

**Konzeption und Herstellung von Transport- und  
Lagerverpackungen für montierte Tierskelette des Muséum  
d'Histoire Naturelle von Neuenburg**

Bachelorarbeit von:

Lea Alice Furrer

Für den Erhalt des

Bachelor of Arts HES-SO in Conservation  
Archäologische und ethnographische Objekte

Studienjahr 2021-2022

Abgabe der Arbeit: 18.07.2022

Jury: 22./23.08.2022

Seitenumfang: 124





## Engagement

*« J'atteste que ce travail est le résultat de ma propre création et qu'il n'a été présenté à aucun autre jury que ce soit en partie ou entièrement. J'atteste également que dans ce texte toute affirmation qui n'est pas le fruit de ma réflexion personnelle est attribuée à sa source et que tout passage recopié d'une autre source est en outre placé entre guillemets. »*

Date et signature :

18.07.2022, *Lea A. Furrer*

## **Dank**

Mein Dank gilt Louise Robert, der Sammlungsassistentin des Muséum d'Histoire Naturelle von Neuenburg (MHNN) und Praktikumsverantwortlichen dieser Arbeit sowie ihrer Stellvertretung Lucile Ruynat für die Möglichkeit zur Durchführung dieser Arbeit und ihren Rat in verschiedensten Belangen. Tobias Schenkel, Lehrbeauftragter und Mitglied der Bachelor-Jury der HE-Arc, der diese Arbeit betreut hat, danke ich für seine Hilfe bei der Planung und Durchführung dieser Arbeit.

Ich bedanke mich auch bei der Dozentin Bluenn Boulangé für ihren Rat bei Auswahl und Einstellungen des Beschleunigungsmessers und bei der Dozentin Andrea Ramirez Calderon für das Zurverfügungstellen des Messgeräts.

Auch möchte ich mich bei Jessica Litman, Kuratorin der Sammlung der wirbellosen Tiere des MHNN, Martin Zimmerli, Präparator des MHNN, und Yann Robert, Schreiner des MHNN, für die Beantwortung meiner zahlreichen Fragen bedanken.

Ein weiterer Dank gilt meinen Mitstudentinnen Ingrid González Díaz und Ziyang Li, die mir beim Handling der grossformatigen Skelettmontagen halfen.

Meiner Familie, meinem Freund und meinem Freundeskreis danke ich für ihr Wohlwollen und ihre Unterstützung während der Durchführung dieser Arbeit.

## Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung .....	4
Abstract .....	5
Résumé .....	6
Einleitung .....	7
1 Teil I: Theoretischer Hintergrund und Kontext .....	8
1.1 Muséum d'Histoire Naturelle von Neuchâtel (MHNN) .....	8
1.1.1 Geschichte .....	8
1.1.2 Sammlungen .....	8
1.1.3 Umzug .....	9
1.2 Skelettmontagen im MHNN .....	9
1.2.1 Bedeutung und kulturelle Werte .....	9
1.2.2 Materialien und technologische Aspekte .....	9
1.2.3 Verpackung, Lagerung und Zustand .....	10
1.2.4 Präsenz von Bioziden .....	10
1.3 Transportrisiken und ihre Reduktion .....	11
1.3.1 Physikalische Kräfte während Handling- und Transportphasen .....	11
1.3.2 Reduktion von Transportrisiken im Allgemeinen .....	12
1.3.3 Reduktion von Transportrisiken durch Transportverpackungen .....	12
1.3.4 Geläufige Transportverpackungstypen .....	14
1.3.5 Geläufige Transportverpackungsmaterialien .....	14
1.4 Lagerungsrisiken und ihre Reduktion .....	15
1.4.1 Physikalische Kräfte während der Lagerung .....	15
1.4.2 Schadstoffexposition während der Lagerung .....	15
1.4.3 Reduktion von Lagerungsrisiken im Allgemeinen .....	16
1.4.4 Reduktion von Lagerungsrisiken durch Lagerverpackungen .....	16
1.4.5 Geläufige Lagerverpackungstypen .....	17
1.4.6 Geläufige Lagerverpackungsmaterialien .....	18
2 Teil II: Zusammenfassung der Voruntersuchung der Skelettmontagen .....	19
2.1 Objektbeschreibung .....	19
2.2 Zustand .....	20
2.2.1 Evaluation der Objektfragilität im Hinblick auf den Transport .....	20
2.3 Diagnostik und Prognostik im Hinblick auf Transport und Lagerung .....	20
3 Teil III: Konzeption und Herstellung der Verpackungen .....	21
3.1 Zielsetzung unter Berücksichtigung von Theorieteil und Voruntersuchung .....	21
3.2 Konzeption der Lagerverpackung .....	21
3.2.1 Stützkonstruktion .....	21
3.2.2 Kartonschachtel .....	22
3.2.3 Staubschutz .....	23
3.3 Herstellung der Lagerverpackungen .....	23
3.3.1 Stützkonstruktion .....	23
3.3.2 Kartonschachtel .....	24
3.3.3 Staubschutz .....	24
3.4 Konzeption der Transportverpackungen .....	24
3.4.1 Adaptierte Doppelkiste .....	24
3.4.2 Doppelkiste .....	27
3.5 Herstellung der Transportverpackungen .....	28
3.5.1 Adaptiertes Doppelkistensystem .....	28
3.5.2 Doppelkistensystem .....	29
3.6 Verfassen der Verpackungsanleitungen .....	29
3.6.1 Anleitung für die konzipierten bzw. realisierten sechs Verpackungen .....	29
3.6.2 Allgemeine Anleitung für die Verpackung der restlichen grossformatigen Skelettmontagen .....	30
Fazit .....	32
Glossar .....	34
Abkürzungsverzeichnis .....	35
Literaturverzeichnis .....	36
Tabellenverzeichnis .....	42
Graphenverzeichnis .....	42
Abbildungsverzeichnis .....	43

