

KUR-Projekt: *Aufbau und öffentliche Kommunikation eines wissenschafts-basierten Sammlungsmanagements für naturkundliche Nasssammlungen*

B. Neuhaus^{*1}, A. Allspach², P. Bartsch¹, D. Burckhardt³, C. O. Coleman¹, I. Fries⁴, R. Fuchs⁵, M. Gudo⁶, M. Kotrba⁷, M. Mentjes⁸, S. Moore⁹, D. Neumann⁷, C. Oberer¹⁰, A. Potthast¹¹, J. Riedel¹², R. Rudolf¹³, T. Schnalke¹⁴, D. Schönbohm¹⁵, M. Schuda¹, A. van Dam¹⁶, N. Widulin¹⁴

* Projektleiter und Autor für Korrespondenz; ¹ Museum für Naturkunde Berlin, Invalidenstr. 43, D-10115 Berlin, <http://www.naturkundemuseum-berlin.de>, ² Senckenberg Museum Frankfurt, ³ Naturhistorisches Museum Basel, Schweiz, ⁴ Restauratorin für Grafik und Schriftgut, Berlin, ⁵ Cologne Institute of Conservation Sciences, Köln, ⁶ MORPHISTO, Frankfurt, ⁷ Zoologische Staatssammlung München, ⁸ Papierrestauratorin, Berlin, ⁹ Whitchurch, U.K., ¹⁰ Liestal, Schweiz, ¹¹ University of Natural Resources and Life Sciences, Wien, ¹² Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin, ¹³ Stölzle-Oberglas GmbH, Wien, ¹⁴ Berliner Medizinhistorisches Museum der Charité, ¹⁵ Restaurierung für Grafik und Schriftgut, Berlin, ¹⁶ Museum of Anatomy, Leiden, Niederlande.

Inhaltsverzeichnis

Übersicht	Seite
Zusammenfassung	2
A. Einleitung	2
B. Ziele des KUR-Projektes	3
C. Zusammenfassende Empfehlungen aus dem KUR-Projekt	3
D. Projektverlauf	4
E. Detaillierte Ergebnisse und Beobachtungen	10
1. Profiling	10
2. Alkohol	11
3. Gefäße	13
4. Papierqualität	18
5. Beschriften und Bedrucken von Papier	19
6. Alternative Beschriftungstechniken	19
7. Ablösen und weiteres Procedere von Etiketten	21
8. Präparaterestaurierung	22
F. Bewertung des Projektes und Ausblick	22
Anhang I. Programm Workshops und Symposien 2008 – 2010	24
Anhang II. Links, Literatur und Bezugsquellen	26
Anhang III. Adressen	31
Anhang IV. Angebot Borosilikat-Schliffstopfengläser STÖLZLE-OBERGLAS	32

gefördert im KUR – Programm zur Konservierung und Restaurierung von mobilem Kulturgut:

Zusammenfassung

Im Rahmen eines von der Kulturstiftung des Bundes und der Kulturstiftung der Länder geförderten Projektes zum Erhalt naturkundlicher Nasssammlungen wurden 1) der Zustand der Sammlungen bewertet (Profiling; Analyse der Vergällungsmittel), 2) über Workshops Expertenwissen in das Projekt gebracht, 3) neue archivbeständige Materialien und Managementmaßnahmen eingeführt (Borosilikat-Gläser und -Röhrchen, Augenwatte, Tefloneinlagen, Japanpapier, archivbeständige Kleber und Papier, Etikettenaufbewahrung; digitales Dichtemessgerät, *Alcomon*-Indikator, Kontrollintervalle), 4) Erhaltungsmaßnahmen zur langfristigen Konservierung in großem Umfang durchgeführt (Messen der Alkoholkonzentration, Umsetzen von Präparaten in geeignetere Gefäße, Wiederverschluss von Schaugläsern) und 5) Erfahrungen und Diskussionsergebnisse zusammengestellt, nicht ohne auf Wissenslücken und wünschenswerte Forschungsaspekte hinzuweisen. Das Projekt profitierte besonders von der Expertise aus den Materialwissenschaften und der Papierrestaurierung. Das Museum für Naturkunde Berlin kooperierte eng mit dem Berliner Medizinhistorischen Museum der Charité, der Zoologischen Staatssammlung München und dem Forschungsinstitut Senckenberg in Frankfurt. Letzteres Museum führte ein eigenes, themenverwandtes KUR-Projekt *Restoration der Sammlungen "Vergleichende Anatomie, Embryologie und Histologie" des Naturmuseums Senckenberg* durch.

A. Einleitung

Seit 2006 plante das Museum den Wiederaufbau des im Krieg zerstörten Ostflügels (Abb. 1; Kernprojekt, 1. Bauabschnitt Ostflügel Museum für Naturkunde), der über das HBBG-Verfahren finanziert wurde. Der Ostflügel nimmt seit Herbst 2010 sämtliche Nasssammlungen mit einem Aufstellvolumen von 2.400 m³ (inklusive 20% Zuwachs) auf. Das Museum hatte sich entschieden, die bisherige bunte Mischung von Trocken- und Nasssammlungen konsequent aufzulösen und eine sichere, „sorten- und klimareine“ Lagerung für die Nasssammlungen im Neubaubereich des Ostflügels zu schaffen. Hierdurch verbesserte sich auch der Brandschutz des Gesamtgebäudes signifikant. Der Ostflügel gehört bei seiner Fertigstellung 2010 aufgrund seiner Brandschutzeinrichtungen und der Wandkühlung (Sammlungsraumtemperatur $\leq 18^\circ\text{C}$, maximale kurzfristige Schwankungsbreite über einen Tag $\pm 1^\circ\text{C}$) zu den modernsten europäischen Gebäuden für naturkundliche Nasssammlungen (Abb. 2, 3). Zunächst ungelöst blieben dabei viele konservatorische Probleme der Sammlungsobjekte selbst, ihrer langfristigen Erhaltung und effektiven, sicheren Handhabung. Das von der Kulturstiftung des Bundes und der Kulturstiftung der Länder bewilligte Projekt zielte auf diese Aspekte ab und stellte so den zweiten, dringend benötigten Schritt in der nachhaltigen Sicherung unserer Nasssammlungen dar.

Unsere Planung und die Anforderungen an das Sammlungs- und Konservierungsmanagement folgten den generellen *Guidelines for the Care of Natural History Collections*, die vom Council der *Society for Preservation of Natural History Collections* international am 15.5.1994 verabschiedet worden sind. Im Jahr 1992 hatte in Großbritannien die *Museums and Galleries Commission* bereits entsprechende explizite Standards für Naturkundemuseen entwickelt (Stansfield et al. 1994). Die Vorarbeiten zum Wiederaufbau des Ostflügels haben nach einer umfassenden Literaturrecherche zu einem Konzept „Konservatorische Anforderungen der zoologischen Flüssigkeitssammlungen des Museums für Naturkunde“ geführt (Bartsch 2007). Komplementär zu dem Bauprogramm und langfristig darüber hinausweisend sahen wir die Notwendigkeit eines konservatorischen und restauratorischen Sofortprogramms auf wissenschaftlicher Grundlage, das direkt den zoologischen Sammlungsobjekten, den Aufbewahrungsgefäßen und der Primärdokumentation (Sammlungsetiketten) galt. Dieses Programm gliederte sich in fünf wesentliche Aspekte:

- die Einführung und Anwendung eines effizienten Evaluations- und Monitoringsystems (Profiling),
- schnelle konservatorische, restauratorische und archivarische Maßnahmen,
- die Etablierung eines anspruchsvollen Collection Managements mit einer zunächst temporären Ausbildungsperspektive für Volontäre als Pilotprojekt sowie

- den Transfer der Restaurierungsergebnisse in die Fachwelt und die Diskussion mit der Fachwelt und
- die Etablierung eines öffentlich zugänglichen Sammlungsinformationssystems für die näher interessierten Besucher (Abb. 4).

Der nachfolgende Bericht fasst wesentliche Ergebnisse des KUR-Projektes aufgrund eigener Erfahrungen und Recherchen sowie der Vorträge, Diskussionen und späterer Ergänzungen der Teilnehmer mehrerer Workshops ergebnisorientiert zusammen und zeigt insbesondere auch Wissenslücken auf. Meier und Wechsler (2011) publizieren und interpretieren bereits einige Ergebnisse des KUR-Projektes, angelehnt an die versandten Zusammenfassungen der Workshops in Berlin. Die Autoren haben zwar an den nationalen Projekt-Workshops teilgenommen, waren aber nicht aktive Projektpartner.

B. Ziele des KUR-Projektes

In dem KUR-Projekt wurden beispielhaft Restaurierungsmaßnahmen in der ca. 233.000 Sammlungsgläser umfassenden Nasssammlung des Museums für Naturkunde Berlin durchgeführt. Inhaltlich lag der Schwerpunkt auf (1) dem (inter)national besonders wichtigen Typenmaterial, (2) dem Material ausgestorbener Tierarten, (3) den wissenschaftshistorisch wertvollsten Präparaten und (4) den Großpräparaten. Konservatorisch-restauratorisch fokussierte das Projekt auf (1) das Umsetzen der wertvollsten Präparate in langzeitstabile Borosilikatgläser, (2) das Umsetzen weiterer Präparate in Twist-Off-Gläser mit niedriger Verdunstungsrate, (3) das Umsetzen der Großpräparate in Edelstahlbehälter, (4) die Restaurierung Picein-versiegelter Schau- und historischer Präparate und (5) die Restaurierung und Archivierung von Sammlungsetiketten.

Über zwei Workshops und den Besuch der Jahrestagungen der internationalen *Society for the Conservation of Natural History Collections* ging die Expertise (inter)nationaler Experten für Nasssammlungen in das Projekt ein und auch aus ihm heraus. Die Projektergebnisse wurden außerdem über die zahlreichen, EU-finanzierten wissenschaftlichen Gäste des Museums und über ein Fachsymposium in Zusammenhang mit der international ausgerichteten Jahrestagung der *Gesellschaft für biologische Systematik* in die Fachwelt getragen. Im Rahmen des Wiederaufbaus des im Krieg zerstörten Ostflügels entstanden im Museum neben Räumen für die Nasssammlungen auch zwei Sammlungsinformationsterminals für die breite Öffentlichkeit und stellten dort das Projekt vor. Zusätzlich ist der Sammlungssaal im Erdgeschoss durch die Besucher begehbar.

C. Zusammenfassende Empfehlungen aus dem KUR-Projekt

Zusammenfassend lassen sich aufgrund unserer Erfahrungen im KUR-Projekt und Gesprächen mit zahlreichen Kollegen aus dem In- und Ausland folgende Empfehlungen aussprechen:

Samlungsmanagement:

- unvergälltes Ethanol als optimales Konservierungsmedium,
- visuelle Kontrollmöglichkeit der Alkoholkonzentration in ausgewählten Sammlungsgefäßen mithilfe der *Alcomon*-Indikator-tabletten,
- Flüssigkeitsstand in Sammlungsgefäßen jedes Jahr kontrollieren, Alkoholkonzentration alle 3 Jahre überprüfen, Sammlung mithilfe eines Profiling alle 10-20 Jahre bewerten abhängig von der Intensität der Sammlungsaktivitäten.

Gläser:

- Schliffstopfen-Gläser aus Borosilikatglas zur Lagerung der wertvollsten Präparate,
- Schliffstopfen- (größere Präparate) und Twist-Off-Gläser (kleinere Präparate) aus Natronkalkglas mit Tefloneinlage zur Lagerung weniger wertvoller Präparate,

- kleinere Präparate in Borosilikat-Röhrchen mit Augewattestopfen (Firma KERMA) aufbewahren (bei bestachelten Präparaten Stopfen mit Japanpapier von PAPER NAO umwickeln), um Kontakt zu hochreaktiver Natronkalkglas-Verwitterungsschicht zu verhindern,
- Mindestvolumen für Sammlungsgläser 200 ml als Sicherheit gegenüber Austrocknung.

Etiketten:

- beim Umsetzen von Präparaten in andere Gläser Etiketten ablösen: Kleber auf Wasserlöslichkeit testen, Ablösen mit Löschkartonkompresse oder im Wasserbad, Trocknen auf Polyestervlies, eventuell Risse schließen mit Japanpapier (Firma PAPER NAO) und Weizenstärkekleister oder Hydroxypropylcellulose (Produkt *Klucel G*), abschließende Sprühentsäuerung und Pufferung mit *Bookkeeper*,
- Außenetiketten aus archivbeständigem Papier laut DIN/ISO 9706 mit wasserlöslichem Weizenstärkekleister oder *Klucel G* auf Gläser (wieder) aufkleben (Vorteil: Etikett nahe des Objekts; Nachteile: Einwirkung von UV-Licht, Staub, Begriff), mit Glyceringelatine auf Japanpapier aufziehen und in Präparateglas geben oder
- archivieren in archivbeständigen Materialien laut DIN/ISO 9706 oder zumindest nach PAT-Test (= Photo-Activity-Test; Vorteile: Schutz vor UV-Licht, Staub, Begriff; Nachteil: Mikroklima kann entstehen v. a. in Kunststoffhüllen, Zugänglichkeit aufwendiger als am Glas).

D. Projektverlauf

Voraussetzung und wichtiger Bestandteil des Projektes war das **Profiling** der gesamten Nasssammlung sowie die **Messungen der Alkoholkonzentration** in ausgewählten Gläsern jeder Sammlung. Das Profiling erbrachte erstmals genaue Angaben zum Sammlungsumfang. Die Befunde der Alkoholkonzentrationsmessungen führten die Dringlichkeit eines konservatorischen Sofortprogramms deutlich vor Augen und zeigten die Bedeutung des KUR-Projektes für das Museum.

Ebenso wichtig war die Einbeziehung weiterer Experten aus dem In- und Ausland. Daher stellten der internationale **Kick-off-Workshop** „Establishment and public communication of a scientifically based collection management of natural history wet collections“ im Juni 2008, der **Workshop zum Zwischenstand** „Etiketten in Nasssammlungen: Probleme und Lösungsansätze“ im Januar 2011 und das **Special Symposium** während der Jahrestagung der Gesellschaft für biologische Systematik e. V. „Recent aspects in the collection management of natural history wet collections“ im February 2011 weitere Meilensteine für das Projekt dar.

Nach Gesprächen mit mehreren PapierrestauratorInnen ab 2008 entschlossen wir uns, deutlich mehr Gewicht auf unsere Etiketten und ihre mögliche Restaurierung und Aufbewahrung zu legen als ursprünglich im Antrag geplant. Bislang war die Etikettenproblematik in naturkundlichen Forschungsmuseen zwar prinzipiell bekannt, wurde aber in ihrer Dramatik weitgehend unterschätzt, da der Erhalt der naturkundlichen Präparate (fast) immer Vorrang genoss. Daher wählten wir aus drei Angeboten den Diplomrestaurator Dirk Schönbohm aus und beauftragten ihn mit einer „**Stellungnahme** zu Zustand, Restaurierungsmaßnahmen und Archivierung von Außen- und Innenetiketten der Nasssammlungen des Museums für Naturkunde Berlin - Erstellung eines Konzeptes und Vorstellung der Ergebnisse in einem Vortrag“. Besonders wichtig erschien es uns, dass Herr Schönbohm sein Konzept auch persönlich vorstellte, damit technische und wissenschaftliche Mitarbeiter ihre Fragen adressieren konnten. Weiterhin bot Herr Schönbohm zwei zweitägige, museumsinterne **Restaurierungs-Workshops** an. Hier haben 16 Kollegen *hands-on* Etiketten legen können und gelernt, verschiedene Papier- und Beschriftungstypen zu unterscheiden und die passende Methode zum Ablösen vom Glas und zur weiteren Behandlung auszuwählen und anzuwenden.

Die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) in Berlin hat bei 25 Wirbeltierpräparaten die früher eingesetzten **Vergällungsmittel** analysiert, da wir nicht über Informationen verfügen, welche Vergällungsmittel dem Ethanol in der Vergangenheit zugesetzt wurden. Vergällungsmittel wie das heute häufig eingesetzte Methyläthylketon (MEK) stehen in Verdacht, die tierischen Präparate, Kunststoffe und eventuell das Altern der Innenetiketten in den Sammlungsgefäßen zu beeinflussen.

