

GÜNTHER BEHRMANN

## Paraffinierung und Erfahrungsbericht über ihre Anwendungsmöglichkeiten

Bei der letzten Arbeitstagung der Präparatoren in Mainz hat es sich gezeigt, daß trotz neuerer Tränkmethoden noch großes Interesse an der nun mehr als hundert Jahre alten Paraffinierung besteht (Kaestner 1959). Im Laufe meiner 25jährigen Tätigkeit als Präparator am Nordseemuseum in Bremerhaven, habe ich mit der Paraffinierungsmethode allerhand Erfahrungen gesammelt. Vieles habe ich modifiziert, hinzugefügt oder fortgelassen, so daß eine nochmalige Beschreibung dieser Methode zu rechtfertigen ist.

### 1. Vorbereitung der Präparate

1.1. Die besten Resultate werden erzielt, wenn das Material frisch verarbeitet wird. Eingefrorene Objekte erreichen nur selten eine gute Qualität, was länger als 6 Wochen eingefroren lag, brachte noch schlechtere Ergebnisse. Evertebraten sollten nach dem Erhalt erst beruhigt werden und Zeit haben, sich wieder voll in Form zu bringen.

1.2. Als Narkotika verwenden wir für Meerestiere Süßwasser, Magnesiumchlorid, Magnesiumsulfat oder Vereisungsmittel. Alle Narkotika sollten langsam in größeren Abständen dem Aufenthaltsbecken zugefügt werden. Besonders Aktinien reagieren auf die Änderung des Salzgehaltes im Milieu sehr empfindlich. Zu beachten ist auch, daß das Hinzufügen von Salzen den osmotischen Druck ändert, was durch Zugabe von Süßwasser ausgeglichen werden muß.

1.3. Alle im Wasser lebenden Tiere schützen sich durch Schleim, dieser muß, bevor sie ins Fixierbad kommen, entfernt werden. Zur Entschleimung verwendeten wir ein 1%iges Essigbad, in das die Tiere kurz getaucht werden. Mit Hilfe eines weichen Pinsels oder durch einen gemäßigten Wasserstrahl wird der Schleim abgewaschen. Mitfixierter Schleim gibt einen grauen Belag auf den Objekten, der mitunter sehr fest sitzt und sich nur schwer entfernen läßt. Der Aufenthalt im oder die Behandlung

mit Essigwasser sollte so kurz wie möglich gehalten werden. Mit Ausnahme der Echinodermen sollte bei der Präparation mariner Objekte auf reines Süßwasser verzichtet werden. Hat man kein Seewasser, kann man sich mit einer 3%igen Kochsalzlösung behelfen.

1.4. Nach dem Entschleimen werden alle Tiere mit Hilfe von rostfreien Drähten auf hartem Schaumstoff vormontiert. Ebenso werden anatomische Präparate in die gewünschte Lage gebracht. Fischen werden mit Hilfe rostfreier Nadeln die Flossen ausgerichtet. Bitte beachten Sie, daß nach der Fixierung Stellungsänderungen nur noch sehr beschränkt vorgenommen werden können.

### 2. Die Fixierung der Präparate

2.1. Die Fixierung erfolgt mit Formollösungen verschiedener Konzentrationen. Besonders empfindliche Evertebraten und weichhäutige Fische, Amphi-

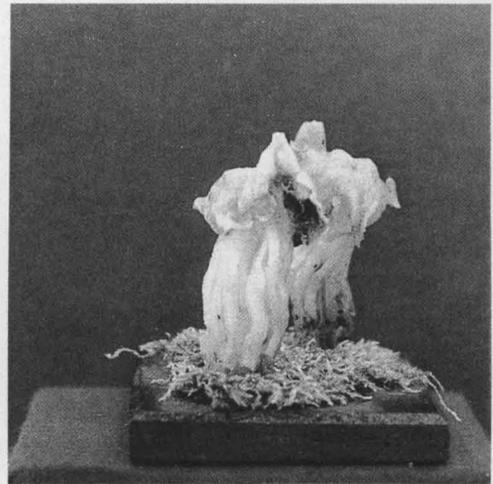


Abb. 1: Paraffinpräparat eines Pilzes  
(Herbststorchel)

bien, Lurche und anatomische Präparate werden zunächst in einer 2- bis 4%igen Formollösung vorfixiert und danach in einer 6- bis 8%igen Lösung durchfixiert.