Anhang.....	45
Anhang 1: Graphen zu den Skelettmontagen des MHNN .....	45
Anhang 2: Fotografische Dokumentation der aktuellen Reserven und Verpackungen .....	47
Anhang 3: Allgemeine Ausführungen zu Materialien und Herstellung von Skelettmontagen .....	49
Anhang 4: Transportrisiken: Vibrationen und Schocks.....	50
Anhang 5: Anwendung dynamischer Polsterungskurven.....	53
Anhang 6: Geläufige Transportverpackungstypen .....	55
Anhang 7: Geläufige Transportverpackungsmaterialien .....	57
Anhang 8: Lagerungsrisiken: Staub und Säuren .....	59
Anhang 9: Geläufige Lagerverpackungstypen .....	59
Anhang 10: Geläufige Lagerverpackungsmaterialien .....	61
Anhang 11: Fotografische Dokumentation der bearbeiteten Skelettmontagen .....	62
Anhang 12: Zustandserfassung.....	65
Anhang 13: Diagnostik und Prognostik im Hinblick auf Transport und Lagerung .....	76
Anhang 14: Vorbereitende Interventionen .....	80
Anhang 15: Testreihe zur Schockdämpfungskapazität .....	83
Anhang 16: Vorgehen bei der Herstellung der Lagerverpackungen.....	87
Anhang 17: Vorgehen bei der Herstellung der Transportverpackungen.....	91
Anhang 18: Dokumentation der konzipierten und realisierten Verpackungen.....	93
Anhang 19: Verpackungsanleitungen.....	99
Anhang 20: Verwendetes Verpackungsmaterial .....	115
Anhang 21: Produktdatenblätter .....	116

## **Zusammenfassung**

Diese Bachelorarbeit, die als Abschlussarbeit des Studiengangs Conservation der HE-Arc Neuenburg entstanden ist, befasst sich mit der Konzeption und Herstellung von Lager- und Transportverpackungen für Skelettmontagen des Muséum d'Histoire Naturelle von Neuenburg (MHNN) im Hinblick auf einen Umzug der Sammlungen in neue Depoträume. Im Rahmen dieser Arbeit wurden sechs Skelettmontagen der Sammlung für eine nähere Voruntersuchung, die eine Zustandserfassung sowie Diagnostik und Prognostik der identifizierten Phänomene umfasst, ausgewählt. Auf Basis der Voruntersuchung und Konsultation von Fachliteratur wurden sechs Transport- und Lagerverpackungen konzipiert. Für drei Exemplare wurden die Verpackungen teilweise realisiert. Zu allen sechs Verpackungen wurden Verpackungsanleitungen verfasst. Auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse wurde zudem eine allgemeine Anleitung für die Verpackung der restlichen grossformatigen Skelettmontagen des MHNN erarbeitet.

Skelettmontagen bestehen aus mit verschiedenen Montagetechniken und Materialien verbundenen Knochen und Knorpeln. Deswegen, und aufgrund ihrer Grösse, ihrem Gewicht, ihrer materiellen Zusammensetzung und ihrer komplexen Form, sind sie im Hinblick auf Transporte insbesondere gegenüber physikalischen Kräften wie Schocks und Vibrationen und im Hinblick auf die Lagerung gegenüber Staub und Säuren sensibel. Angemessene Verpackungen können das Schadenspotential dieser Risiken stark minimieren.

Als Lagerverpackungen wurden hier eine Kartonschachtel, Stützkonstruktionen aus Ethafoam® und Kartonwabenplatten sowie Staubschutzhüllen aus PE-Folie konzipiert und realisiert.

Für kleinere, besonders fragile Exemplare als Transportverpackung eine klassische Doppelkistenverpackung mit Einbettungen in der inneren Kiste konzipiert und realisiert, welche einen idealen Schutz gegenüber Schocks und Vibrationen bietet. Für grössere, schwerere Exemplare wurden adaptierte Doppelkistensysteme konzipiert. Dabei wurden die einzelnen Skeletteile durch verschiedene Verpackungselemente immobilisiert um damit die immobile "innere Kiste" zu bilden.

Als äussere Kiste wurden bereits im MHNN verwendete offene Holzkisten eingesetzt, in welcher die stabilisierten Skelette mit Verstrebungen und angeschraubten Holzelementen fixiert werden. Als Polstermaterial wurde beim adaptierten Doppelkistensystem unter der Standfläche und an den Verstrebungen PU-Ether-Schaumstoff eingesetzt. Eine Testreihe zu den Schockabsorptionskapazitäten dieses Materials in Kombination mit den Verpackungselementen der "inneren Kiste" hat gezeigt, dass so ausreichend Dämpfung erreicht werden kann, um die Skelette nicht zu beschädigen. Beim klassischen Doppelkistensystem wurde die optimale Menge an Polstermaterial mithilfe dynamischer Polsterungskurven berechnet.

## **Abstract**

This bachelor's thesis, which is the final project of the Conservation programme at HE-Arc Neuenburg (Switzerland), deals with the conception and fabrication of storage and transport packaging for skeletal assemblages of the Muséum d'Histoire Naturelle of Neuenburg, Switzerland, (MHNN) in view of a relocation of the collections to new storage facilities. In the context of this work, six articulated skeletons of the collection were selected for a more detailed preliminary examination, which included a condition report as well as diagnostics and prognostics of the identified phenomena. Based on the preliminary examination and consultation of specialist literature, six transport and storage packagings were developed. For three specimens, the packaging was partially realized and for all six packages, packaging instructions were written. Based on the findings during the conception and realization, general instructions for the packaging of the remaining large-format articulated skeletons of the MHNN were also established.

Articulated skeletons consist of bones and cartilage assembled using various mounting techniques and materials. With regard to transport, they are therefore, and due to their size, weight, material composition and complex shape, particularly sensitive to physical forces such as shocks and vibrations. In view of storage, dust and acids are the main risks. Appropriate packaging can significantly minimize the damage potential of these risks.