Das **Umsetzen der Präparate** in neue Gefäße erfolgte vorwiegend durch Studierende, eine über das Projekt angestellte Präparatorin versiegelte Picein-verschlossene Gefäße neu.

Ein wesentlicher Teil der **Öffentlichkeitsarbeit** des Projektes stellt die Eröffnung des begehbaren Sammlungsraumes im Ostflügel dar. Je ein Informationsterminal in Form einer Postervitrine an den beiden Eingängen des Raumes verweist auf die Nasssammlungen, ihre Nutzung und ihre Restaurierung durch das KUR-Projekt (Abb. 4). Die Postervitrinen bieten in Textblöcken schnell erfassbare Informationen; dreidimensionale Objekte wie gealterte und neue Sammlungsgefäße in beleuchteten Vitrinenteilchen stellen einen plastischen Bezug her; multimediale Elemente, also Bildschirme, bieten Zusatzinformationen, die die Besucher über Sensoren abrufen können (Abb. 4).

Neben der Eröffnung des spektakulären Sammlungssaales im Erdgeschoss des Ostflügels mit Nasspräparaten von Fischen und Schlangen haben wir mehrere Poster erstellt, Vorträge gehalten und Artikel geschrieben:

- Kulturstiftung (2009): programm zur konservierung und restaurierung von mobilem kulturgut - KUR. [Zuarbeit für Plakatsflyer der Kulturstiftung]
- Neuhaus, B., M. Aberhan & C. Lüter (2009): Alkoholisierte Tierpräparate auf KUR. – Museum für Naturkunde, Jahresbericht 2008. Berlin, S. 44-45. [Bericht]
- Neuhaus, B., M. Aberhan & P. Bartsch (2009): Restaurierung zoologischer Nasssammlungen im Museum für Naturkunde Berlin. – Tagung der Deutschen Bundesstiftung Umwelt: Auftaktveranstaltung des EU ERA-NET Projektes „Net Heritage“, 19.2.2009, Osnabrück. [Poster]
- Neuhaus, B. & M. Aberhan: Restaurierung und Aufbewahrung von Nasssammlungen am Museum für Naturkunde Berlin. – 48. Internationalen Arbeitstagung des Verbandes Deutscher Präparatoren e. V., 26.3.2009, Berlin. [Vortrag]
- Neuhaus, B. & M. Aberhan: The wet collection of the Museum für Naturkunde Berlin: Problems and the KUR project. – Jahrestagung, Society for the Preservation of Natural History Collections, 6.-11.7.2009, Leiden. [Vortrag]
- Neuhaus, B. & M. Schuda (2010): Alkoholisierte Tierpräparate auf KUR. – Poster anlässlich des Symposiums der Kulturstiftung des Bundes "In aller Öffentlichkeit. Konservierung und Restaurierung wirkungsvoll vermitteln" am 13.-14.10.2010 in Halle. [Poster]
- Neuhaus, B. & M. Schuda (2010): Alkoholisierte Tierpräparate auf KUR. Von Typen und ausgestorbenen Arten. – Museum Aktuell 168, 30-33. [Artikel]
- Neuhaus, B. & M. Schuda (2010): KUR für in Alkohol konservierte Tierpräparate. – In: Damaschun, F., S. Hackethal, H. Landsberg & R. Leinfelder, Klasse, Ordnung, Art – 200 Jahre Museum für Naturkunde Berlin. Basilisken-Press, Rangsdorf, S. 298-301. [Artikel in Buch]
- Bartsch, P. & B. Neuhaus (2011): Der Wiederaufbau des Museums für Naturkunde. – Museum Aktuell 179, 13-16. [Artikel]
- Schuda, M. & B. Neuhaus (2011): The zoological wet collections of the Museum of Natural History Berlin: Recent improvements in the collection management and storage. – Jahrestagung der Society for the Preservation of Natural History Collections, San Francisco, 23.-28.5.2011. [Vortrag]



Abb. 1. Aufbewahrung der Nasssammlung bis 2010. **A.** Blick in den Fischsaal. **B.** Der Ostflügel des Museums im Jahr 2005 vor der Entkernung 2007; zukünftiges Gebäude für die Nasssammlungen. **C.** Bandwürmer in altem Sammlungsschrank in Twist-Off- und Schlifstopfengläsern. **D.** Schlifstopfenglas. **E.** Twist-Off-Glas.

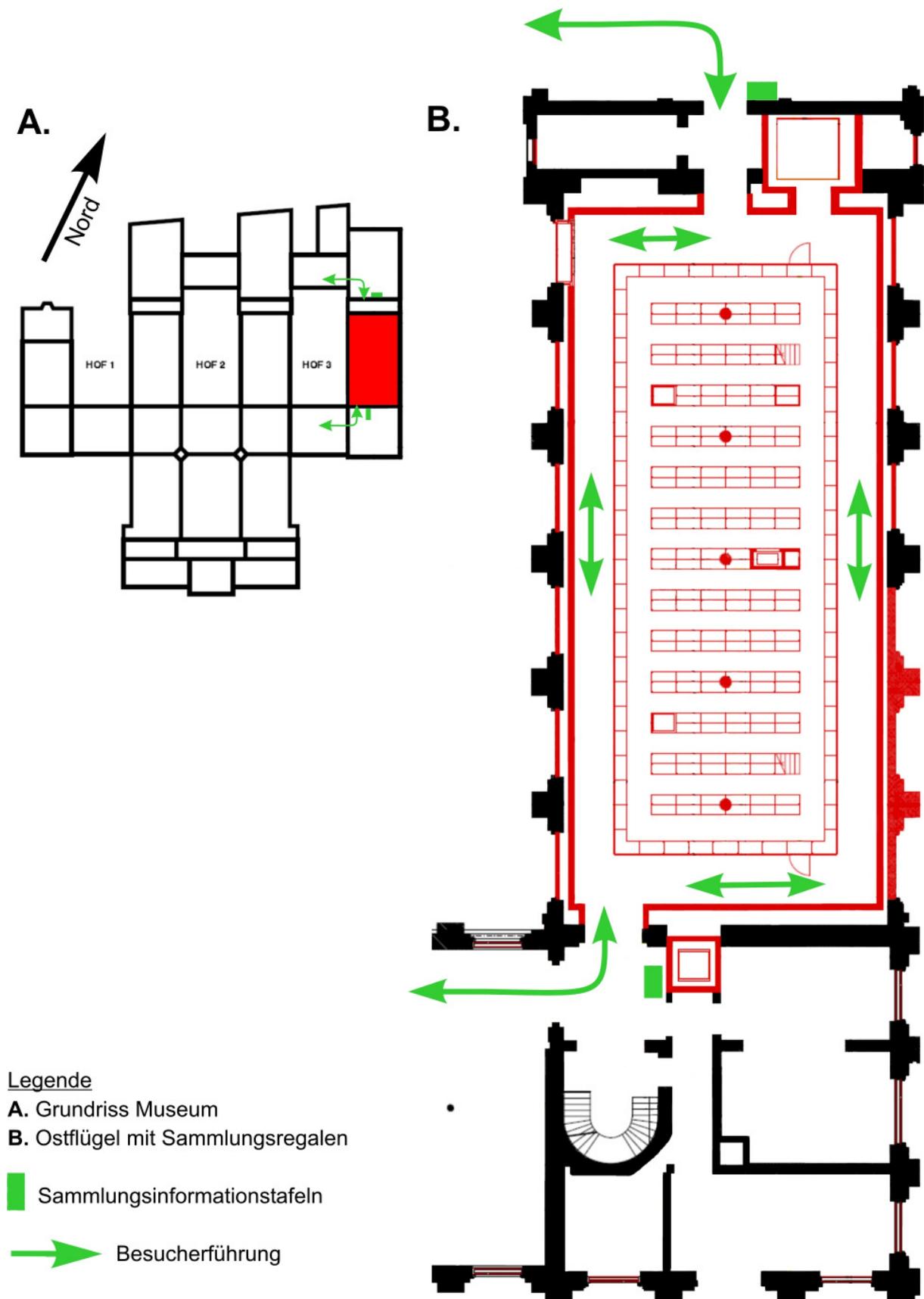


Abb. 2. Gegenwärtige Aufbewahrung der Nasssammlung ab 2010. **A, B.** Grundriss des Museums für Naturkunde (**A**) und des Erdgeschosses im Ostflügel (**B**).



Abb. 3. Gegenwärtige Aufbewahrung der Nasssammlung ab 2010. **A, C.** Blick in den Sammlungssaal im Erdgeschoss (**A**) und im 1. Zwischengeschoss (**C**). **B.** Edelstahlcontainer für große Sammlungspräparate.

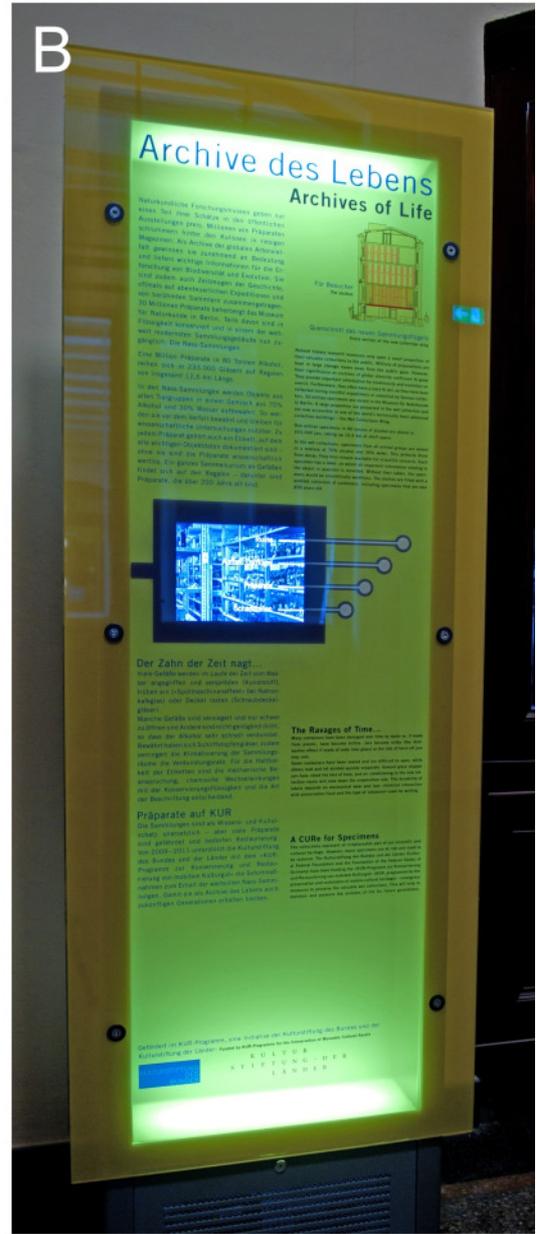


Abb. 4 A, B. Postervitrinen am nördlichen Hauptzugang zum Sammlungssaal im Ostflügel (A) und am südlichen Zugang (B).

E. Detaillierte Ergebnisse und Beobachtungen

Abkürzungen: BAM – Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung; FIS – Forschungsinstitut Senckenberg; MfN – Museum für Naturkunde Berlin; ZSM – Zoologische Staatssammlung München.

1. Profiling

Am National Museum of Natural History, Washington D. C., wurde bereits früh ein auf entomologische Sammlungen zugeschnittenes *Smithsonian Collections Standards and Profiling System* entwickelt (McGinley 1989), modifiziert in der Version von 1998. Beim Profiling werden keine individuellen Sammlungsdaten erfasst sondern anhand standardisierter Erfassungsbögen der Erhaltungszustand und die wissenschaftliche Zugänglichkeit einer Trocken- oder Nasssammlung in Grobkategorien bewertet und grafisch dargestellt (Tab. 1). In mehrjährigem Abstand bzw. nach Abschluss von Restaurierungsmaßnahmen wird ein Profiling ein zweites Mal durchgeführt, um die Veränderungen zu dokumentieren; alternativ kann zeitsparend während der Maßnahmen ein Korrekturbogen als Strichliste geführt werden. Die

Tab. 1. Bewertungskategorien des 2008 am Museum für Naturkunde Berlin durchgeführten Profiling.

<p>Stufe I - Konservierungsstatus</p> <p>1 - Gefäße</p> <p>1 a ausgetrocknetes Material → 1 b1 „Weck“-Glas mit Gummiring — 1 b2 Schliffstopfenglas undicht (Glas markiert, Glas ≤ 100 ml, Alkoholpegel ↓) → 1 c Schliffstopfenglas ± dicht → 1 d Twist-Off-Glas (<i>falls möglich aufgrund Präparatgröße</i>) → 1 e Borosilikatglas</p> <p>1 f Picein-versiegeltes Glas undicht (Laufnasen, Alkoholpegel ↓) → 1 g Picein-versiegeltes Glas dicht</p> <p>1 h Twist-Off-Glas 50 ml oder 100 ml → 1 j Twist-Off-Glas ≥ 200 ml</p> <p>1 k Kunststoffgefäß → 1 l Twist-Off-Glas</p> <p><i>nur bei kleinen Präparaten ≤ 1 cm:</i> 1 m Gefäß ohne Präparateröhrchen → 1 n Glas-Präparateröhrchen mit Korkstopfen → 1 o Präparateröhrchen / Stopfen aus Kunststoff → 1 p Glas-Präparateröhrchen mit Wattestopfen → 1 q Präparateröhrchen aus Borosilikatglas & mit Augewatte-Stopfen</p> <p>2 - Etiketten</p> <p>2 a nur Außenetikett → 2 b Innenetikett & kleines Etikett mit Katalognummer → 2 c neues Etikett auf archiv sicherem Papier & kleines Etikett mit Katalognummer</p>
<p>Stufe II - Wissenschaftliche Verfügbarkeit</p> <p>3 - Identifizierung</p> <p>3 a unbestimmt, unsortiert → 3 b bis zur Großgruppe bestimmt → 3 c bis zur Gattung bestimmt → 3 d bis zur Art bestimmt</p> <p>4 - Standort</p> <p>4 a als Nebensammlung (z. B. Expeditionsmaterial) → 4 b in Hauptsammlung integriert</p> <p>5 - Sammlungsdatenerfassung</p> <p>5 a unkatalogisiert → 5 b erfasst in Katalog aus Papier → 5 c erfasst in Sammlungsdatenbank</p>

Anmerkungen: Die Definitionen beginnen mit der schlechtesten Kategorie und enden mit der bestmöglichen, fett geschriebenen Kategorie.

In jeder Sammlung muss individuell entschieden werden, welcher Endzustand erreicht werden soll und kann.

Ergebnisse dieses Profilings erlauben es, bei geringem Arbeitsaufwand prioritäre Aktivitäten zum Sammlungserhalt zu identifizieren, durchzuführen und zu verfolgen. Ein Profiling stellt damit ein unverzichtbares Werkzeug des Sammlungsmanagements dar.

In den Jahren 1998 und 1999 adaptierten C. O. Coleman und B. Neuhaus, Museum für Naturkunde Berlin, das *Smithsonian Collections Standards and Profiling System* an die damaligen Erfordernisse der Nasssammlungen des Museums und führten unter anderem Unterkategorien ein, um die Konservierungsprobleme mit Zahlen belegen zu können. Aus heutiger Sicht sind den damaligen Kategorie-Definitionen des Profilings weitere Unterkategorien hinzuzufügen, um den Konservierungsproblemen besser gerecht zu werden, während höhere Kategorien auf absehbare Zeit keine Relevanz haben und anhand der Informationen an den Präparaten im Regal auch gar nicht abgefragt werden können (Tab. 1).

Im Jahre 2001 veröffentlichten William Moser, Karen Reed und Cheryl Bright auf der Homepage der Smithsonian Institution ein Procedere für Nasssammlungen mit 6 Haupt- und jeweils 2-5 Unterkategorien (http://www.mnh.si.edu/highlight/profiling/profile_p1.html). Die Unterkategorien enthalten nicht immer konkrete Erkennungsmerkmale für die Einordnung. Trotzdem stellt dieses Procedere mit seiner Einteilung einen großen Fortschritt gegenüber 1998 dar, und wir haben unsere Definitionen (Tab. 1) davon abgeleitet.