2.2. Größere Tiere mit festem Muskelfleisch und einer härteren Haut fixieren wir in einem Bad aus  $\frac{1}{4}$  Alkohol,  $\frac{1}{4}$  Formol (30 %),  $\frac{1}{2}$  Aqua dest. Dieses Bad hat sich auch bei der Fixierung von behaarten Säugetieren gut bewährt. Mußten wir besonders große Tiere oder große anatomische Präparate bearbeiten, haben wir dieses Bad unter Vakuum (400 Torr) gesetzt, und so die Zeit der Durchfixierung erheblich verkürzt. Als Faustregel gilt pro Zentimeter Dicke, 24 Stunden Fixierung. Die nur in Formollösungen fixierten Tiere haben wir anschließend ebenfalls in das Mischbad Alkohol-Formol-Aqua dest. gelegt, wodurch ja schon die Entwässerung eingeleitet wird.

2.3. Nach der Fixierung müssen dann, soweit es sich um größere Präparate handelt, die Eingeweide entfernt werden. Besonders die Leber der Fische ist sehr fettreich und würde die folgenden Entwässerungsbäder sehr belasten. Der Hohlraum wird mit Holzwolle lose aufgefüllt und wenn nötig weitstichig vernäht. Bevor die Objekte nun in das erste Entwässerungsbad gelegt werden, sollten dicke Muskelbündel von innen gelöchert werden, ohne daß man nach außen hin durchsticht. Besonders harthäutige Objekte werden außerdem von außen her mit dünnen Nadeln angestochen. Bei der Dornschwanzchse habe ich jede Spitze an der hinteren Fläche angestochen. Bei Reptilien müssen die Beine und Schwänze perforiert werden, da sonst kein Flüssigkeitsaustausch stattfinden kann. Starkbe-

schuppte Fische sollten ebenfalls schräg unter den Schuppen angestochen werden.

### 3. Die Entwässerungsbäder

3.1. Für die nun folgende Entwässerung gilt wie bei der Fixierung die Faustregel, mindestens pro Zentimeter Dicke des Präparates 24 Stunden Aufenthalt im Bad. Wir setzen die Objekte alle Woche eine Stufe weiter. Längere Zeiten sollten vermieden werden, weil die Farben darunter leiden. Wir beginnen mit 50–60%igem Äthylalkohol und gehen auf 70-, 80-, 90-, 100-, 100-, 100%igen über. Die Entwässerungsbäder sollten mindestens zehnmal mehr Flüssigkeit enthalten als das Volumen der eingelegten Präparate beträgt. Mit Hilfe von Aräometern muß der Alkoholgehalt laufend überprüft werden, wobei die Temperatur in den Bädern zu beachten ist. Bei Verlust von mehr als 5 % des Alkoholgehaltes sollten die Bäder erneuert werden. Ebenso sollte man die Bäder wechseln, wenn eine gelblich braune Färbung einen erhöhten Fettgehalt anzeigt.

3.2. Die darauf folgenden beiden Zwischenbäder, bestehend aus n-Propylalkohol, sollten unter Vakuum gehalten werden, weil dann der Austausch beider Medien schneller erfolgt. Weitere Zwischenbäder, n-Propylalkohol-Paraffin, haben wir aufgegeben. Aus dem letzten Zwischenbad wählen wir etwa gleichgroße Objekte aus, die wir dann zusammen paraffinieren.

### 4. Die Paraffinierung

4.1. Bei der darauf folgenden Paraffinierung ist darauf zu achten, daß die Temperatur exakt eingehalten wird. Hierbei spielen Erfahrungswerte eine gro-

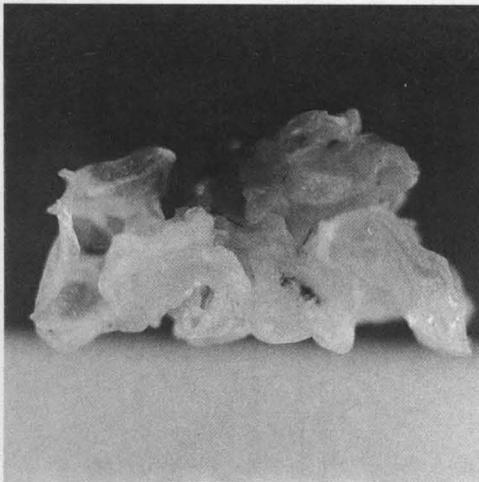


Abb. 2: Paraffinpräparat eines Pilzes (Zitterpilz)