In this thesis, a cardboard box, support structures made of Ethafoam® and cardboard honeycomb panels as well as dust protection covers made of PE film were designed and realized as storage packaging.

For smaller, particularly fragile specimens, a classic double crate packaging with fitted mounts in the inner crate was designed and constructed as transport packaging, providing maximum protection against shocks and vibrations. For larger, heavier specimens, modified versions of the classic double crate system were designed. The various parts of the skeleton were immobilized using different packaging elements. Thus, an immobile "inner box" was created.

A type of open wooden crate already used in the MHNN was used as the outer crate, in which the stabilized skeletons were fixed with struts and screwed-on wooden elements. As cushioning material for this adapted double crate system, PU ether foam was placed under the base of the skeleton and on the struts. A series of tests on the shock absorption capacities of this cushioning material in combination with the packaging elements of the "inner box" showed that sufficient damping can be achieved. In the classic double crate system, the optimum amount of cushioning material was calculated using dynamic cushioning curves.

## Résumé

Ce travail de Bachelor, réalisé en tant que travail de fin d'études de la filière Conservation de la HE-Arc Neuchâtel, porte sur la conception et la fabrication de conditionnements de stockage et de transport pour des squelettes montés du Muséum d'Histoire Naturelle de Neuchâtel (MHNN), en vue d'un déménagement des collections vers des nouvelles réserves. Dans le cadre de ce travail, six squelettes montés de la collection ont été sélectionnés pour un examen préliminaire approfondi, comprenant un constat d'état ainsi qu'un diagnostic et un pronostic des phénomènes identifiés. Sur la base de l'examen préliminaire et de la consultation de la littérature spécialisée, six conditionnements de transport et de stockage ont été conçus. Pour trois des squelettes montés, les conditionnements ont été partiellement réalisés. En plus, des instructions d'emballage ont été rédigées pour les six emballages. Sur la base des connaissances acquises, des instructions générales pour l'emballage des autres squelettes montés de grand format du MHNN ont été élaborées.

Les montages squelettiques sont constitués d'os et de cartilages reliés par différentes techniques de montage et différents matériaux. De ce fait, et en raison de leur taille, de leur poids, de leur composition matérielle et de leur forme complexe, ils sont particulièrement sensibles aux forces physiques telles que les chocs et les vibrations en ce qui concerne le transport, et à la poussière et aux acides en ce qui concerne le stockage. Des emballages adéquats peuvent fortement minimiser les dommages potentiels liés à ces risques.

Dans le cadre de ce travail, une boîte en carton, des structures de support en Ethafoam® et des panneaux en carton nid d'abeille ainsi que des housses de protection contre la poussière en film PE ont été conçus et réalisés.

Pour les petits spécimens particulièrement fragiles, un emballage du type "double caisse classique" a été conçu et réalisé comme emballage de transport, avec des supports ajustés dans la caisse interne, offrant une protection optimale contre les chocs et les vibrations. Pour les spécimens plus grands et plus lourds, des adaptations du conditionnement du type "double caisse" type ont été conçus. Pour cela, les différentes parties du squelette ont été immobilisées par différents éléments d'emballage pour former ainsi la "caisse intérieure".

Comme caisse extérieure, des châssis en bois, un conditionnement de transport déjà utilisés dans le MHNN, ont été utilisés. Les squelettes stabilisés y ont été fixés à l'aide d'entretoises et d'éléments en bois. Le matériau de rembourrage utilisé dans le conditionnement du type "double caisse adapté" est de la mousse PU éther. Cette mousse a été placée sous la base du squelette et au niveau des entretoises. Une série de tests sur les capacités d'absorption des chocs de ce matériau en combinaison avec les éléments d'emballage de la "caisse interne" a montré qu'il était ainsi possible d'obtenir un amortissement suffisant pour ne pas endommager les squelettes. Pour les conditionnements du type "double caisse classique", la quantité optimale de matériau de rembourrage a été calculée à l'aide de courbes dynamiques de rembourrage.

## **Einleitung**

### **Problematik**

Die Sammlung des Muséum d'Histoire Naturelle von Neuenburg (MHNN) wird in den kommenden Jahren in neue Depots transferiert werden. Die montierten Tierskelette der osteologischen Sammlung des MHNN drohen beim Umzug beschädigt zu werden, da sie aufgrund ihrer Montagetechniken, ihrer teils grossen Dimensionen und Gewichte gegenüber physikalischen Kräften, wie sie bei Transporten vorkommen, sensibel sind. Bei einer Visite der Reserven sind von der Autorin 53 Skelettmontagen in den Reserven identifiziert worden. Aus diesen wurde für diese Bachelorabschlussarbeit für den Studiengang Conservation der Haute-École Arc (HE-Arc) in Neuenburg eine Auswahl von sechs Exemplaren getroffen. Die sechs Exemplare sind repräsentativ für die restlichen in der Sammlung vorhandenen Skelettmontagen und sind aufgrund ihrer Form, ihrer Montagetechnik oder ihrem Zustand in besonderem Masse durch den Transport gefährdet. Dementsprechend werden komplexere Verpackungen benötigt, um einen sichere Langzeitlagerung und einen sicheren Transport zu gewährleisten.

### **Zielsetzung**

Im Rahmen dieser Arbeit werden sechs Verpackungen konzipiert und hergestellt werden, welche für die mechanische Stabilisierung der Skelettmontagen während Transport und Langzeitlagerung verwendet und adaptiert werden können, unter Berücksichtigung des Konservierungszustands der Skelettmontagen. Zudem werden Verpackungsanleitungen verfasst, die in Text und Bild die Verwendung der hergestellten Verpackungen beschreiben und Instruktionen zur Verpackung der restlichen, im Rahmen dieser Arbeit nicht behandelten, grossformatigen Skelettmontagen geben und dem MHNN die Benutzung der hergestellten Verpackungen und das Verpacken der restlichen Skelettmontagen der Sammlung ermöglichen.

