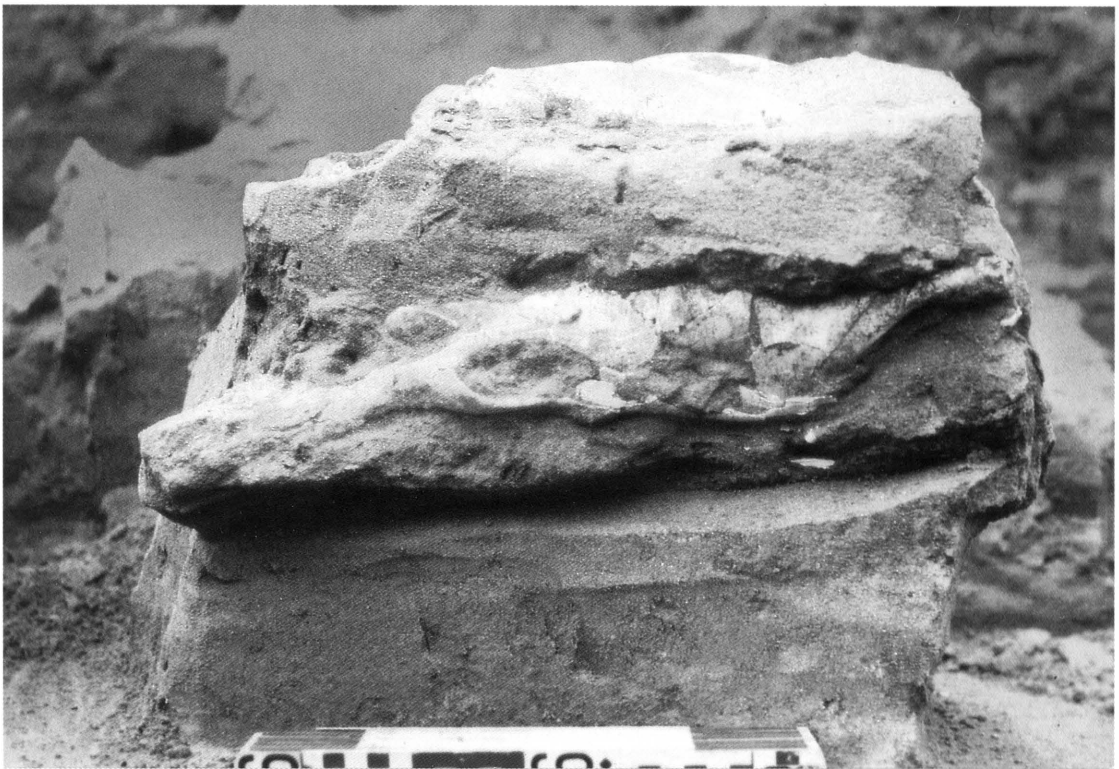
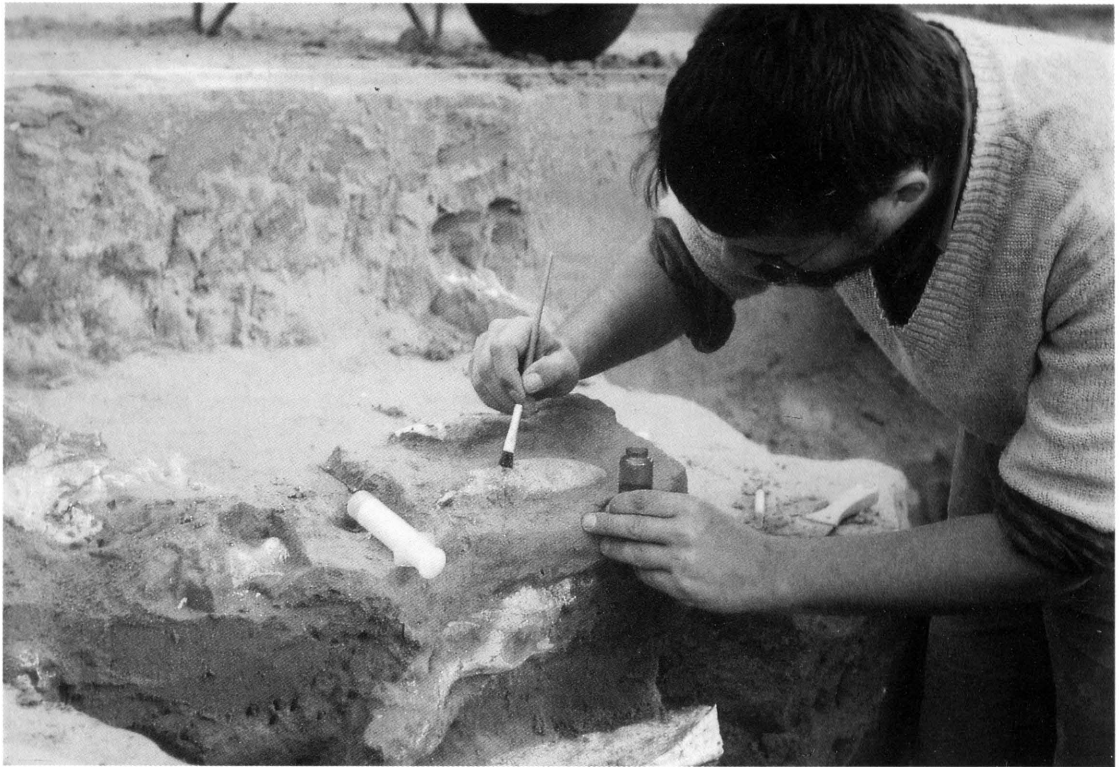
oben: im Sedimentblock geborgene Schädelreste  
unten: Zusammenfügen der Schädelfragmente mittels Cyanacrylatkleber