Das **Profiling** ergab, dass die Gesamtsumme der Gläser um 45.000 zu hoch eingeschätzt worden war, mithin nur 233.000 Gläser in den Nasssammlungen vorhanden sind. Von diesen sind 7.270 Kunststoffgefäße gegen sicherere Glasgefäße auszutauschen, 79.350 Schliffstopfengläser und 4.700 Piceinversiegelte Gläser sind undicht und 13.700 Gefäße sind kleiner als 200 ml, stellen also aufgrund ihrer geringen Größe ein Sicherheitsrisiko dar.

Außerdem wurde in je 150-200 Gläsern in jeder Sammlung die **Alkoholkonzentration** gemessen (s. nachfolgendes Kapitel).

2. Alkohol

- Werden **in Formalin fixierte Präparate** nicht ausreichend lange gewässert, bevor sie in Ethanol überführt werden, bilden sich weißliche Paraformaldehyd-Niederschläge. Nach dem Wässern sollten vor allem voluminöse Tiere über eine aufsteigende Alkoholreihe mit genügend langer Einwirkungszeit entwässert werden.

Gerade bei älteren Präparaten ist es nicht immer möglich, geruchlich zwischen Formalin und Ethanol als Konservierungsflüssigkeit zu unterscheiden. Hier helfen Formalin-Teststäbchen weiter.

- **pH-Wert.** Im Laufe der Zeit verändert sich ein Teil des Ethanols über Acetaldehyd zu Essigsäure. Allerdings hat die BAM in 25 alten Proben von Wirbeltierpräparaten aus dem MfN weder Aceton noch Essigsäure nachgewiesen; möglicherweise haben diese mit Körperinhaltsstoffen der Präparate weiter reagiert.

Kotrba und Golbig (2009) schlagen vor, den pH-Wert über feste, substratgebundene Ionenaustauscher, so genannte Ampholyte, die sowohl als Säuren als auch als Basen wirken können, zu stabilisieren. Als Substrat für die positiv bzw. negativ geladenen funktionellen Gruppen könnte man Cellulose verwenden und zusätzlich einen Farbindikator für einen pH-Umschlag integrieren. Ein für Nasssammlungen geeigneter Ampholyt muss noch entwickelt werden.

Durch einfaches Nachgießen von Ethanol ändert sich der pH-Wert im Sammlungsgefäß kaum. Gegenüber Borosilikatgläsern weisen Kalk-Soda-Gläser einen geringfügig höheren pH-Wert auf (Kotrba & Golbig 2011).

Der pH-Wert lässt sich nach Meinung einiger nur in Alkohol:Leitungswasser-Gemisch 1:5 messen, da bei destilliertem Wasser/Ethanol-Gemisch nicht genügend freie Ionen für eine pH-Wert-Messung vorliegen. Die Messwerte sind relativ und nicht absolut. Allerdings betonte ein Zuhörer, dass Leitungswasser den pH-Wert im Ethanol puffere.

- **Glycerin.** Vor allem in Nordamerika wird den Ethanolproben 10% Glycerin zugesetzt, damit die Proben auch im Falle des Verdunstens des Alkohols von einem Glycerinfilm umhüllt bleiben. Dieses Vorgehen wird in Europa eher kritisch gesehen, da Glycerin die Präparate verändern könne.

- **Isopropanol.** Als Ersatzstoff für Ethanol wird 30-50% Isopropanol diskutiert. Dies wird jedoch nicht empfohlen, da Isopropanol stark dehydrierend wirkt, die Präparate brüchig macht, Proteine denaturiert und Farbstoffe ausbleichen lässt. Bei zu niedrigen Konzentrationen werden die Präparate hingegen weich, und Autolyse tritt ein.
- **Polyethylenglykol.** Als Alternative zur Aufbewahrung von Tierpräparaten in Ethanol wurde eine Lagerung in Polyethylenglykol (PEG) diskutiert. In frischem Material sind keine Probleme zu erwarten, während bei alten Präparaten die Fettsäuren mit dem PEG reagieren.
- **Konzentration.** Ethanol verdunstet bei Konzentrationen unterhalb von 83% als 83%iges Ethanol, d. h. es verdunstet mehr Ethanol als Wasser. Verdunstetes Ethanol kann durch Nachgießen von konzentriertem Alkohol ergänzt werden oder aber durch Kompletttausch. Letzteres Verfahren hat den Nachteil, dass aus dem Präparat bereits heraus gelöste Zellinhaltsstoffe ebenfalls abgegossen werden und damit erneut ein hohes Diffusionsgefälle zwischen Präparat und Konservierungsflüssigkeit entsteht; diese Zellinhaltsstoffe wandern daher wieder stark aus dem Präparat heraus. Man wird wohl um eine individuelle Abwägung der beiden beschriebenen Vorgehensweisen nicht herumkommen und die Tiergruppe sowie die Menge des verdunsteten Ethanols berücksichtigen müssen. Gegebenenfalls muss der Alkohol über eine Alkoholreihe neu zugeführt werden.

Überprüfen lässt sich die Alkoholkonzentration mithilfe eines **Alkoholometers** nach GUY LUSSAC, TRALLES bzw. RICHTER und eines **digitalen Dichtemessgerätes**. Das Dichtemessgerät *DMA 35 Ex* der Firma ANTON PAAR ist transportabel und explosionsgeschützt und erfüllt damit auch moderne Sicherheitsanforderungen an Alkoholsammlungen; es benötigt nur 2 ml Probenvolumen zum Messen und ist daher insbesondere für kleinvolumige Sammlungsgefäße hervorragend geeignet, während ein Alkoholometer aufgrund seiner Länge eine beträchtliche Menge an Konservierungsflüssigkeit zum Messen erfordert, auch wenn man Konservierungsflüssigkeit in ein sehr schlankes, Messzylinderähnliches Gefäß umgießt. Im Vergleich zur Bestimmung des Wasser(!)gehaltes mithilfe **coulometrischer Karl-Fischer-Titration** (z. B. Coulometer der Firma METROHM) durch die BAM weisen Messungen des Alkohol(!)gehaltes mit einem Alkoholometer nach GUY LUSSAC, 4 Alkoholometern nach TRALLES und 3 digitalen Dichtemessgeräten *DMA 35 Ex* folgende Unterschiede auf (18 noch verfügbare Proben von Konservierungsmedium aus Gläsern mit Wirbeltierpräparaten; Alkoholgehalt bei coulometrischer Bestimmung des Wassergehaltes angenommen als Differenz zu 100%!):

- Die Messwerte jedes Dichtemessgerätes verringern sich innerhalb von 10-15 min bei 15 Proben um 0,7-1,1 Prozenteinheiten, maximal um 2 Prozenteinheiten und erhöhen sich um 0,2-0,5 Prozenteinheiten bzw. bleiben gleich bei 3 Proben (3 Messwerte pro Probe und Dichtemessgerät).
- Die Werte der Dichtemessgeräte unterscheiden sich untereinander um 0-0,5 Prozenteinheiten.
- Die Messwerte der Alkoholometer unterscheiden sich untereinander um 1-2 Prozenteinheiten, maximal um 3 Prozenteinheiten.
- Die Messwerte der Dichtemessgeräte liegen um 4-6 Prozenteinheiten, maximal um 8 Prozenteinheiten über den von der BAM gemessenen Werten.
- Die Messwerte der Dichtemessgeräte liegen um 2-4 Prozenteinheiten, maximal um 5 Prozenteinheiten über den Werten der Alkoholometer.

Die Ursache für die Veränderungen der Messwerte der Dichtemessgeräte liegt wohl in der Verdunstung des Ethanols während der Messungen bzw. in der Gerätemessgenauigkeit. Die Firma ANTON PAAR gibt uns schriftlich eine Genauigkeit von 0,9% bei einer Alkoholkonzentration von 5-20%, 0,5% bei einer Konzentration von 50-75% und 0,36-0,25% bei einer Konzentration von 80-95% an. Die Unterschiede zwischen den Messwerten von Dichtemessgeräten, Alkoholometern und coulometrischer Wasserbestimmung beruhen vermutlich auf der größeren Beeinflussung der beiden ersten Methoden durch aus den Präparaten gelöste Körperinhaltsstoffe wie Fette. Die BAM hatte für die Trockenmasse der Proben, also der in der Konservierungsflüssigkeit vorhandenen Feststoffe, Werte zwischen 1-4,5% bestimmt, im Extremfall 0,2%. Der Trockenmassegehalt korreliert nicht mit Unterschieden der Prozenteinheiten verschiedener Alkoholgehalt-Messmethoden. Temperaturunterschiede bei den verschiedenen Messungen beeinflussen die Messwerte, zumal das Alkoholometer nach GUY LUSSAC für eine Temperatur von 15° C geeicht ist, die Geräte nach TRALLES bzw. RICHTER hingegen

für eine Temperatur von 20 °C. Unsere Messwerte wurden nicht hinsichtlich der Messtemperatur korrigiert.

Die Dichtemessgerät-Messungen an je 150 Gläsern in jeder Nasssammlung des Museums für Naturkunde Berlin belegen, dass der Mittelwert der Alkoholkonzentration bei 64-69% mit einer Standardabweichung von 6-15% liegt. In allen Sammlungen trat darüber hinaus bezüglich der Alkoholkonzentration eine Variationsbreite von 2-86% auf. Ursache sind (wiederholtes) Nachgießen mit zu geringer Alkoholkonzentration (ca. 85%) und das Fehlen fast jeglicher Messungen über einen langen Zeitraum.

Niedrige Luftfeuchtigkeit oder eine Klimaanlage im Sammlungssaal führen zu schnellerem Verdunsten des Ethanols, was nicht immer gut sichtbar ist, da aufgrund der hygroskopischen Eigenschaften des im Sammlungsglas verbliebenen Ethanols vermutlich Feuchtigkeit von außen in das Gefäß hinein diffundiert.

- Das **Alcomon Indicator System** von Andries J. van Dam (van Dam 2002) besteht aus je einer roten und einer orangefarbenen Polypropylen-Pille mit Eisenkern, die bei unterschiedlichen Ethanolkonzentrationen an die Oberfläche der Gefäßflüssigkeit steigen:

Alcomon Pille # 6 (orange): 60 ±3% V/V Ethanol/Wassergemisch bei 20 °C; an der Oberfläche bei Konzentration < 60 ±3%.

Alcomon Pille # 5 (rot): 50 ±3% V/V Ethanol/Wassergemisch bei 20 °C; an der Oberfläche bei Konzentration < 50 ±3%.

Das System funktioniert nur, wenn keine Salze (z. B. aus Puffern) und keine längerkettigen oder Mehrfach-Alkohole in der Konservierungsflüssigkeit vorliegen. Frisch angesetztes Ethanol/Wassergemisch sollte einige Tage ruhen, damit die Luftblasen nicht an den Pillen hängen bleiben. Weitere Details s. Homepage der Firma.

Bislang ist nicht untersucht, wie lange die *Alcomon*-Pillen in vergälltem Ethanol halten, ohne sich nennenswert zu zersetzen.

- **Vergällung.** Ethanol wird häufig mit Methylethylketon (MEK; = Butanon; 0,75-1 Liter pro 100 Liter Ethanol) vergällt, das eine hohe Verdunstungsrate aufweist und so den Dampfdruck auch in klimatisierten Sammlungen erhöht. Mit MEK vergällter Ethanol enthält immer weitere Additive wie Methylisopropylketon und Ethylisoamylketon, über deren Wirkung auf Präparate und Gefäße man wenig weiß. Von MEK hingegen ist bekannt, dass es die Präparate bleicht, die natürlichen Farben und Pigmente löst, Kunststoffgefäße (vor allem aus PVC) angreift und möglicherweise zur Glaskorrosion führt.

Weitere in Deutschland erlaubte Vergällungsmittel für Ethanol sind z. B. 6 kg Schellack, 1 kg Spruce-Harz, 2 l Toluol, 2 l Cyclohexan, 5 l Ethylether, 0,5 kg Thymol, 5 kg Isopropanol + tertiäres Butanol, 0,5 kg Phthalsäurediethylester, 1 l Petrolether (Angaben pro 100 Liter Ethanol).

Kampher färbt die Präparate häufig braun, sublimiert bereits bei 20 °C und ist gesundheitsschädlich. Über die Auswirkung von Denatoniumbenzoat (1-2 g pro 100 l Ethanol; Handelsnamen *Bitrex*, *Aversion*) als Vergällungsmittel auf die Präparate oder Gefäße ist wenig bekannt.

Konservierungsflüssigkeit aus 25 Gläsern mit Wirbeltierpräparaten des MfN wurde von der BAM mit flüssig- und gaschromatographischen Messsystemen jeweils gekoppelt mit Massenspektrometrie analysiert. Diese Analyse ergab, dass das Ethanol in der Vergangenheit mit folgenden Vergällungsmitteln ungenießbar gemacht wurde: Methylethylketon (21 von 25 Proben), Methanol (3), Benzol (6), Toluol (9), Kampfer (15), Pyridin und Derivate (4), Xylol (6), aliphatische Kohlenwasserstoffe (7). Abietinsäure (14) stammt vermutlich aus Kolophonium, das sowohl zum Vergällen als auch zum Abdichten von Gläsern benutzt wurde. Die Säure ist auch im Spruce-Harz enthalten. Kampfer wurde eventuell auch während der Präparation zum Desinfizieren eingesetzt. Ethylpalmitat (21) und weitere Ethylester (12) von kurzkettigen Fettsäuren entstehen bei der Veresterung von freigesetzten Fettsäuren aus den Präparaten. Die Proben enthalten meist 3-4 und bis zu 7 verschiedene Vergällungsmittel. Nach gegenwärtigem Kenntnisstand stellt die Sammlungsaufbewahrung in **unvergälltem Ethanol** die optimale Aufbewahrung für Nasssammlungen dar. Unvergällter Alkohol wird z. Z. in den Naturkundemuseen in den USA, London, Paris, Stockholm, Basel und Leiden verwandt. Ethanol wird aus

Erdöl hergestellt oder aus Biosprit; ersterer ist reiner und daher zu bevorzugen. - Das Museum für Naturkunde Berlin strebt die Umstellung auf unvergällten Alkohol zum nächstmöglichen Zeitpunkt an.

3. Gefäße

- **Glassorten.** Das bei den allermeisten Gläsern verwendete Natronkalkglas gibt im Laufe der Jahre Na^+ -Ionen ab, die einen hochreaktiven Film auf der Glasoberfläche bilden. Borosilikatglas ist gegenüber Natronkalkglas durch seinen hohen Anteil an Boroxid deutlich alterungsbeständiger und das Medium der Wahl für Sammlungsgefäße. Borosilikatglas wird für Schliffstopfengläser (vor allem bei den am Londoner Natural History Museum von Clark (1995) entwickelten und nach dieser Vorlage von DIXON GLASS sowie STÖLZLE-OBERGLAS produzierten Gläsern), für rechteckige und zylindrische Schausammlungsgläser mit Picein-Versiegelung und für die *Qualitight*-Gläser mit „LeParfait“-Verschluss (entwickelt von C. Oberer, Basel) verwendet.

Die klassischen Schliffstopfengläser aus **Borosilikatglas** werden in verschiedenen Größen nur von wenigen Firmen zu ungefähr vergleichbaren Preisen produziert (DIXON GLASS LTD, STÖLZLE-OBERGLAS AG & Co. KG, VITRO LASER SOLUTIONS UG). Die Gläser lassen sich aus Hütten- oder aber Röhrenglas herstellen. Ersteres ist relativ günstig, kann in massiveren Wänden produziert werden, allerdings nicht beliebig hoch. Letzteres ist teurer, besitzt dünnwandigere Wände, ist aber flexibel bei der Höhe. Der Schliffstopfen mit extrem feinem Schliff garantiert sehr hohe Dichtigkeit, jedoch kann es nach entsprechend langer Lagerung notwendig werden, den Schliffstopfen mit speziellem Werkzeug zu lösen. VITRO LASER SOLUTIONS beabsichtigt Borosilikatgläser anzubieten, die sowohl mit einem Schliffstopfen als auch mit einem geschliffenen Planglasdeckel verschlossen werden können. Erfahrungen fehlen bislang.