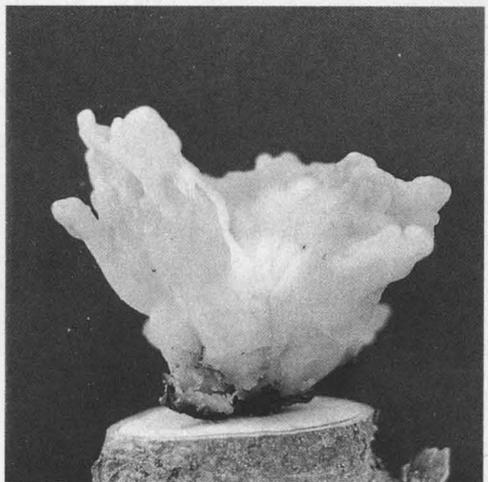


Abb. 3: Paraffinpräparat eines Pilzes (Schwefelporling)



Abb. 4: Tiefseefisch, *Hymantolophus groenlandicus*, Länge 28 cm, präpariert 1977, nicht nachgefärbt



Abb. 5: Hornkoralle, *Paragorgia arborea*, Kieselschwamm, *Chondrocladra gigantea*, präpariert 1974. Nicht nachgefärbtes Magazinmaterial.

ße Rolle und ich kann nur an Beispielen aufzeigen, wo etwas aus der Kontrolle geraten kann.

Wir verwenden Paraffin mit dem Schmelzpunkt 52–55 °C. Im Bad liegt die Temperatur um 60 °C. Legt man nun kleine Objekte ein, so sinkt die Temperatur zunächst nur geringfügig. Bei größerem Material sinkt die Temperatur tiefer und das Paraffin erstarrt. Jetzt gibt es zwei Möglichkeiten, entweder man wartet mit der Evakuierung bis alles Paraffin wieder gelöst ist und geht das Risiko ein, daß durch Entweichen des Alkohols das Objekt schrumpft, oder man fährt die Temperatur je nach Größe der Objekte vorher etwas höher, so daß nach dem Einlegen im Bad die richtige Temperatur erhalten bleibt. Wählt man die Badtemperatur zu hoch, so erhält man „Bratfische“.

Die zu niedrige Temperatur birgt die Gefahr des Siedeverzuges. Ein Siedeverzug bedeutet ein explosionsartiges Ausbreiten des Paraffins und anschließend ein tagelanges Säubern der verstopften Anlage. Ein deutliches Zeichen für den beginnenden Siedeverzug sind die kreisenden Gasblasen; im normalen Betrieben steigen diese senkrecht nach oben. Während der Anlaufphase der Evakuierung sollte man das Paraffinbad im Auge behalten und nicht unter 400 Torr gehen. Hat sich die Temperatur eingepegelt, kann man auf 200 Torr runtergehen. Die Vergasung des Alkohols erzeugt Kühlung. Hat man viele Objekte, muß die Abkühlung durch erhöhtes Aufheizen ausgeglichen werden. Da wir keine computergesteuerte Anlage haben, müssen wir von Hand steuern. In der ersten Phase der Evakuierung haben wir oft im Paraffinbad 59 °C und im umgebenden Raum 90 °C; also zwei Thermometer sind notwendig, eins im Vakuumschrank und eins im Paraffinbad, beide müssen von außen her kontrollierbar sein. Wenn die Temperatur exakt im Paraffinbad gehalten wird, können größere Objekte bis zu 5 Tagen darin bleiben, ohne daß Hitzeschäden entstehen. 40–60 Torr sind als Endstufe ausreichend; Wasserstrahlpumpen genügen also. Beim Einsatz von Öldruckpumpen muß das Öl ständig kontrolliert werden, weil der n-Propylalkohol das Öl verdünnt. Nach Beendigung der Paraffinierung werden die Objekte in ein Wasserbad geworfen, so daß sie schnell abkühlen. Danach wird das überflüssige Paraffin mit Hilfe von Zellstoff und Fön entfernt. Bei zugenähten Objekten wird der Faden entfernt, manchmal auch die Holzwohle und die angewärmte Schnittstelle zgedrückt. Mit eingefärbtem Paraffin wird der Schnitt verblendet. Nachgefärbt habe ich mit handelsüblichen Sudanfarben, die in Xylol gelöst werden. Durch Anwärmen des Objektes können die Farben unter die Schuppen gebracht und der Rest an der Oberfläche abgewischt werden.