Abgeschlossene Rekonstruktion, Schädel einer juvenilen *Pachycrocuta brevirostris*



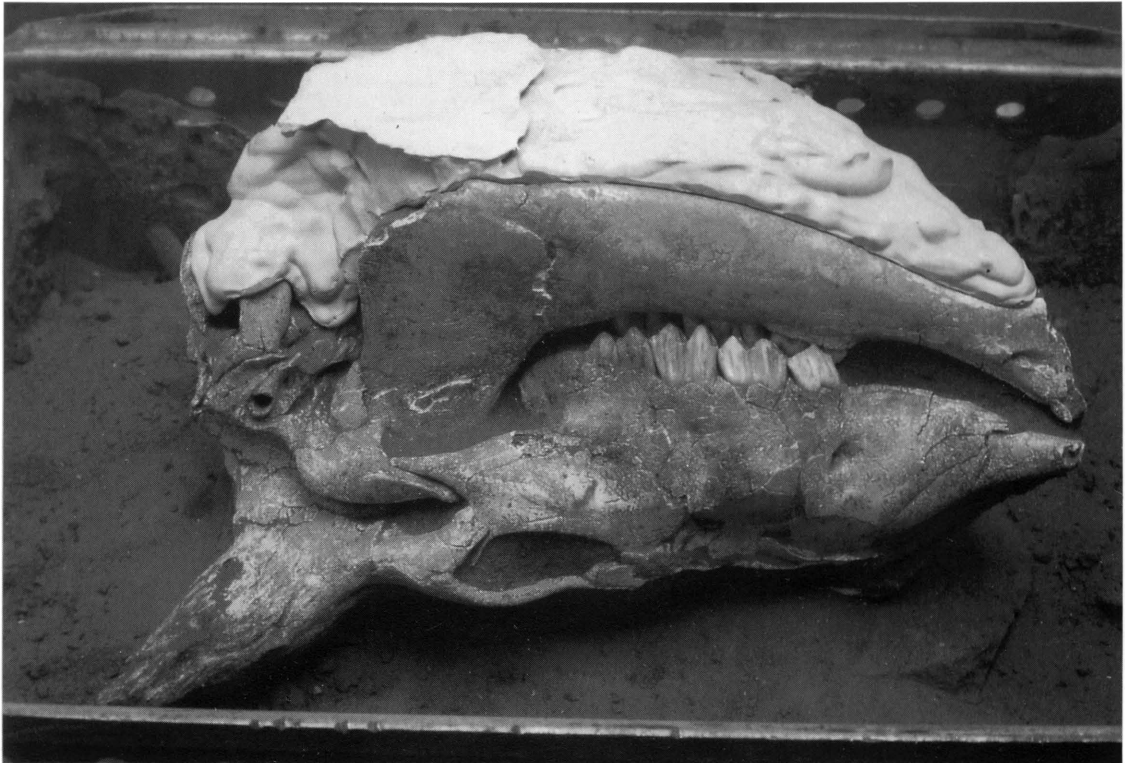
Die klassische Steinknacke - eine umgebaute Saftpresse (im Museum für Ur- und Frühgeschichte Thüringens, Weimar), um 1955



oben: partielle Vorkonservierung eines Bovidenschädels mit artikulierter Mandibel im Gelände  
unten: für die Bergung aufgesockeltes Fundstück



oben: im Präparationslabor freigelegtes und mit Harnstoffharz verfestigtes Fundstück  
unten: an das Fundstück kaschiertes Papier zum Ausgleichen von Unterschneidungen



oben: Gipsabdruck als zukünftige Standfläche für die Anfertigung einer Präparations- und Aufbewahrungsstaffage  
unten: Rohling der Gipsstaffage



oben: gewendeter Schädel auf der Staffage, Schädeldach noch nicht freigelegt  
unten: fertiges Präparat des Bovidenschädels