### **Gliederung dieser Arbeit**

Die hier vorliegende schriftliche Arbeit gliedert sich in drei Teile: In Teil I werden die theoretischen Hintergründe und Kontexte erläutert, die zum Verständnis und zur Durchführung dieser Arbeit zentral sind. Teil II widmet sich der Voruntersuchung der sechs Skelettmontagen. Die beiden ersten Teile sind die Basis der in Teil III beschriebenen praktischen Arbeiten, welche vorbereitende Interventionen, die Durchführung einer Testreihe zu Schockdämpfungskapazitäten sowie die Konzeption und Herstellung der Transport- und Lagerverpackungen umfassen. Abschluss des Hauptteils dieser Arbeit ist ein Fazit, in welchem die durchgeführten Arbeiten kritisch diskutiert und eine persönliche Bilanz gezogen wird. In einem Glossar werden die mit einem \* markierten Begriffe erläutert und in einem Abkürzungsverzeichnis die abgekürzten Begriffe. Im Anhang werden im Hauptteil dieser Arbeit angesprochene Thematiken vertieft und mittels Fotografien und Zeichnungen illustriert.



# **1 Teil I: Theoretischer Hintergrund und Kontext**

In Teil I werden die theoretischen Hintergründe erläutert, die für die Durchführung und das Verständnis dieser Arbeit grundlegend sind. In den folgenden Kapiteln wird das Muséum d'Histoire Naturelle (MHNN) mit seiner Geschichte, den Sammlungen und dem geplanten Umzug präsentiert. Danach folgen Erläuterungen zu Skelettmontagen im Allgemeinen und jenen des Museums. Zudem werden die relevanten Punkte zu Transport und Lagerung von Kulturgütern und naturhistorischen Sammlungsobjekten dargelegt.

## **1.1 Muséum d'Histoire Naturelle von Neuchâtel (MHNN)**

### **1.1.1 Geschichte**

Das MHNN wurde 1835 im Lateinischen Gymnasium (der heutigen öffentlichen und universitären Bibliothek) gegründet, nachdem Charles-Daniel de Meuron (1748-1806) dem Museum 1795 seine naturhistorische Sammlung vermachte. Bis Anfang des 20. Jhs. wuchsen die Sammlungen durch den Austausch mit anderen europäischen Institutionen, Stiftungen und Käufe stetig. Danach stagnierte die Entwicklung und es herrschte Platz- und Personalmangel. Ab den 1960er Jahren gewann das Museum in der Öffentlichkeit durch das Einrichten aufwändiger Dioramen wieder an Popularität. Seit 1978 befindet sich das Museum an seinem heutigen Standort an der Rue des Terreaux.<sup>1</sup>

### **1.1.2 Sammlungen**

Das MHNN beherbergt eine mehr als 20'000 Exemplare umfassende, mehrheitlich aus dem 19. Jh. stammende Wirbeltiersammlung. Zu dieser zählt auch die osteologische Sammlung mit ihren 220 in der Datenbank erfassten Exemplare unterschiedlichster Tiere.<sup>2</sup> Von diesen 220 Skeletten sind ca. 53 Exemplare Skelettmontagen (Anhang 1, ab S. 45). Bei der Mehrheit handelt es sich um Landsäugetiere. Des Weiteren sind Reptilien, Meeressäuger, Fische, Amphibien und ein Vogel vorhanden. Sie haben Volumen zwischen 0.0003 bis 1.2 m<sup>3</sup> (Anhang 1, ab S. 45).<sup>3</sup> Neben der Wirbeltiersammlung verfügt das Museum über eine entomologische Sammlung mit rund 500'000 Insekten und Spinnentieren. Auch ist eine geologische, mit 150'000 Exemplaren, und eine malakologische\* Sammlung mit mehr als 20'000 Weichtieren vorhanden. Daneben beherbergt das MHNN ein Archiv mit Manuskripten, Drucken, Videos und Fotografien.<sup>4</sup>

---

<sup>1</sup> Geschichte MHNN, 2022 [online].

<sup>2</sup> Auszug aus der Datenbank, zur Verfügung gestellt von Louise Robert im März 2022.

<sup>3</sup> Visite der Reserven durch die Autorin im Januar 2022.

<sup>4</sup> Sammlung MHNN, 2022 [online].

### **1.1.3 Umzug**

In den kommenden Jahren werden die in den aktuellen Reserven gelagerten Sammlungen des MHNN an einen neuen Standort transferiert.<sup>5</sup> Der Umzug wird von den Mitarbeitenden des MHNN geplant und von einem spezialisierten Transportunternehmen und deren Fahrzeugen durchgeführt, wobei der Fahrzeugtransport rund zehn Minuten dauert. Für die Objekte der Sammlung sind verschiedene Transportverpackungstypen vorgesehen: Kleine Exemplare sollen in massangefertigten Schachteln aus säurefreiem\* Karton oder in Rakokisten transportiert werden und grosse, schwere Objekte auf Paletten oder in vom Schreiner des MHNN, Yann Robert, hergestellten offenen, verschraubten und geklammerten Holzkisten mit Verstrebungen (Anhang 2, ab S. 47). Als Polstermaterialien sind unter anderem Seidenpapier, PU- und PE-Schaumstoffe\* vorgesehen. Für die Skelettmontagen ist bis zu Beginn dieser Arbeit kein Verpackungskonzept entwickelt worden.<sup>6</sup>

## **1.2 Skelettmontagen im MHNN**

### **1.2.1 Bedeutung und kulturelle Werte**

Den Skelettmontagen des MHNN kann ein wissenschaftlicher, pädagogischer und historischer Wert zugeschrieben werden. Einige Exemplare weisen zudem Raritätswert auf, da sie äusserst seltene oder ausgestorbene Tiere zeigen.<sup>7</sup> Sie ermöglichen Forschenden und Laien unter anderem das Studium des Skelettaufbaus, des Bewegungsapparats und dessen Vergleich mit anderen Arten und Spezies. Die Skelettmontagen zeugen überdies von den Interessen der Sammler und Praktiken in Wissenschaft und, Präparation im 19. Jahrhundert.<sup>8</sup> Grundsätzlich nehmen Skelettmontagen gegenüber nicht montierten Skeletten viel Platz in Anspruch und sind daher tendenziell selten in grosser Zahl in Sammlungen vertreten.<sup>9</sup>