## 5. Paraffiniert wurden bisher

### 5.1. Algen

Zur Paraffinierung verwende ich getrocknete Algen. In einem warmen Fixierbad, bestehend aus 2 % Formol und 1 % Essig, lasse ich die Algen aufquellen. Danach werden sie im 2-Stunden-Rhythmus durch die Entwässerungsbäder gezogen. Im Paraffinbad reicht ebenfalls eine kurze Zeit: höchstens zwei Stunden. Nach der Säuberung werden die Algen sofort warm montiert. Nachdem sie erstarrt sind, werden die Algen hart und brüchig. Die ältesten Algenpräparate sind 20 Jahre und noch gut erhalten. Orchideenblüten haben sich optimal in Form und Farbe erhalten, sind aber ebenso wie die Algen sehr zerbrechlich.

### 5.2. Pilze

Hochempfindliche Zitter- und Schleimpilze werden kurz anfixiert (ob dies notwendig und nützlich ist, weiß ich nicht) und dann entwässert. Herbstlorchel, Zitterpilze, Schwefelporling und Judasohr überstanden die Paraffinierung in Form und Farbe. Bei anderen Pilzen wurden unterschiedliche Ergebnisse erreicht.

### 5.3. Evertrebraten (allgemein)

Wie empfindliche Evertrebraten für die Paraffinierung vorbereitet werden, hat mein Kollege M. Gräfe im „Präparator“, Jahrgang 29, Heft 1, 1983 ausführlich beschrieben. Hierbei ist die Vorbereitung und die Fixierung von grundlegender Bedeutung. Die Farben gehen meistens verloren.

Bei Blumentieren, Korallentieren und Würmern ist die Vorbereitung ein wichtiger Faktor. Kollegen, die vor solch einer Präparationsaufgabe stehen, mögen uns anschreiben. Genau temperierte Paraffinierung ist wichtig.

### 5.4. Schnecken, Muscheln, Tintenfische

Dankbare Objekte für die Paraffinierungsmethode. Farberhaltung ist bei Tintenfischen sehr gut. Objekte bis zur Größe von 120 cm stehen seit vielen Jahren in unserer Sammlung.

### Schwämme

Kalk-, Kiesel- und Hornschwämme rechne ich zu den empfindlichen Objekten. Sie müssen also schwach vorfixiert und danach aber sehr hochprozentig (8 % Formol) nachfixiert werden. Die Separierung der Skleriten nach der Paraffinierung macht keine Schwierigkeiten, also ist die Bestimmung am fertigpräparierten Objekt möglich (wichtig für wissenschaftliche Sammlungen).

### 5.5. Seesterne — Seegurken — Seeigel

Ihr kalkhaltiger Panzer schützt nicht vor dem Einschürpfen. Besonders die Seegurken sind sehr sensibel und bedürfen einer langzeitigen Vorbehandlung. Bei Seesternen und Seelilien erzielten wir die besten Ergebnisse durch Vorbehandlung im Süßwasser. Die Vorbehandlung von Seegurken war von Art zu Art anders, hier müssen Erfahrungen gesammelt werden (Gräfe 1983). Die Paraffinierung bringt keine Probleme. Die Bestimmung sollte vorher durchgeführt werden.

### 5.6. Krebse

Nicht alle Krebse verfügen über harte Schalen. Es gibt eine ganze Reihe weichschaliger Arten, die zum Trocknen nicht geeignet sind. Ganz besonders die Tiefseeformen sind oft sehr weich. Da nach der Paraffinierung keine Korrekturen der Haltung mehr möglich sind, müssen die Krebstiere besonders sorgfältig vor der Fixierung in Stellung gebracht werden.

### 5.7. Amphibien

Bei Amphibien gibt es keine Schwierigkeiten, sie sind genauso gut zu paraffinieren wie die Mollusken.

### 5.8. Reptilien

Je härter sie fixiert sind, je besser entwässert, desto besser ist das Ergebnis. Zur besseren Entwässerung wird Reptilien und allen anderen größeren Tieren einmal wöchentlich hochprozentiger Alkohol eingespritzt. Perforierung dort, wo immer es unsichtbar bleibt (Ráček 1973).

### 5.9. Fische

Es ist von der Größe abhängig, ob und wieviel Fixierungsflüssigkeit injiziert werden muß. Will man die Augen erhalten, müssen auch diese fixiert werden. Großen Präparaten haben wir bei jedem Umbetten in höhere Alkoholkonzentrationen hochprozentigen Alkohol injiziert.