Mandibelfragment von *Capreolus capreolus* im Travertin von Mühlhausen/Thüringen





oben: unterpleistozäne Bovidenscapula in Originalfundlage auf untergipstem Sandblock, Oberfläche freigelegt und verfestigt, Kunstharzmatrix angegossen  
unten: isolierende Papierlage und Gipshaube plan an Fundblock kaschiert



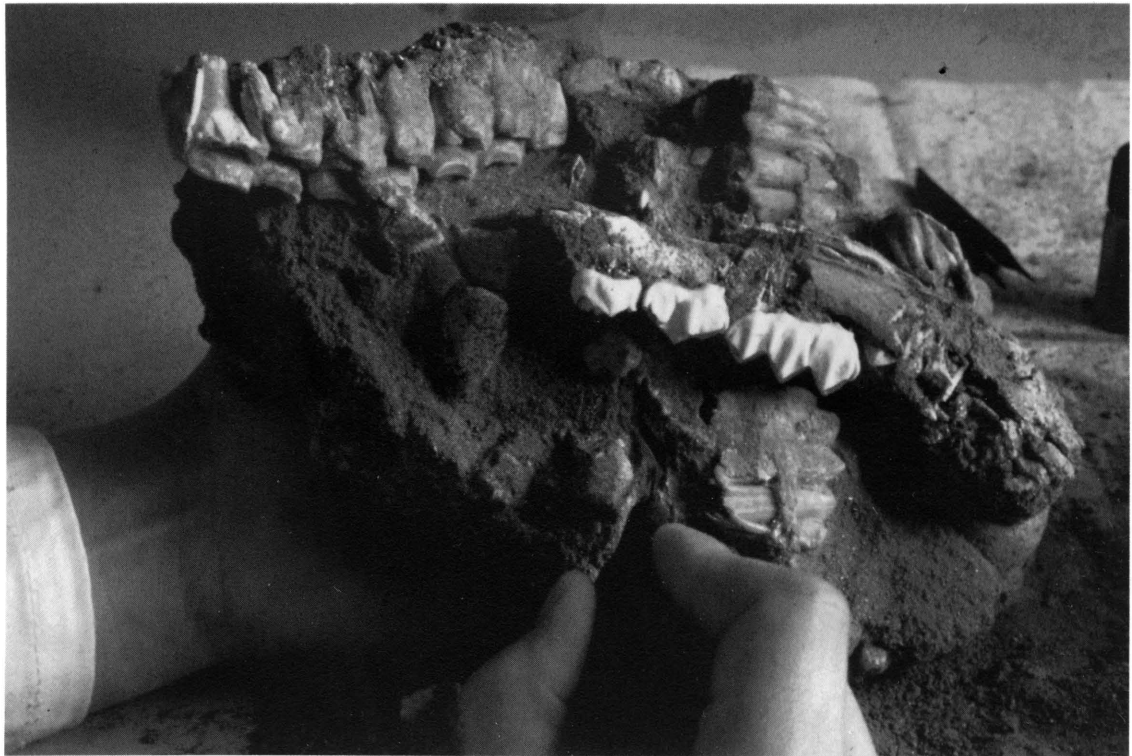
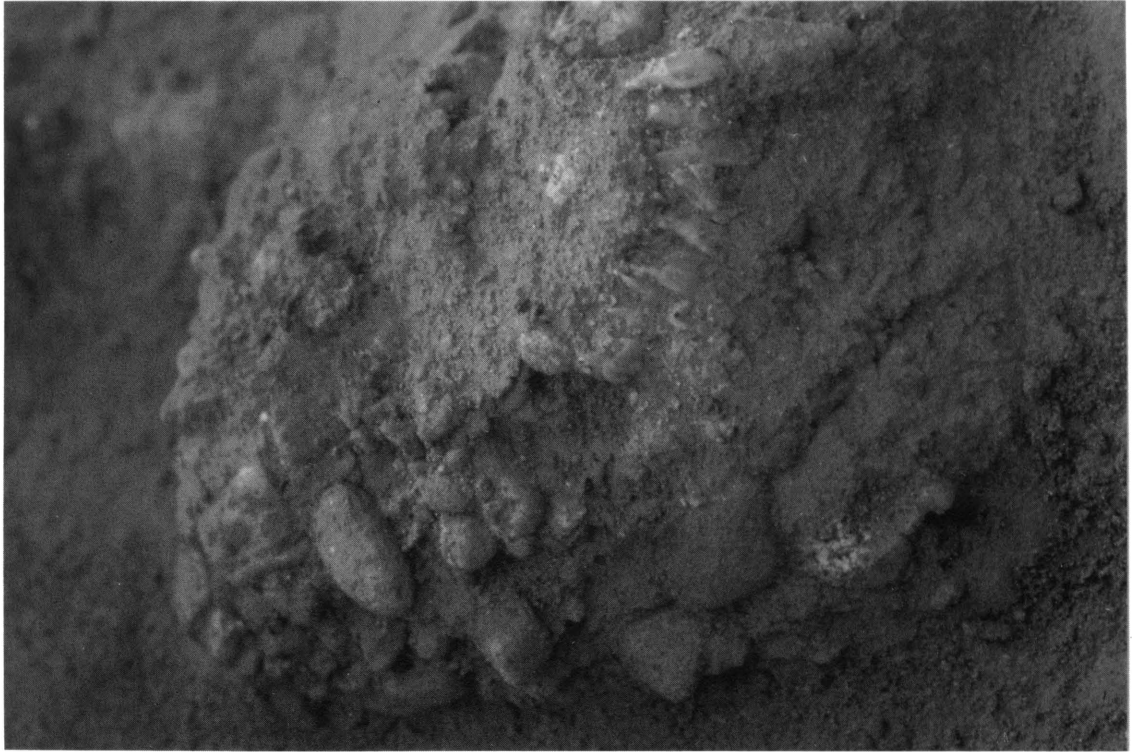
oben: gewendeter Fundblock vor der Freilegung der Fossilunterseite  
unten: Fossilunterseite während der schichtweisen Abtragung des anhaftenden Sediments