### **1.2.2 Materialien und technologische Aspekte**

Allgemeine Ausführungen zu den Ausgangsmaterialien von Skelettmontagen – Knochen und Knorpel – sowie der Herstellung von Skelettmontagen – der Präparation und Montage von Knochen und Knorpeln – finden sich in Anhang 3 ab S. 49. In Anhang, ab S. 45 finden sich Graphen zu den Skelettmontagen, in Anhang 2, S. 47 die fotografische Dokumentation der Sammlung. Rund die Hälfte der 53 Skelettmontagen des MHNN sind mit einer Kombination aus Klebung und mechanischer Methoden (Drähte, Schrauben, Nägel, Faden, Holz- und Kunststoffteilen etc.) montiert. Die andere Hälfte scheint ausschliesslich geklebt zu sein, wobei es sich dabei mehrheitlich um sehr kleinformatige Exemplare (beispielsweise kleine Nagetiere) handelt. Einige Exemplare sind ausschliesslich mechanisch montiert.<sup>10</sup>

---

<sup>5</sup> Der Standort der neuen Depoträume ist vertraulich.

<sup>6</sup> Gespräche mit Louise Robert im Februar, März und April 2022.

<sup>7</sup> Gespräche mit Louise Robert im März, April und Mai 2022.

<sup>8</sup> Boissoneault, 2017 [online]; Biologische Präparation, 2022 [online]; Frick & Greeff, 2021, S. 14-15.

<sup>9</sup> Carter & Walker, 1999, S. 9.

<sup>10</sup> Visite der Reserven durch die Autorin im Januar 2022. Die ausschliesslich geklebten Skelettmontagen wurden für eine

### **1.2.3 Verpackung, Lagerung und Zustand**

Die Skelettmontagen befinden sich in den Depoträumen im dritten Obergeschoss des MHNN (Anhang 2, S. 47 und Anhang 1 ab S. 45). Sie sind zusammen mit Säugetier-, Vogel- und Fischpräparaten auf Tablaren in Holzschränken und auf Tablaren und in Schubladen von Kompaktusanlagen gelagert und teilweise schwer zugänglich, da sich davor andere Objekte befinden. Ausser drei Skelettmontagen weisen alle Exemplare eine Form von Lagerverpackung oder Stützstruktur auf: Ein Grossteil (fast alle kleinformatigen Exemplare) befindet sich auf einem Sockel (aus Holz oder PE-Schaumstoff, teils mit einer Stützstruktur aus beschichtetem Metall) mit oder ohne Glasvitrine. Neun Skelettmontagen befinden sich auf einem Sockel und sind mit einer Schutzhülle aus PE-Folie bedeckt. Die restlichen Exemplare befinden sich ohne Sockel unter einer Schutzhülle oder in einer Kartonschachtel. Fast alle Skelettmontagen sind in gutem Zustand. Zehn Exemplare sind als in schlechtem Zustand vermerkt worden, da sie stark verstaubt sind, sich Objektteile losgelöst haben oder die Knochen braun verfärbt sind.<sup>11</sup> Fünf grossformatigere, ausschliesslich geklebte Skelettmontagen sind von Museumsmitarbeitenden mittels angeklebter Zettel als sehr fragil markiert worden.<sup>12</sup>

### **1.2.4 Präsenz von Bioziden**

Zur Herstellung und Konservierung osteologischer Präparate wurden und werden in der Regel keine Substanzen eingesetzt, die bei der Arbeit mit diesen Präparaten besondere Schutzmassnahmen erforderlich machen, da Knochenmaterial nicht zur Nahrungsquelle von Insekten zählt.<sup>13</sup> Da die Skelettmontagen im MHNN aber zusammen mit Vogel- und Säugetierpräparaten gelagert werden (Kapitel 1.2.3, S. 10), ist es wahrscheinlich, dass sie durch Arsenstaub kontaminiert sind. Arsen wurde im MHNN nachweislich zur Schädlingsbekämpfung verwendet und auch in den Kompaktusanlagen identifiziert.<sup>14</sup> Zudem ist eine Kontamination mit Lindan\*,<sup>15</sup> Naphtalin\* und Paradichlorbenzol\*<sup>16</sup> möglich, deren Anwendung im MHNN ebenfalls nachgewiesen ist. Eine Kontamination durch Quecksilber ist unwahrscheinlich, da dieses kaum an Tierpräparaten des MHNN vorhanden ist.<sup>17</sup> Mögliche Biozidkontaminationen der sechs Skelettmontagen sind in den Zustandserfassungen in Kapitel 2, S. 19, und Anhang 12, ab S. 65, vermerkt.

Die oben genannten Substanzen sind toxisch und kanzerogen. Sie können insbesondere über die Atemwege aufgenommen werden. Bei der Manipulation von Exemplaren naturhistorischer Sammlungen sollten dementsprechend Nitrilhandschuhe getragen werden. Da bei der Entstaubung vermehrt Partikel

---

Ausstellung im Jahr 2000 von Martin Zimmerli, dem Präparator des MHNN, hergestellt (Gespräch mit Martin Zimmerli im März 2022).

<sup>11</sup> Visite der Reserven durch die Autorin im Januar 2022.

<sup>12</sup> Visite der Reserven durch die Autorin im Januar 2022. Die ausschliesslich geklebten Skelettmontagen wurden für eine Ausstellung im Jahr 2000 von Martin Zimmerli, dem Präparator des MHNN, hergestellt (Gespräch mit Martin Zimmerli im März 2022).

<sup>13</sup> Gespräch mit Martin Zimmerli im Mai 2022; Stone, 1988a [online], S. 2.

<sup>14</sup> Dangeon, 2014, S. 26-27. 44.