Die *Qualitight*-Gläser mit „LeParfait“-Verschluss stellen eine Neuentwicklung aufgrund über 10-jähriger Erfahrung dar. Die damaligen, ersten von Christoph Oberer vorgestellten Sammlungsgläser wiesen einen Edelstahl-Elastomer-Verschluss auf, der sich nach einiger Zeit teilweise nur schwer wieder vom Gefäß lösen ließ. Die jetzigen, komplett neu entwickelten Sammlungsgläser sind jedoch als „LeParfait“-Verschluss für bislang 1-Liter- und 2-Liter-Gläser designed mit vier verschiedenen Elastomerqualitäten zur Abdichtung, die mehrere Jahrzehnte halten sollen (blau - für Wasser/ Ethanol-Gemische, rot - für aggressive Flüssigkeiten wie Formalin, gelb - für hygroskopische Präparate, weiß - für Schaugläser). Eine Innenmöblierung aus Edelstahl für Präparaterörhren ist optional vorgesehen. Auf dem Elastomer wird ein deutlich geringerer Druck lasten als bei der früheren Sammlungsglasvariante, so dass beim Öffnen keine Probleme zu erwarten sind. Dieses auf dem 1. Workshop vorgestellte, neu entwickelte Konzept der *Qualitight*-Gläser erscheint für viele Sammlungen geeignet, allerdings liegen noch keine vollständigen, realen Gläser vor, geschweige denn Erfahrungswerte.

STÖLZLE-OBERGLAS erwägt, **Kalk-Natron-Typ2-Gläser** herzustellen, die gegenüber Borosilikat-Hüttenglas nicht in der Höhe beschränkt sind aber durch eine Modifizierung der Oberfläche eine höhere chemische Beständigkeit als „normale“ Kalk-Natron-Gläser gegenüber dem Konservierungsmedium aufweisen sollten. Die Modifizierung der Glasoberfläche bedeutet, dass aus einer dünnen Glasschicht im μm -Bereich Na^+ -Ionen herausgelöst werden. Es ist noch ungeklärt, ob die kleinen Na^+ -Ionen nicht aus der Tiefe des Glases nachdiffundieren und nach mehreren Jahren wieder „normale“ Na^+ -Ionen-Verhältnisse vorliegen. Solche Gläser werden in kleineren Größen bereits heute für Infusionsflaschen in der Medizin verwendet. Über diese Gläser wollen wir am MfN einen Erfahrungsbericht verfassen, sobald wir die Gläser selbst in den Händen halten.

Alternativ wird eine Beschichtung der Sammlungsgläser mit der organo-Silikat-Beschichtung Ormocer © vorgeschlagen. Erfahrungswerte in Nasssammlungen sowie eine intensivere Diskussion stehen noch aus.

- **Twist-Off-Gläser** nach DIN-Norm aus Natronkalkglas finden vor allem in der Lebensmittelindustrie Anwendung. Sie stellen preiswerte Sammlungsgefäße dar, bei denen aufgrund der Normierung auch langfristig die Deckel ersetzt werden können, ohne gleich Zehntausende an Deckeln bestellen zu müssen (vgl. Anmerkungen zu GRATHWOL-Gläsern zuvor). Allerdings ist der Liner nach etwa 10-15

Jahren so weit angegriffen, dass die Deckel zu rosten beginnen und ausgetauscht werden müssen. Bei Twist-Off-Gläsern gibt es eine Deckelvariante für „normalen“ Inhalt, eine Variante für sauren Inhalt (dickerer Liner; bevorzugt von ZSM und MfN) und eine Variante für fetthaltigen Inhalt (gelblichere Farbe; bevorzugt vom FIS).

Langjährige Beobachtungen am FIS und am MfN weisen nicht darauf hin, dass Twist-Off-Gläser schneller oder intensiver korrodieren als Schliffstopfengläser. Die Anmerkungen von Meier und Wechsler (2011, S. 91), Twist-Off-Gläser „bestehen aus billigem Natron-Sodaglas und haben eine hohe Korrosion“, sie sind „als Dauerlösung [...] nicht zu verantworten“ sind nicht nachvollziehbar.

Neuerdings plant VITRO LASER SOLUTIONS, Twist-Off-Gläser aus Borosilikatglas anzubieten; Erfahrungen liegen noch nicht vor. Das Problem mit den alternden Linern werden voraussichtlich auch die von dieser Firma angedachten Edelstahl-Deckel nicht lösen können, es sei denn man ersetzt den handelsüblichen Liner durch auswechselbare Teflon-Liner (s. oben).

- **Teflonliner** erscheinen für Twist-Off-Gläser bedingt geeignet, da Teflon ein Kaltfließverhalten zeigt; d. h. das Material verformt sich unter Druck und „fließt“ an der Auflage des Deckels auf dem Glas weg. Die drei schweizerischen Naturkundemuseen Basel, Bern und Zürich haben jedoch seit ca. 17 Jahren gute Erfahrungen mit 0,2 mm dünnen Teflonlinern gemacht, die zusammen mit den Twist-Off-Deckeln nur nach mehrmaligem Öffnen und Schließen des Glases ausgetauscht werden müssen (Martin Troxler, Bern).
- **Silikonliner** sind für Twist-Off-Gläser mit Präparaten in Ethanol ungeeignet, da Silikon aufquillt und sich zersetzt.
- **Silikonkleber** sind ungeeignet zur Versiegelung von Gläsern mit Präparaten in Ethanol.
- EDWARDS Silikonfett für Exsikkatoren (in den 1970er Jahre eingesetzt) ist ungeeignet für Schliffstopfengläser, da es im Laufe der Zeit aushärtet.
- **Wachs-basierte Siegel** wie z. B. Picein-Wachs- und Bienenwachs-Kolophonium-Gemische sind besser geeignet zur Versiegelung von Gläsern mit Präparaten in Ethanol (Anders-Grünwald & Wechsler 2000). Andries van Dam empfiehlt besonders mikrokristallines Wachs (PARAMELT DEUTSCHLAND).
- „**Paraffin weich weiß**“ (BDH, # 294424B), wird empfohlen, um Schliffstopfengläser zu schmieren und die Ethanolverdunstung herabzusetzen. Das ZSM verwendet „**Alsirol-Schliffett**“, ein lebensmittelechtes Hahnfett ohne Silikon.
- Schliffstopfengläser lassen sich mit **Vaseline** abdichten, indem man den Glasdeckel im Ofen auf ca. 90°C erwärmt, sodass sich die Luft im Glas ausdehnt und die Vaseline schmilzt. Bei der Abkühlung verschließt sich das Glas durch den entstehenden Unterdruck. Starke Temperaturschwankungen sollten vermieden werden. Man öffnet solche Gläser, indem man sie kopfüber in warmes Wasser hält und dabei den Deckel festhält. Nach 2-3 Minuten lässt sich der Deckel öffnen (Anders-Grünwald & Wechsler 2000).

Inwieweit das zuvor geschilderte Verfahren in umfangreichen Forschungssammlungen anwendbar ist, muss individuell entschieden werden. Der Zeitaufwand pro Glas ist nicht unerheblich, die Sammlungsgläser müssen immer wieder für Gastwissenschaftler geöffnet werden, nicht alle Präparate können problemlos auf den Kopf gestellt werden beim Öffnen des Glases, die Vaseline löst sich zumindest teilweise in Ethanol und die Temperaturschwankungen sind in vielen Sammlungen nicht unerheblich. Vaseline soll zudem bei Kontakt mit Ethanol aufquellen und sich weißlich verfärben (ZSM). Es bleibt also offen, ob diese Verschlussweise tatsächlich die Erwartungen erfüllen kann, die auch neuerdings wieder geweckt werden (Meier & Wechsler 2011).

- Die Deckel der dänischen **GRATHWOL-Gläser** mit Volumina >100 ml werden in mit MEK vergälltem aber anscheinend nicht in reinem Ethanol innerhalb mehrerer Jahre brüchig, vor allem die Deckel aus den 1970er Jahren. Heute soll die Deckelqualität (LD-Polyethylen) bei verschiedenen Glasgrößen besser sein, allerdings sollte man naturfarbene Deckel nehmen, da Farbstoffe den Weichmacher aus dem Material treiben. Die GRATHWOL-Gläser mit 72 ml Volumen sollen aufgrund der besseren Deckelkonstruktion länger halten, können aber nur bei Abnahme von ≥ 50.000 Stück neu produziert werden. Besonders favorisiert werden die Gläser im FIS.

- In mit MEK vergällten Wasser/Ethanol-Gemischen zeigen unter den **Kunststoffgefäßen** PVC-Deckel mit Polyethylen-Linern bereits nach 3 Jahren Risse und werden starr. Plexiglas (= Acrylglas) wird innerhalb mehrerer Jahre weich. Polypropylen-Gefäße weisen immerhin eine Haltbarkeit von ~10 Jahren auf. Polyethylen-Gefäße sollen laut Hersteller bei Raumtemperatur 25 Jahre halten; Polyethylen stellt unter den Kunststoffen anscheinend das dauerhafteste Material für Sammlungsgefäße mit Ethanol/Wasser-Gemisch dar. Selbst neuere, umfassende Darstellungen zur Alterung von Kunststoffen machen nur sehr allgemeine Angaben zur Beständigkeit von Kunststoffen gegenüber Ethanol und anderen Chemikalien wie „sehr beständig“, „bedingt beständig“ und „nicht beständig“ (Ehrenstein & Pongratz 2007). Diese Situation ist nicht so verwunderlich, weil Zusatzstoffe wie UV-Inhibitoren, Farbstoffe und Weichmacher die Alterung von Kunststoffen stark beeinflussen. Die Alterung von Kunststoffen beginnt streng genommen bereits bei der Herstellung. Auf jeden Fall besser geeignet für die Langzeitaufbewahrung von Proben sind Glasgefäße. Kunststoffgefäße jeder Art sind nur zur vorübergehenden Unterbringung von Präparaten z. B. bei Expeditionen sinnvoll.
- Als Notmaßnahme können Gläser auch mit **Parafilm / Nescofilm** umwickelt werden. Um ein Glas erfolgreich zu dichten, müssen alle Kontaktflächen fett- und staubfrei sein.
- Für die nicht zu lange Lagerung kleinster Proben werden **NUNC-Cryoröhrchen** aus Polypropylen empfohlen (Neumann 2010), für die der Hersteller eine Garantie über ihre Chemikalienbeständigkeit gibt (Lagerröhrchen NUNC-Artikel 264300).
- Eine Temperaturänderung von 10°C im Sammlungssaal führt bei 70%igem Ethanol zu einer Volumenänderung von z. B. 95 ml auf 96 ml. Hierdurch steigt auch der Druck im Sammlungsglas an und kann bei ungenügendem Luftraum das Glas sprengen.
- Als Sicherheitsmaßnahme gegen das vollständige **Austrocknen** von Sammlungsgefäßen wird eine Mindestglasgröße von 200 ml vorgeschlagen. Die Erfahrung zeigt, dass die Nasssammlungen nicht immer regelmäßig mindestens einmal jährlich kontrolliert werden. Das größere Volumen an Konservierungsmedium (200 ml gegenüber 50 ml oder 100 ml) bietet eine einfache Sicherheitsmarge bei unzureichenden Kontrollen und in kurzer Zeit undicht werdenden Deckeln, sei es durch Durchrosten (Twist-Off-Gläser) oder durch stärkere Temperaturänderungen im Sammlungsraum (Schliffstopfen-Gläser).
- **Präparateröhrchen** in Gefäßen gibt es als Sonderanfertigung auch aus Borosilikatglas. Optimal sind Flachbodengläser, da man hier nach dem Röhrchen-in-Röhrchen-Prinzip im inneren Röhrchen das Präparat aufbewahren kann, das außen vom Etikett umwickelt und nicht beschädigt wird. Ein Zettelchen mit der Katalognummer lässt sich am Flachboden des äußeren Röhrchens mit einem Wattestopfen festklemmen und ist gut erkennbar, wenn man von oben ins das Glas schaut.
Wichtig ist der Verschluss mit einem Wattestopfen, der eventuell mit Japanpapier (PAPER NAO, z. B. Stärke *RK 15*) zu umwickeln ist, damit beborstete Präparate sich nicht in der Watte verfangen. Die *Augenwatte* der Firma KERMA weist als einzige Watte in Deutschland keinerlei chemische Zusatzstoffe auf und ist damit zumindest für Typuspräparate das Material der Wahl. Diese Watte wird auch für die Reinigung von Optikoberflächen benutzt, Firmenbroschüren von CARL ZEISS MICROIMAGING (Zölfel 2005, 2011) dienen als Anregung für den Einsatz dieser Watte in Nasssammlungen.
Alte Korkstopfen sind unbedingt zu ersetzen, da sich Kork zersetzt, und die Ligninsäure die Präparate angreift.
Durchstoßene Nylondeckel (Druckausgleich!) werden in verschiedenen Museen seit 1991 verwendet; die langfristige Haltbarkeit ist unbekannt (s. Diskussion zuvor).
Präparateröhrchen sind möglichst kopfüber in den Gefäßen zu lagern, damit Ethanolkonzentration und -pegel bei zunehmender Verdunstung des umgebenden Alkohols erhalten bleiben.
- **Edelstahlbehälter für die Lagerung von Großpräparaten.** Aus Sicherheitsgründen empfiehlt sich die Beschaffung von Edelstahlbehältern aus V2A, CrNi-Stahl 18/10 bzw. Werkstoff-Nr. 1.4301 mit dichtem Verschlussdeckel für die dauerhafte, mobile und stationäre Unterbringung von größeren, alkoholkonservierten Präparaten. Nachteilig ist das Fehlen direkter Sichtkontrolle der Präparate sowie die aus Ersparnisgründen oft notwendige Kombination von mehreren Präparaten in einem Behälter. Sorgfältige Kennzeichnung mit unverwechselbaren, dauerhaften Anhängetiketten und regelmäßige Kontrolle von Alkoholgehalt und Zustand der Präparate sind unbedingt notwendig.

Für die Fischsammlung am MfN ist 2006 bereits ein solcher Behälter von 2,0 m x 0,5 m x 0,5 m und 500 l maximalem Inhalt zu Testzwecken mit einer Fachfirma (ABS STORKOW) durchkonstruiert und beschafft worden und seit dieser Zeit ohne Probleme im Einsatz. Dieser Behälter ist aufgrund des separaten Rahmen-Untergestells verfahrbar, mit groß dimensionierten Rollen versehen, stellt sicher aber von der Manövrierfähigkeit und Punktbelastung des Bodens her bereits die Grenze eines normalerweise im Gebäude von Hand in befülltem Zustand manövrierfähigen Behälters dar. Behälter, Deckel und Untergestell sind geschweißt, die Nähte geschliffen und poliert. Der Deckel umfasst den oberen Rand des Behälters aus Vierkant-Rohr eng außen und mit einer inneren Abtropfkante, die eine ständige Beaufschlagung der nicht sicher langzeitbeständigen Kunststoffdichtung durch Flüssigkeitsspritzer und am Deckel bei eventuell auftretenden Temperaturwechseln kondensierende Ethanollösung mindert. Der Deckel ist mit angeschweißten Handgriffen versehen und mit sechs Spannschlössern dichtgesetzt. Als chemisch verhältnismäßig dauerhaftes Dichtungsmaterial kommt Neopren in Frage, das jedoch mechanisch nicht sehr widerstandsfähig ist. In dieser Hinsicht hat sich das chemisch sehr beständige Fluorelastomer „Viton“ von DUPONT bisher bewährt. Behälter und Deckel sind stationär mit angeschraubter Potentialausgleichsleitung an die Erdung angeschlossen und der Behälter zum Ablassen und zur Befüllung mit zwei Ablauf- bzw. Zulauf-Kugelventilen (1-Zoll) versehen.