Rohpräparat der Bovidenscapula mit partieller Sedimentbedeckung und sichtbaren Kunstharzüberständen



Fertiges Präparat der Bovidenscapula in umgekehrter Fundlage



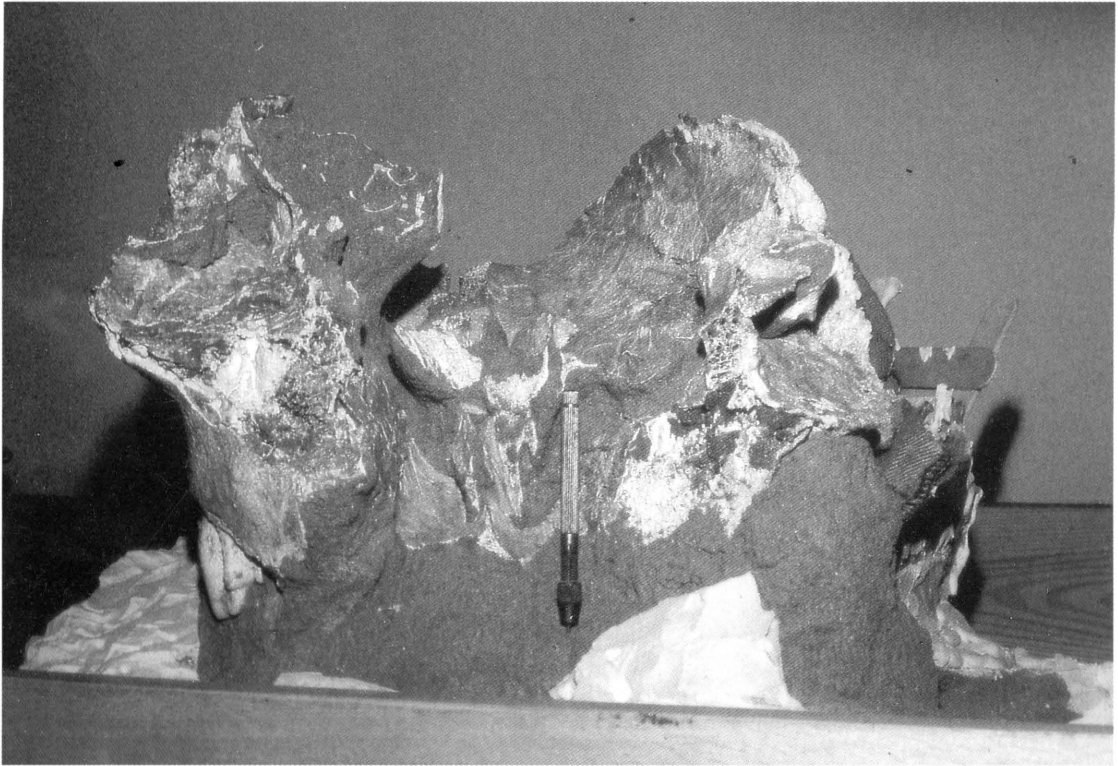
oben: Sedimentpartie der Grabungsfläche mit sichtbaren Zahnresten  
unten: Freilegung der Zahnreste mit Ultraschallhandstück