<sup>15</sup> Dangeon, 2014, S. 35-36.

<sup>16</sup> Dangeon, 2014, S. 39.

<sup>17</sup> Dangeon, 2014, S. 31-32.

aufgewirbelt werden, sollten hierbei zusätzlich FFP2- oder FFP3-Masken und Schutzkleidung (Tyvek®-Anzug) getragen oder unter einer Abzugshaube gearbeitet werden. Bei der Verwendung eines Staubsaugers sollte dieser mit einem HEPA 2- oder HEPA 3-Filter ausgerüstet sein.<sup>18</sup>

Die getroffenen Schutzmassnahmen werden in Anhang 14, S. 80, nochmals aufgeführt.

### **1.3 Transportrisiken und ihre Reduktion**

Zu den vom ICC beschriebenen zehn Schadensfaktoren<sup>19</sup> sind im Rahmen von Transporten insbesondere die verschiedenen physikalischen Kräfte\*, die während Transporten auf das Objekt einwirken, inkorrekte Temperatur- und Luftfeuchtwerte, Schadstoffe, Wasser, Schädlinge und Dissoziation\* relevant. Ihr Auftreten und ihre Auswirkungen auf das Transportgut sind vom Transportgut selbst, seiner Verpackung und der Transportweise (Fahrzeug-, Schienen-, Luft- oder Wassertransport) abhängig.<sup>20</sup> Da es sich beim Umzug der Sammlung des MHNN um einen kurzen (ca. 10 min.) Lastwagentransport handelt (Kapitel 1.1.3, S. 9) und Skelettmontagen insbesondere gegenüber physikalischen Kräften empfindlich sind (Kapitel 2.2.1, S. 20) wird der Fokus im Folgenden auf die physikalischen Kräfte gelegt und die anderen Transportrisiken ausgeklammert.

#### **1.3.1 Physikalische Kräfte während Handling- und Transportphasen**

Vibration, Abrasion, Stösse und Schocks sind bei Fahrzeugtransporten und Handlingphasen die Hauptauswirkungen der physikalischen Kräfte\* auf das Transportgut.<sup>21</sup> Während dem Fahrzeugtransport kann das Objekt in erster Linie durch Fahrzeugvibrationen, die Abrasion auslösen können, durch Schocks, die von Herunterfallen oder Ruckeln herrühren, oder durch Kollisionen mit nicht ausreichend gesicherten Objekten beschädigt werden.<sup>22</sup> Während den Handlingphasen (beispielsweise Ein- und Ausladen und Transfers zwischen Transportmitteln) kommt es häufiger zu Schäden als während der Transportphase. Zu den Risiken gehören hier hauptsächlich Schocks durch Herunterfallen des Transportguts.<sup>23</sup> Vibrationen und Schocks können mit entsprechenden Messgeräten im Rahmen von Tests oder während des Transports aufgezeichnet werden.<sup>24</sup> In Anhang 4, ab S. 50, wird näher auf Vibrationen und Schocks eingegangen, da es sich dabei um komplexe Vorgänge handelt, zu deren Verständnis ausführlichere Erläuterungen notwendig sind.

---

<sup>18</sup> Merkblatt D14, 2019 [online]. Stone, 1988b [online], S. 1.

<sup>19</sup> Physikalische Kräfte\*, Diebstahl und Vandalismus, Wasser, Schadstoffe, Feuer, Schädlinge, Strahlung, inkorrekte Temperatur und Luftfeuchte sowie Dissoziation\* (Agents of Deterioration, 2017 [online]).

<sup>20</sup> Macron, 2020 [online], S. 3-8.

<sup>21</sup> Macron, 2018 [online]. Die Unterscheidung von Stoss und Schock ist in der Literatur nicht klar definiert. Macron bezeichnet einen Schock als besonders starken Schock. Im Rahmen dieser Arbeit werden die zwei Begriffe anhand ihres Ursprungs unterschieden: Ein Schock entsteht durch Herunterfallen (also einer Kollision mit dem Untergrund), während ein Stoss durch eine Kollision mit einem Objekt(teil), der Fahrzeuginnenwand etc. verursacht wird.

<sup>22</sup> Macron, 2020 [online], S. 4-5.

<sup>23</sup> Macron, 2020 [online], S. 4.

<sup>24</sup> Dazu u.a. Macron, 2020 [online], S. 100.

### **1.3.2 Reduktion von Transportrisiken im Allgemeinen**

Zur Reduktion der Transportrisiken sollte in einem ersten Schritt eine Zustandserfassung des Transportguts angefertigt werden, um fragile und stabile Zonen, Sensibilitäten, Gewicht und Masse des Objekts zu identifizieren und zu erfassen.<sup>25</sup> Auch sollten möglichst detaillierte Informationen zum Ablauf des Transports, Transportmittel, -dauer und -umstände eingeholt werden. Mit diesen Angaben können die Risiken begründet eingeschätzt und daraufhin geeignete Massnahmen zu deren Reduktion getroffen werden: Es kann sich dabei unter anderem um die Durchführung vorgängiger Konservierungsbehandlungen (beispielsweise die Festigung sehr fragiler Oberflächen oder die Klebung nicht intentionell mobiler Objektteile), um die Auswahl geeigneter Transportmittel (beispielsweise Fahrzeuge mit hydraulisch gefedertem Laderaum für sehr fragile Objekte) oder um einen geeigneten Transportzeitpunkt (zum Beispiel Winter bei wärmeempfindlichen Objekten) sowie um die Demontage von komplexen, mehrteiligen Objekten handeln.<sup>26</sup> Das Schadenspotential physikalischer Kräfte\* lässt sich insbesondere durch die Konzeption angemessener Transportverpackungen reduzieren.<sup>27</sup>