Will man die Behälter vielseitiger einsetzen, z. B. auch einmal für die befristete Aufbewahrung von Expeditionsmaterial in einer Meerwasser-Formalinlösung, empfiehlt sich, auf den gegenüber Chlorverbindungen korrosionsbeständigeren V4A, Nr. 1.4401 (Chrom-Nickel-Molybdän 17-12-2) überzugehen. Für stationäre Anwendung kann man auf das Untergestell verzichten bzw. zur Vereinfachung können die Rollenträger auch direkt an den Boden des Behälters angeschweißt werden. Die Blechstärke und Anordnung von Verstärkungen ist je nach Statik und Fassungsvermögen zu bemessen. Erfahrungsgemäß ist die Anfertigung sauberer, korrosionsbeständiger Schweißnähte ohne Lunkerstellen bei Edelstählen nicht ganz einfach, und der Hersteller sollte entsprechende Expertise nachweisen können, weil es sicher keine Freude macht, überraschend ein paar hundert Liter Ethanol im Raum schwappen zu haben.

Da bei Öffnung solcher Behälter, der Entnahme und Zugabe von Material erhebliche Flüssigkeitsoberflächen exponiert und größere Ethanolgasmengen frei werden können, muss auch sehr sorgfältig auf den Explosionsschutz der unmittelbaren Umgebung geachtet werden (Materialien, Geräte, Absaugung). Sehr große Behälter sollten direkt mit veränderbaren Unterteilungen oder Einhängenvorrichtungen für Exemplare und Netzbeutel für kleinere Exemplare versehen werden.

Ähnlich dimensionierte, aber aus Kostenersparnis etwas vereinfachte Behälter (ohne separates Untergestell – mit direkt angeschweißten Rollenfüßen) sowie größere, rein stationäre Behälter (2,85 m x 1,0 m x 1,0 m) sind im Bauprojekt Ostflügel des MfN im Jahr 2008 mit etwa 3.800,- € bzw. 5.800,- € pro Stück veranschlagt worden. Der Preis von Edelstahl hat sich in den letzten Jahren jedoch dramatisch nach oben entwickelt.

- **Prioritäten MfN.** Das am MfN durchgeführte Profiling zeigte, dass eine enorme Menge an kleineren Schliffstopfengläsern undicht war. Aufgrund der vorhandenen begrenzten Mittel hat das Museum zunächst einmal nur das Typenmaterial und das Material ausgestorbener Arten der Nasssammlungen in Borosilikatgläser überführt und kleinvolumige, undichte Schliffstopfengläser und Kunststoffgefäße durch die erheblich preiswerteren Twist-Off-Gläser ersetzt. Dieses Vorgehen minderte zumindest die osmotischen Schwankungen aufgrund des verdunstenden und wieder nachgefüllten Alkohols und führt auf viele Jahre hinaus zu einem geringeren Wartungsaufwand.

Das im Profiling identifizierte Hauptproblem „undichte Sammlungsgefäße“ haben wir mithilfe von Studierenden teilweise gelöst, indem wir Präparate aus undichten Natron-Kalk-Schliffstopfengläsern in Twist-Off- und Borosilikat-Schliffstopfen-Gläser überführten (Tab. 2). Kleine Präparate schützen wir in Kalk-Natron-Gläsern vor der Verwitterungsschicht dieser Gläser durch Borosilikat-Röhrchen mit Augenwatte-Stopfen (Tab. 2). Besonders zeitaufwendig waren das Schreiben neuer Etiketten (falls das alte Sammlungsglas nur ein Außenetikett trug) oder das Überführen von Präparaten in neue Borosilikat-Glasröhrchen und dann in neue Gläser (Tab. 2).

Tab. 2. Umsetzungsarbeiten 2009 bis 2011 (ca. 14.200 Arbeitsstunden).

Sammlung	# bearbeitete Gläser	# neue Etiketten	# ausgetauschte Röhrchen
Sektion Invertebraten			
Chelicerata	1.652	1.652	7.158
Crustacea	6.850	2.036	2.147
Marine Invertebrata	2.106	1.990	436
Mollusca	3.588	650	392
„Vermes“	5.566	0	1.684
Sektion Entomologie			
Coleoptera	1.030	292	4.220
Diptera	884	884	299
Hemimetabola	3.798	3.449	1.523
Hymenoptera	2.789	0	59
Lepidoptera	879	135	669
Neuropterida	3.892	602	2.074
Sektion Vertebraten			
Embryologie	3.264	3.264	0
Herpetologie	6.207	3.967	0
Mammalia	3.726	2.723	0
„Pisces“	3.370	2.640	0
Summe	49.607	23.908	20.661

4. Papierqualität

- Für die Papierherstellung stehen über 2.500 Chemikalien zur Verfügung, von denen in einem Papier nur eine begrenzte Anzahl eingesetzt wird. Moderne Industripapiere bestehen aus 16-35 verschiedenen Chemikalien, von denen man nicht weiß, wie sie mit den Nasspräparaten reagieren. Schon aus diesem Grunde sind ausschließlich archivbeständige Papiere für neue Etiketten zu verwenden. Öle und Fette aus Tierpräparaten oxidieren in Gegenwart von Sauerstoff und lassen das Etikettenpapier nachdunkeln und brüchig werden. Dies gilt insbesondere für Etiketten, die trocken im Archiv gelagert werden und noch Reste der Öle und Fette aus den Präparaten enthalten.
- In Nordamerika werden *Goatskin parchment* (WIGGINS) und *Resistall*-Papier (PRESERVATION EQUIPMENT LTD.) viel verwendet. Allerdings säuert letzteres innerhalb von Tagen die Konservierungsflüssigkeit an und ist damit für Nasssammlungen ungeeignet.
- **Transparentpapier** besteht aus hoch gemahlene Zellstofffasern, wird chemisch fettdicht und nassfest gemacht und ist knickfest. Beim Bedrucken benötigt das Papier eine längere Trocknungszeit. Glattes Transparentpapier 110 g / m² z. B. *Claque Satin* (Referenznummer 17-120) von CANSON bietet den Vorteil, dass alkohol- und wasserfeste Pigmenttusche (Artikelnummer HP29) aus HP Desk Jet 600-Druckern in das Papier einzieht und weitgehend abriebfest ist (verwendet an der ZSM seit Mitte/Ende der 1990er).
Das Transparentpapier verschiedener Firmen enthält auch Kunststofffasern.
- **Kopierpapier** weist sehr unterschiedliche Qualitäten auf. Billige Papiere haben einen höheren Füllstoffanteil und kürzere Faserlängen, Leime und Füllstoffe können sich im Ethanol lösen. Die **DIN 6738** legt die Lebensdauerklassen von Papier fest, von „alterungsbeständig, höchste Anforderungen“ (LDK 24-85), über „Lebensdauer von einigen 100 Jahren“ (LDK 12-80), „Lebensdauer von mindestens 100 Jahren“ (LDK 6-70) bis zu „Lebensdauer von mindestens 50 Jahren“ (LDK 6-40). Diese DIN 6738 ist nicht zu verwechseln mit der DIN 9706 für tatsächlich archivbeständige Papiere!

- **Archivbeständiges Papier nach DIN ISO 9706** besteht zu 100% aus gebleichter Zellulose, weist keine Recyclingfasern, keine verholzten Fasern und keine optische Aufheller auf, ist ligninfrei und wird mit CaCO_3 (nicht Natriumbicarbonat wie Meier und Wechsler (2011) behaupten) auf einen pH-Wert von 8-9,5 gepuffert. Es ist. Im MfN wird seit kurzem das *Museumspapier naturweiß* von KLUG-CONSERVATION für neue Etiketten eingesetzt.

Alternativ kann für Etiketten auch Papier verwendet werden, das zumindest den **PAT-Test** bestanden hat (PAT = Photo-Activity-Test); dieses Papier wird z. B. zur Archivierung von Negativen verwendet. Es unterscheidet sich von Papier nach DIN ISO 9706 dadurch, dass es zwar säurefrei (pH = 7) aber ungepuffert ist.

5. Beschriften und Bedrucken von Papier

- Außenetiketten auf Sammlungsgefäßen leiden durch wiederholtes in-die-Hand-nehmen (Körperfett, mechanische Einwirkung) und sollten möglichst durch Innenetiketten ersetzt und archiviert werden. Manche historische Etikett-Glas-Präparat-Ensembles mögen eine Ausnahme darstellen.
- Zusätzlich zu den Innenetiketten mit den Sammlungsdaten sollte je ein mit Bleistift und EDDING 1800 *profipen* handgeschriebenes Etikett mit der Katalognummer in das Sammlungsglas gelegt werden. Alle Informationen sollten unkodiert, also ausgeschrieben auf den Etiketten stehen. Schriftarten ohne Serifen sind leichter lesbar als solche mit.
- Schrift mit modernen **Bleistiften** (Hi-Polymerminen) lässt sich oft leicht vom Papier abrubbeln aufgrund der geänderten Zusammensetzung der Bleistiftminen. Nur reine Graphitminen z. B. von KOH-I-NOOR, SCHWAN-STABILO und FABER-CASTELL mit nicht zu weichem Härtegrad erlauben dauerhafte Etikettenbeschriftung.
- „**Alkoholfeste**“ Stifte wie Lab-Marker Marker II Secureline, ... sollten vor der Nutzung getestet werden, manchmal reagieren einzelne Farben derselben Modellbezeichnung unterschiedlich. Gute Erfahrungen liegen vor für den EDDING 1800 *profipen*, der nach 3 Minuten ausreichend getrocknet ist für die Überführung ins Sammlungsglas.
- Die ZSM verwendet seit Mitte/Ende der 1990er den **HP Desk Jet 600-Tintenstrahldrucker** mit Transparentpapier (s. o.). Die Tinte zieht teilweise in das Papier ein und ist weitgehend abriebfest. Ein Heizdraht kocht hierbei die Tinte explosionsartig zu kleinen Blasen auf. Allerdings muss die Tinte einen Tag lang (!) trocknen, beim Blattauswurf kann der Druck verschmieren, die Drucker werden nicht mehr produziert, ihre Wartung und Reparatur sind langfristig unsicher. Nichtsdestotrotz sind HP Desk Jet 600-Drucker (noch) eine preiswerte Alternative, die keine teuren Spezialdrucker erfordert.
Möglicherweise stellen die Drucker CANON *Pixma MP550*, *MP560* und *MP640* mit Patronen „PIG.XXX“, die mit Pigmenttinte gefüllt sind, und EPSON *Stylus DX4000* mit *DURABrite™ Ultra* Tinte gegenwärtig verfügbare alternative Tintenstrahlsysteme dar. Der EPSON-Drucker wird am BMNH seit 2004 als Standardverfahren für die Bedruckung von „Resistall“-Papier (aber vgl. Diskussion oben) verwendet.
- Das FIS setzt **Tintenstrahldrucker HP Deskjet 6122** mit Tinte HP *51645 AE* und alternativ Laserdrucker HP *Laserjet* der Serien *4000*, *5000*, *6000* und *8000* für den Etikettendruck ein. Zumindest bei dem Modell der 4er Serie muss die Fixiereinheit eingeschaltet sein. Die Haltbarkeit tintenstrahlbedruckter Etiketten liegt bei ≥ 15 Jahren.
- Der Toner aus einem Laserdrucker hält auf rauherem Papier besser als auf glattem. Laserbedruckte Etiketten bleichen im Licht oder in Ethanol $\leq 50\%$ aus. Das MfN erhitzt seine Etiketten nach dem Bedrucken mithilfe eines Bügeleisens (Stufe 1), so dass sich Toner und Papier besser miteinander verbinden. Bei höheren Temperaturen schmilzt der Toner und klebt am Bügeleisen anstatt am Papier. Alternativ können die bedruckten Etiketten in einem Wärmeofen behandelt werden.

6. Alternative Beschriftungstechniken

- In den Museen in Tervuren und Paris werden Katalognummern als Sicherungsmaßnahme in Papier **gestanzt**, sind jedoch aufgrund ihrer unscharfen Schrift nicht leicht lesbar. Versuche der Firma NOCH,

die Papieroberfläche schlicht weg zu lasern, ergeben in trockenem Zustand aufgrund der leichten Braunfärbung an den Rändern der Buchstaben lesbare Etiketten, die jedoch in Ethanol nicht mehr zu erkennen sind, zumal unter unzureichenden Lichtbedingungen, wie sie in Sammlungen oft vorherrschen. Erst in 2-3 mm dicker Pappe bleibt die Schrift auch im Alkohol lesbar. In weiteren Versuchen wurde die Schrift durch das Papier durchgelasert, die Buchstaben also quasi „ausgestanzt“, und dies mit recht gutem Ergebnis. Erste Versuche von R. Fuchs zur Laserbrennbeschriftung zeigen vielversprechende Ergebnisse bezüglich einfacher Anwendung und Dauerhaftigkeit.

- **Thermo(transfer)prints** auf Polyester-basiertem Tag-Papier werden als mögliche Alternative zu Tintenstrahl- und Laserdrucken diskutiert. Diese „Papiere“, z. B. *Tyvek*, bestehen aus verschmolzenen, ungerichteten Polyesterfasern mit einer Faserlänge von 0,5-10 µm. Sie sind wasserfest, ethanol- und UV-beständig (Zeitraum?) und pH-neutral. Auf das Kunststoff“papier“ wird ein Wachs-Tinte-Gemisch aufgeschmolzen. In Nordamerika sind als Drucker eingesetzt DATAMAX *I-class* Drucker *I-4206* und *I-4208* (2-3.000,- €) (<http://www.datamaxcorp.com/>). Ältere Etiketten verloren ihre Buchstaben allerdings nach 15 Jahren.

Informationen über Tag-Papier liefert <http://www.alphasystemsva.com>.

- **Etiketten im Feld.** Im Feld gesammelte Fische erhalten Fundortdaten z. B. über FLOY TAG, (<http://www.floytag.com>) bedruckte Polyolefin-Schläuche aus Polyester oder Polypropylen die von einem durchsichtigen Polyolefin-Schlauch ummantelt sind (Shrink-Lock™) oder alternativ einem Polyvinyl-Schlauch. Sie werden mit einem Schussapparat im Präparat befestigt oder aber als Streamer Tags mit Nadeln. Allerdings entfärben sich die Tags teilweise in Ethanol, und die Schrumpfschläuche können abfallen, wenn die Weichmacher herausgelöst sind.

Ähnlich funktioniert der HALLPRINT *Fish Tag* (<http://www.hallprint.com>), dessen Schläuche und Nummern-Tags aus Low Density Polyethylen bestehen, der verankernde T-bar und das Filament jedoch aus Polypropylen. Diese Tags entfärben bislang nicht im Alkohol, allerdings rosten die Nadeln in Formalin, wenn der pH-Wert unter 7 liegt.

Die T-bars und Filamente der DYMO Tags bestehen vermutlich aus Polypropylen. Ein Applikator schießt einen T-bar durch Tag und Präparat. Die geprägten Etiketten sind nach 5-10 Jahren im Ethanol entfärbt. Die starren und scharfkantigen Tags können empfindliche Präparate beschädigen, der Applikator ist für kleine Individuen wenig geeignet.

Für alle Tags empfiehlt die ZSM, sie im Museum baldmöglichst durch bedruckte Transparentpapieretiketten zu ersetzen, z. B. als Kiemenzettel.

- **Laserbeschriftung von Sammlungsgläsern.** Um das Papier- und Beschriftungsproblem dauerhaft zu lösen, wurde vorgeschlagen, die Sammlungsgläser selbst mithilfe eines Lasers zu beschriften. Oberflächen von Gefäßen lassen sich mit einem CO₂-Laser beschriften, allerdings verdampft dabei die Oberfläche nicht sondern platzt in kleinen Splittern ab, die zu entfernen sind. Es entsteht keine leicht lesbare Schrift. Die Beschriftungsbreite beträgt maximal 1/3 des Glasdurchmessers. Tests ergaben ab einem Glasdurchmesser von 8 cm einigermaßen akzeptable Beschriftungsergebnisse.

Es muss sich zeigen, ob Beschriftungslaser klein (z. B. von der Firma ACI 105 cm x 76 cm x 105 cm) und leicht (ca. 145 kg) genug sind, um sie nahe der Sammlungen aufstellen zu können. Die Anschaffungskosten liegen jedenfalls im fünfstelligen Bereich. Nach etwa 5.000 Stunden Nutzungsdauer muss der Laserkopf für etwa 5.000,- € ersetzt werden. Es bleibt auch fraglich, ob diese Methode für Forschungssammlungen sinnvoll ist, in denen die Präparate im Lauf der Zeit immer wieder neu untersucht und umbestimmt werden. Die zahlreichen wissenschaftlichen Bestimmungsetiketten in vielen Sammlungsgläsern lassen vermuten, dass die Sammlungsgläser bald über und über mit Laserschrift übersät sein würden. Fällt ein Glas auf den Boden, bleibt fraglich, ob dies das „Laseretikett“ unbeschadet übersteht.