Bei der Paraffinierung der Fische ist deren Fettgehalt von ausschlaggebender Bedeutung. Fische können bis zu 28 % Fett im Gewebe haben, was die Paraffinierung sehr beeinträchtigt. Bei über 500 Arten, die wir präparierten, waren verhältnismäßig wenige, die sich nicht paraffinieren ließen. Hierzu gehören vor allem die Heringe und ihre verwandten Arten, nur junge Tiere erreichen befriedigende Qualität.

Verarbeitet wurden von uns Fische bis zu 6 kg Gewicht, die größeren Tiere konnten wir aufgrund unserer technischen Anlage nicht bearbeiten.

### 5.10. Säugetiere

Wir selbst haben wenig Säugetiere paraffiniert, weil die Entfernung des Paraffins aus dem Haarkleid sehr viel Mühe bereitet. Nun hat Herr Schulz-Hanke, Münster, sehr gute Ergebnisse durch Auswaschen mit warmen Reinigungsbenzin erreicht, so daß ich nun auch die Paraffinierung von Haarträgern empfehlen kann (Kaestner 1959).

### 5.11. Knorpel und Organe

Wir besitzen eine Reihe von Haischädeln, die unser Kollege Delloch in mühevoller Arbeit entfleischt hat und außerdem ein vollständiges Skelett eines Zitterrochen, gearbeitet vom Kollegen Gütebier, Malmö. Nach dem Entfleischen werden die Knorpelteile hart fixiert und in Bleichlauge aufgehellt. Die Paraffinierung bereitet keine Schwierigkeiten. Organe müssen ordentlich fixiert und während der Entwässerung laufend mit hochprozentigem Alkohol durchgespült werden.

## 6.

Nachdem wir mehrere tausend Objekte paraffiniert haben, möchte ich allen Kollegen empfehlen, diese Methode zu nutzen. Nur etwa 10 % der Präparate werden für die Ausstellung nicht verwertbar. 30 % mußten nachgeprüft werden. Sollte für wissenschaftliche Untersuchungen paraffiniertes Material benötigt werden, reicht ein warmes Wasserbad von 60° C aus, um unter Vakuum das Paraffin wieder zu entfernen. Wie alle Präparate bleiben auch die paraffinierten hochempfindlich, dagegen zeigt maganzitiertes Material keine Farbverluste.

Weitere Fragen beantworte ich gerne.

## Literatur

Behrmann, G. (1967): Versuche zur Erhaltung von Form und Farbe bei Museumspräparaten von Fischen. Der Präparator Jahrg. 13, 1967, Heft 1, 125—129

Behrmann, G. (1974): Die Paraffinpräparation von Algen, Wirbellosen und kleinen Wirbeltieren für Schausammlungen. Der Präparator, Jahrg. 20, 1974, Heft 1/2, 36—43

Gebser, J. (1955): Die Paraffinierungsmethode, ein vorzügliches Konservierungsmittel für vor- und frühgeschichtliche Holzfunde. Der Präparator, Jahrg. 1, Heft 2, 28—31

Gräfe, M. (1983): Über die Konservierung von Seegurken (Holothuroidea) und marinen Nacktschnecken (Nudibranchia) in lebensnaher Stellung. Der Präparator, Jahrg. 29, Heft 1, 49—52

*Kaestner, K.* (1959): Über die Anwendung der Paraffinierungsmethode. *Der Präparator*, Jahrg. 5, Heft 2, 33—52

*Pieschocki, R.* (1961): Makroskopische Präparationstechnik. 1. Teil: Wirbeltiere. Akademische Verlagsgesellschaft Geest und Portik KG, Leipzig

*Ráček, M.* (1973): Erfahrungen mit der Paraffinierung von Schlangen. *Der Präparator*, Jahrg. 19, Heft 1/2, 48—50

### *Summary*

For 25 years biological objects are paraffined in the North Sea Museum. During this long period of time a lot was modified respectively older methods of preparation were simplified. In this article the author has summarized his experiences concerning the paraffin method and has also supplemented

these methods by the suggestions and works of other colleagues. In addition, you will find an enumeration of objects that have been paraffined successfully.

### *Résumé*

L'auteur décrit ses expériences faites, avec la méthode de paraffine pendant les 25 ans passés. Il a modifié la méthode et ajouté les expériences d'autres collègues. Il donne encore une fois une énumération des objets faits de cette manière.

### *Anschrift des Verfassers*

Günther Behrmann  
Nordseemuseum Bremerhaven  
Am Handelshafen 12  
2850 Bremerhaven