### **1.3.3 Reduktion von Transportrisiken durch Transportverpackungen**

Effektive Transportverpackungen sollen das Transportgut in einem solchen Mass gegen Transportrisiken schützen, dass das Objekt keinen Schaden nimmt. Wie alle Verpackungen sollen auch Transportverpackungen so simpel wie möglich, einfach verständlich und materialsparend sein, damit das Objekt beim Ein- und Auspacken keinen Schaden nimmt, die Verpackung korrekt angewendet und ein angemessenes Preis-Leistungs-Verhältnis erreicht wird. Transportverpackungen sollen insbesondere auch praktisch im Handling sein, also so leicht und klein wie möglich sein, und, bei Verpackungen, die von Hand manipuliert werden, über eine ausreichende Anzahl ergonomischer und klar ersichtlicher Griffe verfügen.<sup>28</sup> Damit kann das Auftreten von Schocks durch Herunterfallen reduziert werden. Des Weiteren unterstützt eine gut sichtbare Beschriftung und Markierung der Transportverpackung die Einhaltung der erforderlichen Art des Handlings und verhindert Dissoziation\*.<sup>29</sup> Trotzdem ist die Wahrscheinlichkeit für Schocks und Stösse bei Transporten hoch<sup>30</sup> und Vibrationen sind nicht zu vermeiden.<sup>31</sup> Transportverpackungen bestehen daher häufig aus einer stabilen, äusseren Hülle, in der Regel eine Kiste, die das Objekt gegen Stösse schützt, und einem inneren Teil aus Polstermaterial, der Schocks und Vibrationen dämpft.<sup>32</sup> Bei diesem inneren Teil kann es sich auch um einen bereits vorhandenen Sockel oder eine Stützstruktur handeln. In diesem Fall sollte das Objekt an diesem befestigt und möglicherweise zusätzlich darin gepolstert werden.<sup>33</sup> Weitere Ausführungen zu Sockeln und

---

<sup>25</sup> Stollow, 1980, S. 33-37 & S. 42-51.

<sup>26</sup> Macron, 2021b [online], S. 2.

<sup>27</sup> Macron, 1991, S. 107.

<sup>28</sup> Stollow, 1987, S. 70-71.

<sup>29</sup> Stollow, 1987, S. 119-122.

<sup>30</sup> Macron, 1991, S. 123.

<sup>31</sup> Macron, 2020 [online], S. 31.

<sup>32</sup> Macron, 2021b [online], S. 6, 11 und 14.

<sup>33</sup> Carter & Walker, 1999, S. 27-28.

Stützkonstruktionen finden sich in den Kapiteln 1.4.4 und 1.4.5, ab S. 17, da sie in der Regel Teil der Lagerverpackung sind. Mit Schock- und Vibrationsmessgeräten kann die Effektivität einer Transportverpackung entweder mittels Tests – beispielsweise Falltests oder Testfahrten<sup>34</sup> – vorgängig evaluiert oder während dem Transport überwacht werden.<sup>35</sup> Bei der Anwendung von Polstermaterial sind einige Punkte zu beachten, um deren Effektivität zu gewährleisten. Im Folgenden wird daher vertieft auf deren Funktionsweise und Anwendung eingegangen.

#### Reduktion von Vibrationen und Schocks durch Polstermaterialien

Vereinfacht ausgedrückt reduzieren Polstermaterialien die eintreffenden physikalischen Kräfte und verteilen sie auf eine grössere Fläche. Bei einem Schock vermindern sie die Beschleunigung und verlängern die Entschleunigungsphase, weil sich die Kraft langsamer durch das weiche Polstermaterial bewegt als durch das härtere Transportgut.<sup>36</sup> Bei Vibrationen verhindern sie eine Vibrationsresonanz und -transmission und führen idealerweise zu einer Vibrationsisolation. Härte und Dicke des Polstermaterials und die Polsterfläche sind zentrale, voneinander abhängige, Faktoren, die über die Effektivität der Schock- und Vibrationsdämpfung entscheiden.<sup>37</sup>

Mithilfe dynamischer Polsterungskurven lässt sich eruieren, wie gross die Polsterfläche, auch statische Flächenlast genannt, eines bestimmten Polstermaterials mit einer bestimmten Dicke idealerweise sein sollte, damit die gewünschte Schockdämpfung erreicht wird.<sup>38</sup> Erklärungen zur Verwendung der Polsterungskurven finden sich unter anderem bei Richard, 1991<sup>39</sup> und in dieser Arbeit in Anhang 5, S. 53. Wichtig ist, dass die Polsterfläche gleichmässig verteilt ist.<sup>40</sup> Die Seitenlänge eines Polsters sollte zudem mindestens 1.33 mal grösser sein als die Polsterdicke, um ein Umknicken und Verbiegen des Polsters zu verhindern.<sup>41</sup>

Der Vibrationsdämpfungsgrad eines Polstermaterials hängt unter anderem von seiner Dicke und seiner Struktur ab. Hersteller und Vertreiber von Polstermaterialien führen auf den Datenblättern oftmals den Schallabsorptionsgrad des Materials auf, der anzeigt, in welchen Frequenzbereichen das Material in einer jeweiligen Dicke absorbiert (beispielsweise Anhang 21, S. 118). Da bei Fahrzeugtransporten eine Vielzahl unterschiedlicher, unregelmässiger Vibrationen zwischen 3 bis 120Hz auftreten (Kapitel 1.3.1, S. 11), ist es aber kaum möglich, mit einem Polstermaterial alle auftretenden Frequenzen zu dämpfen und exakte Berechnungen in die Praxis umzusetzen um eine Vibrationsisolation zu erreichen.<sup>42</sup> Bei der Auswahl eines Polstermaterials zur Vibrationsdämpfung sollte daher ein Material gewählt werden, das einen möglichst grossen Frequenzbereich absorbiert.

---

<sup>34</sup> Dazu u.a. Lächli et al., 2014.

<sup>35</sup> Dazu u.a. Macron, 2020 [online], S. 100.

<sup>36</sup> Piechota, 1986, S. 12; Macron, 2020 [online], S. 25, Abb. 10.

<sup>37</sup> Macron, 2020 [online], S. 22-25.