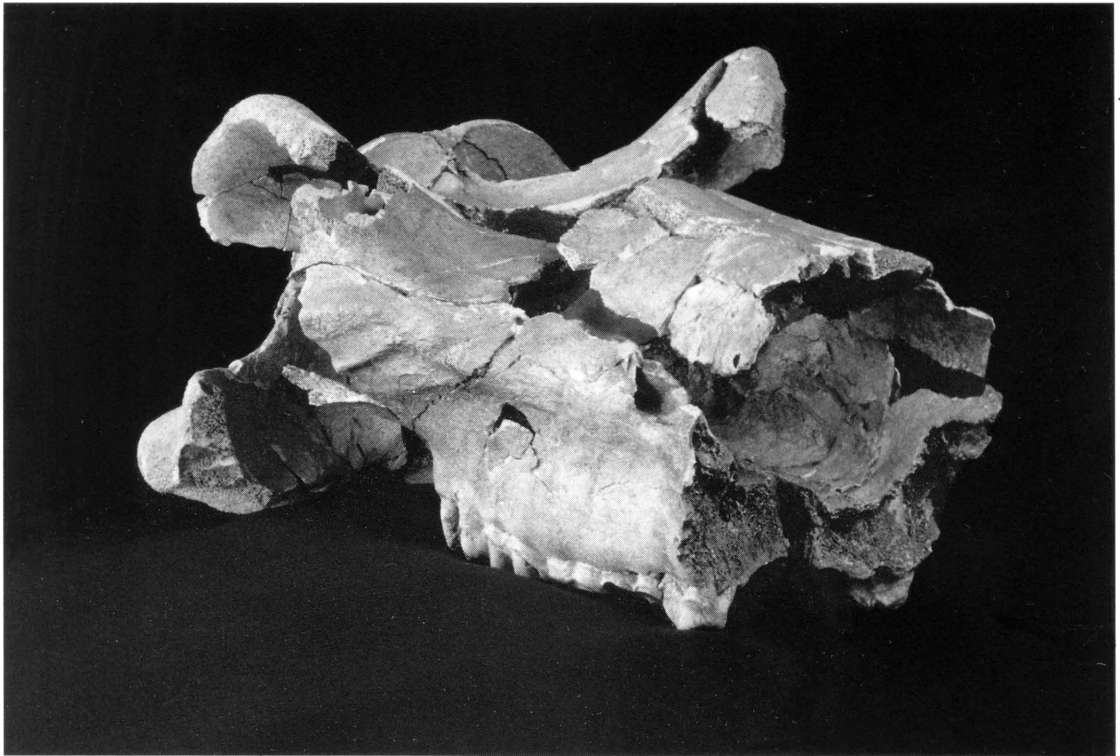
Fertiges Präparat mit konservierter Sedimentmatrix



Präparation und partielle Ergänzung eines schädelechten Cervidengeweihs von Voigtstedt/Thüringen auf einer Präsentationsstaffage im Museum für Ur- und Frühgeschichte Thüringens Weimar, um 1955  
(im Bild Präparator H.-J. Wolfram †)



oben: Schädelreste von *Hippopotamus amphibius antiquus* während der Präparation  
unten: Teilpräparat der Maxillarregion von *Hippopotamus amphibius antiquus*



oben: fertiges Schädelpräparat von *Hippopotamus amphibius antiquus*

unten: Rekonstruktion des unterpleistozänen Biotops von Untermaßfeld/Thüringen mit *Hippopotamus*  
(C. C. FLEROV)