Alternativ würde es eventuell ausreichen, die Katalognummer mit einem Diamantschreiber in ein Sammlungsglas einzuritzen oder in eine kleine Glasplatte, die ins Sammlungsglas gelegt wird, denn diese Nummer ändert sich seltener als der Name. Neuerdings bietet VITRO LASER SOLUTIONS UG „Markierungstaler“ (Ø 4 cm x Dicke 4 mm) aus Borosilikatglas an, die mit einer Laser-Innengravur versehen werden können.

- **Transponder.** Passive Transponder werden z. B. eingesetzt zur Identifizierung von Haus- und Wildtieren, indem den Tieren ein Transponder unter die Haut injiziert wird (Hamed et al. 2008; Roussel et al. 2000). Vorschläge, individuelle Wirbeltiere in den Nasssammlungen mit je einem Transponder auszustatten, um jedes Tier eindeutig identifizieren zu können, haben uns veranlasst, hier Recherchen anzustellen. Ein passiver Transponder (z. B. Firmen VIRBAC, EURO I.D.) ist ab ca. 1 cm lang bei einem Durchmesser ab ca. 2 mm, kann mit Kalk-Natron-Glas oder Kunststoff (= „Bioglas“) überzogen sein. Die Herstellerangaben zur Lebensdauer liegen bei 10-40 Jahren in lebenden Tieren und die Kosten bei etwa 5,- € pro Stück. Da die Transpondertechnologie erst seit wenigen Jahrzehnten angewendet wird, fehlen noch Langzeiterfahrungen zu der Lebensdauer von Transpondern und Lesegeräten. Zwei Transponder in einem Sammlungsglas müssen laut Herstellerangaben mindestens 5 cm voneinander entfernt liegen, um sicher zu sein, dass sie getrennt voneinander ausgelesen werden können. Der maximale Abstand zwischen Lesegerät und Transponder liegt im Zentimeterbereich. Über die Lebensdauer von Lesegeräten ist uns nichts bekannt. Voraussetzung für die Nutzung von Transpondern ist, dass Sammlungsdaten in einer Datenbank vorliegen, um sie der Identifizierungsnummer des Transponders zuordnen zu können.

Angesichts der vermutlich eingeschränkten Lebensdauer von Transpondern (und Lesegeräten?) und umständlichen Handhabung wird die Anwendung in Nasssammlungen wohl auf Ausnahmen beschränkt bleiben.

7. Ablösen und weiteres Procedere von Etiketten

- Handschriftliche Etiketten stellen oft wertvolle Dokumente dar, indem sie Hinweise auf die bearbeitende Person und den Bearbeitungszeitraum geben. In jedem Fall sind sie Unikate.
- **Ablösen & weiteres Procedere bei Außenetiketten.** Vor dem Ablösen sollten die Beschriftung und der Etikettenkleber auf ihre Löslichkeit in Wasser und Alkohol mithilfe eines Wattestäbchens überprüft werden. Etiketten lassen sich von Gläsern erfahrungsgemäß gut mittels einer Löschkartonkompressse (eine darüberliegende *Mylar*-Folie verhindert ein Austrocknen der Kompressse) ablösen oder aber in warmem Wasser einweichen und abnehmen. Etiketten mit wasserlöslicher Beschriftung werden mit Alkohol gelöst, nachdem das Präparateglas mit 60° C warmem Wasser gefüllt worden ist. Im Wasserbad werden Etiketten optimal nur mithilfe eines *Hollytex*-Kunststoffvlieses gehandelt. Mithilfe von Augenwatte-Bällchen lassen sich Kleberreste vorsichtig abtupfen. Die Trocknung erfolgt zwischen zwei Löschkartonplatten, die mit einer beschichteten Spanplatte und etwa 5 kg Gewichten (z. B. Kunststoff-ummantelte Hantelscheiben) beschwert werden. Trockene Etiketten werden mit *Bookkeeper*-Lösung sprühentsäuert. Man kann auch Etiketten sammeln und der Massenentsäuerung zuführen. In Deutschland bieten PRESERVATION ACADEMY GMBH (PAL), Leipzig und das ZENTRUM FÜR BUCHERHALTUNG GMBH (ZFB), Leipzig, eine Massenentsäuerung an. Man sollte sich unbedingt von den Firmen vorab beraten lassen, um keine Überraschungen bei den Etiketten zu erleben! Eingerissene oder zerrissene Etiketten lassen sich auf Japanpapier (PAPER NAO, z. B. Papierstärke *RK 17*) mit Weizenstärkekleister oder dem wasser- und alkohollöslichen, archivbeständigen Kleber *Kluce1 G* (Hydroxypropylcellulose) aufkleben und stabilisieren.
- **Stabilisierung von Innenetiketten.** Der Vorschlag, Etiketten mit Gummi arabicum zu stabilisieren, wird kontrovers diskutiert, weil die Substanz wasserlöslich ist und vermutlich in 70% Ethanol in das Medium diffundiert und weil der pH-Wert bei 4 liegt. GUTENBERG könnte einen neutralen Kleber zur Verfügung stellen. Eine bessere Alternative stellt möglicherweise die Beschichtung mit **Glyceringelatine** dar, die sich nicht in Ethanol löst und traditionell zum Festkleben von Invertebraten an Glasscheiben in Schaupräparaten verwendet wird, jedoch bei Bedarf über eine Wärmebehandlung wieder entfernbare ist. Glyceringelatine ist ebenfalls archivbeständig und lässt sich nutzen, um fragile Etiketten auf Japanpapier aufzuziehen, ohne dass sich die Verbindung im Alkohol-Wasser-Gemisch wieder löst.
- **Aufbewahrung.** Der Vorschlag, Etiketten in Ethanol dort auch langfristig zu belassen anstatt sie trocken aufzubewahren, wird kontrovers diskutiert. Alle Hüllmaterialien für die trockene Aufbewahrung von Etiketten müssen archivbeständig nach DIN ISO 9706 sein bzw. bei den Kunststoffhüllen den

Photo-Activity-Test (PAT) bestanden haben! Trockene historische Etiketten lassen sich entweder (1) individuell in einem **4-Klappen-Papierumschlag** und in **Archivkassetten** aufbewahrt werden. So lassen sich Etiketten aus umfangreicheren Sammlungen nach und nach in das Archiv einfügen und nach Katalognummern sortieren. Der Zugang ist hier allerdings etwas umständlich, weil für jedes einzelne Etikett der jeweilige 4-Klappen-Umschlag geöffnet werden muss. Oder aber jedes Etikett wird (2) in **Secol-Dia-** oder **Negativ-Hüllen** und in **Archivkassetten mit Ringheftung** gelagert. *Secol*-Hüllen aus Polyester sind frei von Säuren und Weichmachern. Der Vorteil liegt in der leichten Zugänglichkeit für Gastwissenschaftler, die die Etiketten lesen können, ohne sie anfassen zu müssen. Nachteilig kann sich eine hohe lokale Feuchtigkeit auswirken, weil dann die Etiketten mit der Folie verkleben können. Außerdem müssen die Etiketten von Anfang an in der richtigen Reihenfolge einsortiert werden, wenn man späteres Umsortieren vermeiden möchte.

Pergamin-Hüllen, ebenfalls aus der Negativarchivierung bekannt, sind undurchsichtig, lassen sich jedoch bei hoher lokaler Feuchtigkeit wieder vom Etikett lösen.

Briefmarkenalben gibt es aus Karton mit *Mylar*-Streifen zum Halten der Etiketten. Allerdings setzt sich der ungepufferte Karton aus α -Cellulose und Altpapier zusammen und ist somit nicht archivsicher.

Als Staubschutz bieten sich Aufbewahrungsboxen und Archivkassetten aus Archivkarton an, erhältlich z. B. von der deutschen Firma KLUG-CONSERVATION.

- **Digitale Dokumentation.** Ergänzend zur Archivierung der historischen Etiketten erscheint es sinnvoll, diese auch digital zu fotografieren (mindestens 8 MP-Kamera) und entweder in der Sammlungsdatenbank mit abzulegen oder auf ein neues Etikett mit den Sammlungsdaten zusätzlich mit auszudrucken und im Sammlungsglas zu hinterlegen. Problematisch wird dieses Procedere bei mehreren Etiketten in kleinen Sammlungsgläsern.

8. Präparaterestaurierung

Insbesondere Wirbeltierpräparate aus Forschungs- und Schausammlung sollten regelmäßig auf Schäden überprüft werden. Für Formalinpräparate schlägt das FIS 5-8 Jahre als „Wartungsintervall“ vor, für Alkoholpräparate 7-10 Jahre. Bearbeitete Sammlungsgläser erhalten eine runde „TÜV-Plakette“, die die verschiedenen Jahre farblich unterscheidet, wie ihn z. B. auch die Elektriker für die regelmäßigen Überprüfungen in öffentlichen Gebäuden vergeben. Sinnvoll ist auch eine Füllstandsmarkierung.

Im Einzelnen sollten Nasspräparate generell in 70%igem Ethanol aufbewahrt werden, weil die Anatomie und Histologie bei dieser Konzentration optimal erhalten bleiben. Beim Öffnen alter Sammlungsgläser sollte als erstes untersucht werden, ob die Konservierungsflüssigkeit aus Formalin oder Ethanol besteht, was geruchlich nicht immer leicht festzustellen und zudem gesundheitsschädlich ist. Der Test kann über die Schiff'sche Farbreaktion laufen oder über Formalin-Teststäbchen (z. B. Firma MORPHISTO: Dunkelviolett-färbung des Testfeldes bei Formalin; Teststäbchen auch bei verschiedenen Laborfirmen). Bei ersterem Test verteilt sich das Reagenz zunächst in der Konservierungsflüssigkeit und wird bei Formalinlösung schließlich farblos, während sich die rote Farbe im Ethanol gleichmäßig verteilt und intensiver wird; in Formalin bildet sich der Farbstoff Fuchsin zur farblosen fuchsin-schwefligen Säure zurück.

F. Bewertung des Projektes und Ausblick

Das KUR-Projekt **zeichnete sich** unter anderem dadurch **aus**, dass sich erstmalig am Museum für Naturkunde Berlin ein so umfangreiches Projekt dem Sammlungserhalt über einen vergleichsweise langen Projektzeitraum von 3,5 Jahren widmete, das Projekt zeitgleich zum Wiederaufbau des Ostflügels mit seiner spektakulären Außenwirkung stattfand, erstmalig technische und wissenschaftliche Mitarbeiter der zoologischen Sammlungen über einen längeren Zeitraum immer wieder zu einem Thema an einem Tisch zusammen kamen und Studierende in großem Stil bei Arbeiten des Sammlungserhaltes eingesetzt wurden. Natürlich **erwartete** Niemand, dass sich alle Probleme bezüglich Gläser, Etiketten und Sammlungsdatenerfassung auf einen Schlag lösen ließen. Im **Ergebnis** ist die verbesserte Sammlungsaufbewah-

rung jedoch flächendeckend in allen Nasssammlungen sichtbar und erstmals sind papierrestauratorische Aspekte mental bei den beteiligten Kollegen und praktisch in die Sammlung eingegangen. Als **Erkenntnis** nehmen wir unter anderem mit, dass nicht alle Anregungen (wie die Oberer-Gläser, Laseretiketten auf Glasplatten oder Gläsern, Transponder und Metalletiketten) uneingeschränkt praktikabel sind und das zu akzeptablen Kosten, dass erheblich mehr bislang nicht berücksichtigtes Expertenwissen erforderlich ist für neue Lösungen, dass es für verschiedene Sammlungen etwas unterschiedliche Lösungen geben kann, und dass Kompromisse nötig sind, um eine optimale Sammlungsunterbringung schrittweise zu erreichen.

Um die **zukünftige Forschung** zum Erhalt der Sammlungen des Museums mittel- und langfristig zu sichern, ist sicherlich eine Vollzeit-Koordinatorenstelle erforderlich. Ein erster Schritt in diese Richtung wurde bereits mit der Bereitstellung einer temporären Teilzeitstelle unternommen. Vermehrt muss das Museum Auftragsarbeiten an auswärtige Experten aus den Materialwissenschaften und der Papierrestaurierung vergeben. Es stellen sich etliche Forschungsfragen: Wie langzeitstabil sind modifizierte Typ2-Kalk-Natron-Gläser, diffundieren eventuell nach einer Zeit Na^+ -Ionen in die Konservierungsflüssigkeit nach? Stellen Orcomer-beschichtete Gläser eine Alternative dar? Welche Abbauprodukte von Präparaten entstehen in der Konservierungsflüssigkeit und wie reagieren sie vermutlich miteinander? In welchen Zeitspannen ändert sich der pH-Wert in der Konservierungslösung? In welchen Zeiträumen und auf welche Weise altert Etikettenpapier in Ethanollösungen? Wie sieht das optimale Etikettenpapier aus? Wie lassen sich Etiketten optimal beschriften (z. B. Offset-Druck, Plotter mit Graphitminen, Pigmenttusche & Eisengallustinte nach schwedischem Rezept; Stanzen oder Lasern von Katalognummern; Laserbrennbeschriftung)? In welchen Zeiträumen und mit welchen Nebenprodukten altern verschiedene Kunststoffe in Zusammenhang mit Formalin- und Ethanollösungen (Polyethylen, Polypropylen, PVC, Teflon, ...)?

Anhang I. Programm Workshops und Symposien 2008 – 2010

Nachfolgend ist das Programm zweier Workshops am 16.-17.6.2008 (*Kick-off-Workshop*) und am 28.1.2011 (*Workshop zum Zwischenstand*) sowie eines *Special Symposiums* am 21.2.2011 anlässlich der Jahrestagung der *Gesellschaft für biologische Systematik e. V.* aufgeführt.

Abkürzungen: BAM – Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung; FIS – Forschungsinstitut Senckenberg; MfN – Museum für Naturkunde Berlin; ZSM – Zoologische Staatssammlung München.

1. Kick-off-Workshop (16.-17.6.2008)

Establishment and public communication of a scientifically based collection management of natural history wet collections

Vorträge	Vortragende
The wet collections of the Museum of Natural History Berlin: Specific problems and the KUR project	B. Neuhaus, MfN
Specific problems in the wet collections and restauration project of the Research Institute Senckenberg	A. Allspach, FIS & M. Gudo, MORPHISTO
The specimen collection of the Berlin Museum of Medical History of the Charité	N. Widulin & T. Schnalke, Berlin Museum of Medical History of the Charité
Ethanol conservation: denaturing agents, changes in concentration and pH-value, dissolved substances from specimens	M. Kotrba, ZSM & Daniel Burckhardt, Natural History Museum Basel
Jars in wet collections: sealing ground-glass jars, liners for twist-off jars, tubes in glass jars	S. Moore, Museums & Archives Service, Winchester
Development of a new borosilicate specimen jar	C. Oberer, Liestal
Alcomon Indicator System (= Concentration Shift Indicator)	A. van Dam, Leiden University Medical Center
Effect of the denaturing agent MEK (methyl-ethyl ketone) on plastic vessels and lids	D. Neumann, ZSM
Inks and labels for fluid-preserved collections: Papers, laser vs inkjet printing, handwritten labels	S. Moore, Museums & Archives Service, Winchester
Consolidation of newly printed labels and conservation & storage of historical labels	M. Mentjes & I. Fries, Paper Conservators Berlin
Demonstration of measuring the ethanol concentration with a low-volume densitometer	M. Kotrba, ZSM
Reconstruction of the Eastern Wing of the MFN - Basics, state June 2008, and preview	P. Bartsch, MfN
Two <i>Smithsonian Collections Standards and Profiling Systems</i> . Results of the Profiling of wet collections of the Museum für Naturkunde in 1999 and suggested emendations	C. O. Coleman & B. Neuhaus, MfN

2. Workshop zum Zwischenstand (28. Januar 2011)

Etiketten in Nasssammlungen: Probleme und Lösungsansätze

Vorträge

Das KUR-Projekt am Museum für Naturkunde Berlin: Stand der Arbeiten, Probleme und Lösungsansätze

Restauratorische Anpassung der Bearbeitung von Trockenetiketten der Nasssammlungen des MfN und deren Archivierung

Restaurierung von Großpräparaten in der vergleichend-anatomischen Sammlung des Senckenberg Museums Frankfurt

Museumsgläser

Was bieten Alternativen zu Papieretiketten in Nasssammlungen?

Vergällungsmittel in Ethanol

Wenn's nass wird: Sammlungszettel in Wasser, Formalin, Alkoholreihen und im Sammlungsglas

Die Wissenschaft der Beschriftung – Eigenschaften von Bleistift, Druckerschwärze, Tinten, und Papier

Vortragende

B. Neuhaus, MfN

D. Schönbohm, Restaurierung für Grafik und Schriftgut, Berlin

M. Gudo, MORPHISTO & A. Allspach, FIS

R. Rudolf, Stölzle-Oberglas GmbH, Wien

M. Schuda, MfN

J. Riedel, BAM Berlin

D. Neumann, ZSM

R. Fuchs, Cologne Institute of Conservation Sciences

3. Special Symposium (21. February 2011)

Recent aspects in the collection management of natural history wet collections

Vorträge

The wet collections of the Museum of Natural History Berlin: specific problems and the KUR project

pH in ethanol preserved natural history collections - an intricate and problematic issue

Jars in wet collections

Labels in wet collections: what do alternatives to paper offer?

Considerations in the conservation of dry historic labels - adaptation of treatment procedures

Degradation of paper during natural aging

Vortragende

B. Neuhaus, MfN

M. Kotrba, ZSM

B. Neuhaus, MfN

M. Schuda, MfN

D. Schönbohm, Paper Restaurator, Berlin

A. Potthast, University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna

Anhang II. Links, Literatur und Bezugsquellen

Links:

Wichtige Links und Foren zu Konservierungsfragen rund um naturkundliche Sammlungen:

The Society for the Preservation of Natural History Collections: <http://www.spnhc.org/> (mit eigenen Publikationen, Newsletter, Kalender mit Aktivitäten, Links zu Firmen und Spezialisten, Ankündigung von Tagungen, ...).

Natural Sciences Collections Association: <http://natsca.info> (mit eigenen Publikationen, Newsletter, Seminaren, ...).

Diskussionsforum auf dem *Natural History Collections* Listserver: Anmeldung über den Link http://www.peabody.yale.edu/databases/db_nhcollfaqs.html.

Literatur:

Anders-Grünwald, K. & Wechsler, K. 2000. Verschiedene Methoden zum Verschließen von Naßpräparate-Gläsern. *Der Präparator* 46, 171-186.

Bartsch, P. 2007. Konservatorische Anforderungen der Zoologischen Flüssigkeits-Sammlungen des MfN: Klima und Lagerung. In: Olbrich, H. (Hrsg.), *Zucker-Museum 1904-2004*. Bd. 7. Universitätsverlag der TU Berlin, pp. 1168-1776.

Clark, P. A. 1995. Ground glass stoppered jars for fluid collections. In: Rose, C. L. & de Torres, A. R. (Hrsg.), *Storage of natural history collections: ideas and practical solutions*, 221-223. York Graphics, York (PA).

Ehrenstein, G. W. & Pongratz, S. 2007. Beständigkeit von Kunststoffen. Bd. 1 & 2, 1.351 pp. Carl Hanser Verlag, München.

Hamed, M. K., Ledford, D. P. & Laughlin, T. F. 2008. Monitoring non-breeding habitat activity by subterranean detection of ambystomatid salamanders with implanted passive integrated transponder (PIT) tags and a radio frequency identification (RFID) antenna system. *Herpetological Review* 39, 303-306.

Kotrba, M. & Golbig, K. 2009. A new approach to stabilize the pH in fluid-preserved natural history collections. *Collection Forum* 23, 18-22.

Kotrba, M. & Golbig, K. 2011. Effect of container glass quality on pH in natural history wet collections. *Collection Forum* 25, 129-135.

McGinley, R. 1989. Entomological collection management - are we really managing? *Insect Collection News* 2, 19-24.

Meier, C. & Wechsler, K. 2011. Nass-Sammlungen: gegenwärtiger Stand der Kenntnisse. *Der Präparator* 57, 88-95.

Neumann, D. 2010. Chapter 22. Preservation of freshwater fishes in the field. *ABC Taxa* 8, 587-632. http://www.abctaxa.be/volumes/volume-8-manual-atbi/volumes/volume-8-manual-atbi/chapter-22/chapter_22.pdf

Roussel, J.-M., Haro, A., & Cunjak, R. A. 2000. Field test of a new method for tracking small fishes in shallow rivers using passive integrated transponder (PIT) technology. *Canadian Journal of Fishery and Aquatic Sciences* 57, 1326-1329.

Stansfield, G., Mathias, J. & Reid, G. (Hrsg.). 1994. *Manual of natural history curatorship*. HMSO, London. 306 pp.

van Dam, A. 2002. Der Concentration Shift Indikator™ ein neues Produkt zur Dichtemessung bei Flüssigkeitspräparaten. *Der Präparator* 48, 31-48.

Wechsler, K., F. Fiebig, A. Henche, U. Plackinger, M. Rauer-Gömann & Scheidt, H. 2001. Über das Weichen trockenengefallener Alkohol- und Formalinpräparate, Herbarblätter und von Tapagewebe. *Der Präparator* 47, 15-31.

Zölffel, M. 2005. Das saubere Mikroskop. Verschmutzungen erkennen und richtig beseitigen. Firmenbroschüre 46-0009 d/04.05 von Carl Zeiss, Göttingen.

Zölffel, M. 2011. Das saubere Mikroskop. Firmenbroschüre 50-1-0025/d – gedruckt 06.11 von Carl Zeiss MicroImaging, Jena. ISBN: 978-3-940885-03-6. Download: <http://www.zeiss.de/mikro>.

Weitere Literatur ohne Zitate im Text:

- Allington-Jones, L. 2008. Another update on computer printer inks and papers for internal labelling of fluid-preserved specimens. *NatSCA News* 14, 28-32.
- Andrei, M. A. & Genoways, H. H. 1999. Changes in pH in museum storage fluids, I. Effects of Resistall paper labels. *SPNHC Collection Forum* 13 (2): 63-75.
- Arndt, W. 1937. Alkoholfragen in Naturkundemuseen. *Museumskunde N.F.* 9(2): 61-106.
- Bentley, A. C. 2004. Thermal transfer printers – applications in wet collections. *SPNHC Newsletter* 18 (2), 1-2 und 17-18.
- Brandstetter, C. M. 1998. Hinweise zur Etikettierung von Insekten. *Bembix* 10: 59-61.
- Brauer, A. 1907. Anleitung zum Sammeln, Konservieren und Verpacken von Tieren für das Zoologische Museum in Berlin. 3. Aufl., Hopfer, Burg. 104 pp.
- Burckhardt, D. & Kotrba, M. 2007. Alkoholkonservierung: mehr Probleme als Lösungen? Vortrag bei der AG Kuratoren, Jahrestagung der GfBS, Wien 2007. (http://biosys-serv.biologie.uni-ulm.de/gfbs/fachgruppen/kustoden/Burckhardt_Kotrba_Alkoholsammlungen.ppt)
- Carter, J. 1996. A comparison of two papers and two inks for use as computer generated labels in fluid preserved collections. *The Biology Curator* 7, 5-7.
- Carter, D. & Walker, A. K. 1999. Care and conservation of natural history collections. Butterworth & Heinemann, Oxford. 226 pp.
- Cox, G. A. & Ford, B. A. 1993. The long-term corrosion of glass by ground-water. *Journal of Material Science* 28: 5637-5647.
- Dingerkus, G. 1982. Preliminary observations on acidification of alcohol in museum specimen jars. *Curation Newsletter of the American Society of Ichthyologists and Herpetologists* 5: 1-3.
- Epe, B., Häring, M., Ramaiah, D., Stopper, H., Abouzahab, M.M., Adam, W. & Saha-Möller, C. 1993. DNA damage induced by furocoumarin hydroperoxides plus UV (360 nm). *Carcinogenesis* 14: 2271-2276.
- Gregersen, K. M. 2007. Zinc chloride in liquid preservation. *NatSCA News* 11, 2-4.
- Hargrave, C. W., Sutherland, K. G., Marsh-Matthews, E. & W. J. Matthews. 2005. Multiple interacting factors affect pH in museum storage solutions. *Collection Forum* 19, 23-31.
- Hawks, C. & S. L. Williams. 2005. Labeling natural history specimens. *Conserve O Gram* 11-6, 1-4.
- Hesse, E. 1929. Über *Lepisma*, *Ptinus* und *Crathaerina*. *Z. Insbiol.* 24, 68-71.
- Hillyard, P. D. & Beccaloni, J. 2002. Computer generated labels for wet collections. *The Biology Curator* 23, 11-13.
- Kishinami, C. H. 1989. Archival storage of disintegrating labels from fluid-preserved specimens. *Collection Forum* 5 (1).
- Kluge, R. 1985. Alkydharz – altes Anstrichmittel – neu als Mal-, Grundier-, Klebe- und Beschichtungsmittel. *Der Präparator* 31, 27-29.
- Lindahl, T. 1993. Instability and decay of the primary structure of DNA. *Nature* 362, 709-715.
- Lindahl, T. & Karlstrom, O. 1973. Heat-induced depyrimidination of desoxyribonucleic acid. *Biochemistry* 12, 5151-5154.
- Lindahl, T. & Nyberg, B. 1972. Rate of depurination of native desoxyribonucleic acid. *Biochemistry* 11, 3610-3618.
- Moore, S. 1999. Fluid preservation. In: Carter, D. & A. K. Walker (Hrsg.), Care and conservation of natural history collections. Butterworth-Heinemann, London, 92-132.
- Moore, S. 2001. Transferring biological specimens from formalin to alcohol. *Natural Sciences Conservation Group Newsletter* 17, 43-45.
- Moore, S. 2002. Leaching and degradation of lipids in zoological fluid-preserved collections. *The Biology Curator* 22, 44-46.
- Moore, S. 2005. Problems with lipid and fluid-preserved specimens. *NatSCA News* 7, 14-15.
- Moore, S. 2007. Old jar sealants. *NatSCA News* 12, 20-22.
- Moore, S. 2008. Another update on computer printer inks and papers for internal labelling of fluid-preserved specimens. *NatSCA News* 15-, 36-40.
- Moore, S. 2009. The future of fluid preservation - fixation in the balance: the case for using formalin. *NatSCA News* 16, 18-22.
- Moore, S. 2009. Adhesives for fluid-preserved specimens. *NatSCA News* 16, 32-35.
- Oberer, C. 2001. Die Entwicklung eines neuen Präparateglases. *Der Präparator* 47, 79-93.
- Pitkin, B. 1995. Labelling specimens in the life science departments at the Natural History Museum, London using computers. *The Biology Curator* 4: 24-27.
- Rose, C. L. & A. R. de Torres (Hrsg.) 1995. Storage of natural history collections: ideas and practical solutions. York Graphics, York (PA).

- Schönbohm, D. Blüher, A. & Banik, G. 2004. Enzymes in solvent conditioned poultices for the removal of starch-based adhesives from iron-gall ink corroded manuscripts. *Restaurator* 25, 267-281.
- Simmons, J. E. 1991. Conservation problems of fluid-preserved collections. In: Cato, P. S. & C. Jones (Hrsg.), *Natural history museums: directions for growth*. Texas Tech University Press, Lubbock, 69-89.
- Simmons, J. E. 1995. Storage in fluid preservatives. In: Rose, C. I., Hawks, C. A. & Genoways, H. H. (Hrsg.), *Storage of natural history collections: A preventive conservation approach*, Vol. 1., 161-186. York Graphics, York (PA).
- Simmons, J. E. 1999. Storage containers and labels for fluid-preserved collections. *Conserve O Gram* 11-4, 1-4.
- Snyder, A. M. 1999. Mechanical and manual production of labels for collections stored in fluids: A few examples of papers, ink and production protocol. *Curation Newsletter* 12.
- Steigerwald, M. & Laframboise, S. 1996. Tape application: a jar-sealing method for reducing ethanol evaporation in fluid-preserved collections. *Collection Forum* 12, 45-54.
- Sturm, C. F. 2006. Chapter 5. Archival and curatorial methods. In: Sturm, C. F., Pearce, T. A. & Valdés, A., *The mollusks: a guide to their study, collection, and preservation*. American Malacological Society, 46-56.
- Thienel, K.-Ch. 2006. Werkstoffe des Bauwesens. Frühjahrstrimester 2006. Universität der Bundeswehr München (<http://www.unibw.de/bauv3/lehre/skripten/glas2006.pdf>).
- van Dam, A. 2000. The interactions of preservative fluid, specimen container, and sealant in a fluid collection. *Collection Forum* 14, 78-92.
- van Dam, A., van der Ploeg, J. P. M., Koper, G. J. M. & D. Bedeaux. 2000. The warping and cracking of Plexiglas™ specimen containers. *Collection Forum* 14, 47-56.
- von Endt, D. W. 1994. Spirit collections: a preliminary analysis of some organic materials found in the storage fluids of mammals. *Collection Forum* 10, 10-19.
- van Guelpen, L. 1999. Larval fish preservation: Ethanol acidity from Byron Weston Resistall label paper. *Curation Newsletter* 12.
- Wallin, L. & Karlsson, F. 1983. Schmelzklebstoff-Verschluß von Glasbehältern mit Flüssigpräparaten. *Der Präparator* 29, 79-80.
- Zala, K., Pentcheff, N. D. & Wetzler, R. 2005. Laser-printed labels in wet collections: will they hold up? *Collection Forum* 19, 49-56.

Borosilikat- und Natronkalk-Schliffstopfen-Gläser:

A.E. SYSTEMS, A. J. M. (Joop) Wintjes, 19 Rue de Bruxelles, 1400 Nivelles, Belgium, Tel.: +32 67 840060, Handy: (0)497 415000, Fax: +32 67 840688, a.e.systems@skynet.be, [Firma vertreibt zur Zeit keine Gläser]

DIXON GLASS LTD, 127-129 Avenue Road, Beckenham, BR3 4RX (Road Map), Kent, U. K., Tel: 020-8778 6458, Fax: 020-87781270, info@dixonglass.co.uk, <http://www.dixonglass.co.uk>

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR SILICATFORSCHUNG ISC, Neunerplatz 2, 97082 Würzburg, Tel. 0931-4100 500, Fax: 0931 4100-559, Dr. Karl-Heinz Haas, E-mail: karl-heinz.haas@isc.fraunhofer.de, <http://www.ormocer.de>: Orcomer-Beschichtung von Gläsern.

STÖLZLE-OBERGLAS AG & Co. KG, Division Medical-Laborglas, Keisslergasse 26, A-1140 Wien, Österreich, Dr. Richard Rudolf, Tel.: +43 1 41565 751, Fax: +43 1 41565 780, Handy +43 664 5045662 (jars@stoelzle.com), laborglas@stoelzle.com, <http://www.museumjars.com>, (<http://www.stoelzle.com>)

VITRO LASER SOLUTIONS UG (haftungsbeschränkt), Gewerbepark Meissen 14, 32423 Minden, Axel Sperling (Vertrieb), Tel.: 0571-38733 15, Fax: 0571-38733 44, sperling@vitro.de, <http://www.vitro.de>

Twist-Off-Gläser:

DOSEN-ZENTRALE ZÜCHNER GMBH, Lise-Meitner-Str.10, 40721 Hilden, Tel.: 02103-9897-0, <http://www.dosen-zentrale.de>: Twist-Off-Gläser aus Natronkalkglas, Deckel.

GREVE & BEHRENS GMBH & Co. KG, Försterweg 130, 22525 Hamburg, Tel.: 040-5473 29-0, <http://www.greve-behrens.de>: Twist-Off-Gläser aus Natronkalkglas, Deckel.

VITRO LASER SOLUTIONS UG (haftungsbeschränkt), Gewerbepark Meissen 14, 32423 Minden, Axel Sperling (Vertrieb), Tel.: 0571-38733 15, Fax: 0571-38733 44, sperling@vitro.de, <http://www.vitro.de>: Twist-Off-Gläser aus Borosilikatglas in Planung.

Borosilikat-Röhrchen:

HILGENBERG GMBH, Strauchgraben 2, 34323 Malsfeld, Tel.: 05661-7303-0, <http://www.hilgenberg-gmbh.de>

LABORHANDEL KRUMPHOLZ, Hochstr. 14, 65618 Niederselters, Tel.: 06483-805430, <http://www.laborhandel-krumpholz.de>

Anmerkung: Borosilikat-Röhrchen sind immer Sonderanfertigungen, die sich preislich nur bei größeren Mengen lohnen.

Edelstahlbehälter für große Präparate:

ABS GMBH STORKOW, Schützenstr. 30, 15859 Storkow, Tel.: 033678-65611, Fax.: 033678-65620, <http://www.abs-storkow.de>

Weiteres Zubehör:

ACI LASER GMBH, Leipziger Straße 60, 09113 Chemnitz, Telefon: 0371-238701-30, <http://www.aci-laser.de>: Beschriftungslaser.

ALCOMON COMPANY, Director Andries J. van Dam, Jan Evertsenlaan 17A, 2253 XN Voorschoten, The Netherlands, Tel.: +31 (0)615676299, ajvandam@alcomon.com, <http://www.alcomon.com> (außerdem: Andries J. van Dam, Conservator, Museum of Anatomy, Leiden University Medical Center, Postal zone T7-P, P.O. Box 9600, 2300 RC Leiden, The Netherlands, Tel: +31 (0)71 526 9581, Fax: +31 (0)71 526 8275, E-mail: A.J.van_Dam@lumc.nl, Visiting address: Hippocratespad 21, building 3; Kosten bei Abnahme von 1.000 *Alcomon*-Pillen: ca. 0,50 € pro Pille.

ANTON PAAR GERMANY GMBH, Helmuth-Hirth-Str. 6, 73760 Ostfildern, Tel: 0711-72091-659, <http://www.anton-paar.com>: Densitometer *DMA 35 Ex*, Methyl-Ethyl-Keton-resistent, explosionsgeschützt, ca. 2.400,- €.

KERMA VERBANDSTOFF GMBH, Ziegelstraße 29, 09661 Hainichen, Tel.: 037207-408-0, <http://www.kerma.de>: Augenwatte 100 g/Packung (einziger Anbieter).

MAAG-TECHNIK, Zürich, www.maagtechnik.ch: Teflonliner für Twist-Off-Gläser 0,2 mm Dicke, je 100 Stück, Durchmesser 44 mm - 36.00 CHF, Durchmesser 50 mm - 38.00 CHF, Durchmesser 60 mm - 43.00 CHF, Durchmesser 68 mm - 48.00 CHF, Durchmesser 85 mm - 59.00 CHF.

MORPHISTO EVOLUTIONSFORSCHUNG UND ANWENDUNG GMBH, Weismüllerstraße 45, 60314 Frankfurt am Main, Tel.: 069-400 3019-60, Fax: 069-400 3019-64, <http://www.morphisto.de>: z. B. Formalin-Teststäbchen (auch bei Laborfirmen erhältlich), Beratung.

PARAMELT DEUTSCHLAND, Ter Hell Haus, Börsenbrücke 2, 20457 Hamburg, Tel.: 040-300 501-94, Fax: 040-300 501-83, <http://www.paramelt.com>, germany@paramelt.com, Adressen andere Länder s. Homepage: mikrokristallines Wachs (= mixture of a microcrystalline wax and poly-isobutylene rubber, Product code: Dicera 13108); Mindestabnahmemenge 2 Tonnen, da wird man wohl verhandeln müssen.

J.P. PÖLLATH-LABOR-TECHNOLOGIE, Im Bauernfeld 33, 96049 Bamberg, Tel.: 0951-29969-39, Fax: 0951-29969-36, <http://www.poellath-labor.de>, E-mail: service@poellath-labor.de: Alsirol-Schliffett.

THERMO ELECTRON LED GMBH, Robert-Bosch-Straße 1, 63505 Langenselbold, Tel.: 0800-1 536 376, <http://www.nuncbrand.com/de/default.aspx>: NUNC-Cryoröhrchen aus Polypropylen.

EURO I.D. IDENTIFIZIERUNGSSYSTEME GMBH & Co. KG, Metternicher Straße 4, 53919 Weilerswist, Tel.: 02254-9409-28, <http://www.euroid.com>: Transponder.

VIRBAC TIERARZNEIMITTEL GMBH, Rögen 20, 23843 Bad Oldesloe, Telefon: 04531-805-0, <http://www.virbac.de>, E-Mail: kontakt@virbac.de: Transponder.

Papier & Archivierung:

ANTON GLASER Produkte für die Restaurierung, Konservierung und Archivierung, Theodor-Heuss-Str. 34a, 70174 Stuttgart, Tel.: 0711-297883, <http://www.anton-glaser.de>: *Japanpapier* von PAPER NAO (inkl. Erläuterungen), Rolle 1 m x 61 m, 10 g/m², Kozo-Faser [Anmerkungen: Verkauf von Rollen und ≥ 10 Bögen; Musterbuch (34,- € !) zuschicken lassen oder Papierrestaurator fragen, um herauszufinden, welche Stärke geeignet ist].

GMW GABI KLEINDORFER, Aster Straße 9, 84186 Vilsheim, Tel.: 0 87 06 / 10 94, <http://www.gmw-shop.de>: *Abbey pH Testing Pen*, Prod. ID 21369; *Bookkeeper Entsäuerungslösung*, Sprühflasche mit Luftpumpe zur Applikation, 150 g, Produkt-ID: 42 215; Klebstoff *Kluwel G*, 500 g; *Hollytex* 80 g/m², Rolle 1x25 m, # 37 265; *Teflon-Falzbein*, groß, 150 x 21 x 10 mm, # 82 100; *Doppelspatel*, # 81 150; *Japanpapier* PAPER NAO [s. Anmerkungen zu ANTON GLASER, Mengen erfragen].

KLUG-CONSERVATION WALTER KLUG GMBH & Co. KG, Zollstr. 2, 87509 Immenstadt, Tel.: 08323-9653 30, <http://www.klug-conservation.com>: für Etiketten: *Museumspapier naturweiß*, ca. 120 g/m², # 017120, auf DIN-A-4 zuschneiden lassen; *NOMI-Box KS 3 mit vierfach Abheftmechanik 80-80-80 mm*, passend für Photohüllen *Secol* Polyester, Innenformat: 335 x 320 x 55 mm, Außenformat: 343 x 334 x 60 mm, hergestellt aus Mikrowelle mit Archivkarton, 047, ca. 1,7 mm, graublau/naturweiß, # 65290047; *Klappumschlag mit vier Klappen für Format 6 x 9 cm*, Innenformat 62 x 92 mm, aus Fotoarchivpapier naturweiß, gepuffert, 120 g/m², # 51052 [zur Lagerung abgelöster Etiketten]; *Stülpboxen* zur Lagerung der 4-Klappen-Umschläge nach eigenen Angaben herstellen lassen; [beraten lassen, sehr kompetent!]

MONOCHROM MONO-C GMBH, Königstor 14 a, 34117 Kassel, Tel. 0561-935190, <http://www.monochrom.com>: Photohülle *Secol* AS Polyester für 12 Dias 6 x 6 cm, Zugriff von oben, # AS207P12SE, 1 VE = 50 Stück; Photohülle *Secol* AS Polyester für Rollfilmstreifen II, Zugriff von oben, # AS300P4FW, 1 VE = 50 Stück [archivbeständige Photohüllen zur Lagerung abgelöster Etiketten].

ZENTRUM FÜR BUCHERHALTUNG GMBH (ZFB), Amazonstraße 4, 04347 Leipzig, Oliver Messerschmidt, Kaufmännischer Leiter, 0341-25 989-54, Fax: 0341-25 989-99, E-mail: messerschmidt@zfb.com, <http://www.zfb.com>: Massenentsäuerung von Etiketten [beraten lassen, sehr kompetent!].

Anhang III. Adressen

Andreas Allspach, Sammlungsmanager, Forschungsinstitut Senckenberg, Senckenberganlage 25, 60325 Frankfurt/Main, Tel.: 069-7542 1369, andreas.allspach@senckenberg.de

Dr. Peter Bartsch, Museum für Naturkunde Berlin, Invalidenstr. 43, 10115 Berlin, Tel.: 030-2093 8665, peter.bartsch@mf-n-berlin.de

Dr. Daniel Burckhardt, Naturhistorisches Museum Basel, Augustinergasse 2, CH-4001 Basel, Schweiz, Tel.: +41 61 266 55 38, daniel.burckhardt@bs.ch

Dr. C. Oliver Coleman, Museum für Naturkunde Berlin, Invalidenstr. 43, 10115 Berlin, Tel.: 030-2093 8608, oliver.coleman@mf-n-berlin.de

Dipl.-Rest. Ingeborg Fries, Restauratorin für Grafik, Archiv- und Bibliotheksgut, Tel: 0176-24001181, ingeborg.fries@gmx.de

Prof. Dr. Robert Fuchs, CICS - Institut für Restaurierungs- und Konservierungswissenschaft, Studienrichtung: Restaurierung von Schriftgut, Grafik und Buchmalerei, Ubierring 40, 50678 Köln, Tel.: 0221-8275-3477, robert.fuchs@fh-koeln.de

Dr. Michael Gudo, MORPHISTO EVOLUTIONSFORSCHUNG UND ANWENDUNG GMBH, Weismüllerstraße 45, 60314 Frankfurt am Main, Tel.: 069-400 3019-60, Fax: 069-400 3019-64, info@morphisto.de, <http://www.morphisto.de>

Dr. Marion Kotrba, Zoologische Staatssammlung München, Münchhausenstr. 21, 81247 München, Tel.: 089-8107 147, marion.kotrba@zsm.mwn.de

Dipl.-Rest. Meike Mentjes, Papierrestauratorin, Feurigstr. 59, 10827 Berlin, Tel.: 030-78717548, Papierrestaurierung@gmail.com

Simon Moore, 20 Newbury Street, Whitchurch, Hants., RG28 7DN, United Kingdom, Tel.: +44 1256 892335, couteaufin@aol.com

Dr. Birger Neuhaus, Museum für Naturkunde Berlin, Invalidenstr. 43, 10115 Berlin, Tel.: 030-2093 8525, birger.neuhaus@mf-n-berlin.de

Dirk Neumann, Zoologische Staatssammlung München, Sektion Ichthyologie / DNA-Lab, Münchhausenstr. 21, 81247 München, Tel.: 089-8107-111, dirk.neumann@zsm.mwn.de

Christoph Oberer, Erzenbergstr. 102, CH-4410 Liestal, Tel.: +41-61-901 2920, c.oberer@bluewin.ch

Prof. Dr. Antje Potthast, Christian Doppler Laboratory "Advanced cellulose chemistry and analytics", University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna Department of Chemistry, Muthgasse 18, A-1190 Wien, Tel.: +43-1-47654-6071, antje.potthast@boku.ac.at

Juliane Riedel, BAM Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung, Fachbereich 1.7 "Lebensmittelanalytik", Richard-Willstätter-Str. 11, 12489 Berlin, Tel.: 030-8104-5543, juliane.riedel@bam.de

Dr. Richard Rudolf, Sales Director Healthcare & Consumer, STÖLZLE-OBERGLAS GMBH, Keisslergasse 26-28, A-1140 Wien, Tel.: +43 1 41565 751, rudolf@stoelzle.com

Prof. Dr. Thomas Schnalke, Berliner Medizinhistorisches Museum der Charité, Charitéplatz 1, 10117 Berlin, Tel.: 030-450 536077, thomas.schnalke@charite.de

Dipl.-Rest. Dirk Schönbohm, Restaurierung für Grafik und Schriftgut, Frankfurter Tor 9, 10243 Berlin, Tel.: 030-2904 7754, dsrestaurierung@t-online.de

Dipl.-Biol. Marita Schuda, Museum für Naturkunde Berlin, Invalidenstr. 43, 10115 Berlin, Tel.: 030-2093 8825, marita.schuda@mf-n-berlin.de

Andries van Dam, Conservator, Museum of Anatomy, Leiden University Medical Center, Postal zone T7-P, P.O. Box 9600, NL-2300 RC Leiden, The Netherlands, Tel: +31 (0)71 526 9581, A.J.van_Dam@lumc.nl, Visiting address: Hippocratespad 21, building 3

Navena Widulin, Berliner Medizinhistorisches Museum der Charité, Charitéplatz 1, 10117 Berlin, Tel.: 030-450 536077, navena.widulin@charite.de

Anhang IV. Angebot Borosilikat-Schliffstopfengläser STÖLZLE-OBERGLAS

Im Jahr 2010 kaufte das MfN bei STÖLZLE-OBERGLAS eine größere Anzahl an Borosilikat-Schliffstopfengläsern über das KUR-Projekt und aus Haushaltsmitteln. Andere Museen konnten dank eines Angebots der Firma dieselben Glasgrößen zum selben Preis erwerben wie das MfN (Tab. 2). Diese Vereinbarung soll für die kommenden Jahre fortgesetzt und erweitert werden (Tab. 2).

Tab. 2. Rahmenvereinbarung zu Sonderkonditionen 2011 – 2013/2014 für Borosilikat-Schliffstopfengläser aus Hüttenglas.

D x H [mm]	Preis 2010	Menge 2010	Preis 2011	Produktion 2011	Preis 2012 & 2013
50 x 60 ¹	entfällt	0	14,00 €	n/a	
80 x 80 ¹	entfällt	0	21,00 €	n/a	
80 x 125	23,00 €	1.820	23,85 €	3.500 Stück	Basis: Inflation
100 x 200	32,40 €	1.821	33,60 €	1.750 Stück	max. 2,5% p.a.
150 x 400	51,40 €	1.300	53,30 €	1.300 Stück	
200 x 600	85,00 €	628	88,15 €	600 Stück	
Gesamt	221.060 €	5.569		7.150	

Sämtliche Preise verstehen sich netto per Stück.

¹ Das MfN hat diese Glasgrößen nicht bestellt, weil es als Mindestvolumen für Sammlungsgefäße 200 ml anstrebt.

Das MfN hat 2010 nur vier verschiedene Glasgrößen bestellt, um hierfür günstigere Preise zu erhalten. Eine Umfrage innerhalb des MfN ergab einen Bedarf an weiteren Glasgrößen (Tab. 3), von denen sich allerdings nur wenige aus dem preisgünstigeren Hüttenglas herstellen lassen (Tab. 3). Die großen Größen müssen aus dem deutlich teureren Röhrenglas produziert werden (Tab. 4). Als Alternative plant STÖLZLE-OBERGLAS, Kalk-Natron-Typ2-Gläser herstellen zu lassen, die gegenüber Borosilikat-Hüttenglas nicht in der Höhe beschränkt sind aber durch eine chemische Modifizierung der Oberfläche eine höhere chemische Beständigkeit als „normale“ Kalk-Natron-Gläser gegenüber dem Konservierungsmedium aufweisen sollten. Zu dem Themenkomplex „**Rahmenvereinbarung**“ wird eine separate **Umfrage** unter den naturkundlichen Museen aus dem deutschsprachigen Bereich gestartet.

Tab. 3. Bedarf an weiteren Größen der Borosilikat-Schliffstopfengläser im MfN.

D x H [mm]
80 x 250 ¹
80 x 400
100 x 450
100 x 600
150 x 600
150 x 900
200 x 250 ²
200 x 900

¹ Glas lässt sich möglicherweise aus Hüttenglas fertigen.

² Glas lässt sich problemlos aus Hüttenglas fertigen.

Tab. 4. Museumsgläser aus Borosilikat-Röhrenglas komplett mit Schliffstopfen.

D x H [mm]	Richtmenge 2011	Maximaler Richtpreis 2011
80 x 400	100 – 200	80 €
100 x 450	100 – 200	93 €
100 x 600	100 – 200	111 €
150 x 900	50 – 100	145 €
200 x 900	50 – 100	211 €

Sämtliche Preise verstehen sich netto per Stück. Aber: es sind auch noch diverse technische Fragen zu klären.