<sup>38</sup> Richard, 1991, S. 270.

<sup>39</sup> Richard, 1991, S. 271-272.

<sup>40</sup> Macron, 2020 [online], S. 80.

<sup>41</sup> Richard, 1991, S. 276.

<sup>42</sup> Lächli et al., 2014, S. 8.

### **1.3.4 Geläufige Transportverpackungstypen**

Im Folgenden werden in der Fachliteratur geläufige Transportverpackungstypen für grossformatige Objekte kurz präsentiert. Es handelt sich bei den ersten drei Typen um Varianten verschiedener Kistensysteme: Kisten mit Einbettung oder Verstrebung und Doppelkistensysteme. Bei der vierten Variante handelt es sich um die Polsterung der Standfläche des Objekts.

Bei den Kisten kann es sich um massgefertigte oder standardisierte Exemplare aus Holz, Karton, Metall oder einer Kombination dieser Materialtypen handeln. Möglich sind auch offenen Kisten oder Rahmenkonstruktionen.<sup>43</sup> Im MHNN werden für den Transport grossformatiger Präparate offene Holzkisten mit Verstreibungen verwendet (Kapitel 1.1.3, S. 9). Zu den üblichen Transportverpackungstypen zählen Kisten mit Einbettung, Kisten mit Verstreibungen, das Doppelkistensystem sowie die Polsterung der Standfläche. In Anhang 6, ab S. 55, werden diese Transportverpackungstypen näher erläutert und mit Fotografien illustriert.

### **1.3.5 Geläufige Transportverpackungsmaterialien**

Als Transportverpackungsmaterialien in der Fachliteratur häufig anzutreffend sind PU-Schaumstoffe, Papiere und Vliesstoffe, Well- und Wabenkarton sowie Holzwerkstoffe. Sie sollen das Transportgut in erster Linie gegen Vibrationen, Schocks, Stösse und Abrasionen schützen. Da sie (idealerweise) nach dem Transport wieder vom Objekt entfernt werden, spielt ihre chemische Stabilität eine untergeordnete Rolle. Sie sollten aber trotzdem nicht in direkten Kontakt mit der Objektoberfläche kommen, weshalb der Einsatz von Zwischenlagen oder Barrierematerialien, beispielsweise aus den später beschriebenen Folien und Fasergeweben, sinnvoll sein kann.<sup>44</sup> In Anhang 7, ab S. 57, werden diese Transportverpackungsmaterialien näher erläutert und illustriert.

Im MHNN werden zurzeit unter anderem PU- und PE-Schaumstoffe, Seidenpapier, Karton und Holz als Transportverpackungsmaterialien verwendet (Kapitel 1.1.3, S. 9).

---

<sup>43</sup> Macron, 2020 [online], S. 88-98; Snutch, 1997 [online]; Stalow, 1980, S. 55-60.

<sup>44</sup> Weitere Informationen zur chemischen Stabilität von Transportverpackungsmaterialien finden sich u.a. bei Richard et al., 1997, Section 8, Topic: Chemical Stability/Packing Materials (9/91) und Erhardt, 1991.

## **1.4 Lagerungsrisiken und ihre Reduktion**

Bei der Lagerung von Skelettmontagen sind insbesondere fünf der zehn vom CCI beschriebenen Schadensfaktoren<sup>45</sup> von Relevanz. Es handelt sich dabei, wie beim Transport, um die physikalischen Kräfte\*, Dissoziation\*, Strahlung, eine inkorrekte RH sowie Schadstoffe.<sup>46</sup> Im Folgenden wird der Schwerpunkt auf die Risiken der Schadstoffe und der physikalischen Kräfte\* im Kontext der Lagerung gelegt, da sich diese Arbeit mit der Konzeption und Herstellung von Transport- und Lagerverpackungen von Skelettmontagen befasst. Folglich sollen in diesem Kapitel nur Risiken behandelt werden, die insbesondere durch die Lagerverpackung stark beeinflusst werden können und von Relevanz für Skelettmontagen sind.

### **1.4.1 Physikalische Kräfte während der Lagerung**

Die Gefahr von Kollisionen, Herunterfallen oder langanhaltenden Vibrationen ist bei der Lagerung im Gegensatz zu Transporten gering. Relevant ist hier jedoch die Schwerkraft an sich: sie wirkt sich in Form von Druck auf das Objekt aus. Dies hat zuerst eine temporäre Deformation zur Folge, die mit der Zeit zu einer bleibenden Deformation führen kann oder gar zur kompletten Materialermüdung, die sich in Form von Rissen oder Brüchen zeigt. Dies ist insbesondere der Fall, wenn sich der Druck auf eine kleine Fläche beschränkt. Eine sekundäre Auswirkung von Druck ist Abrasion, die in Kombination mit Bewegungen (zum Beispiel Vibrationen) auftritt.<sup>47</sup> Komplexe, schwere, mehrteilige, fragile Objekte wie Skelettmontagen sind besonders gefährdet.

### **1.4.2 Schadstoffexposition während der Lagerung**

Schadstoffe lassen sich in drei, ihrer Wirkungsweise entsprechenden Gruppen einteilen: Luftschadstoffe, Kontaktschadstoffe und objektintrinsische, endogene, Schadstoffe.<sup>48</sup> Letztere sind nur bedingt durch die Lagerverpackung beeinflussbar und werden daher hier ausgeklammert.<sup>49</sup> Zu den Schadstoffen, deren Schadenspotential durch die Lagerungsverpackung beeinflusst werden kann und die problematisch für Skelettmontagen sind, zählen in erster Linie Staub (ein Luftschadstoff) und organische Säuren (ein Luft- wie Kontaktschadstoff), die von ungeeigneten, chemisch nicht inerten\* Verpackungsmaterialien emittiert werden können. In Anhang 8, S. 59, werden Herkunft und Wirkungsweise dieser zwei Schadstoffe näher beschrieben.

---

<sup>45</sup> Physikalische Kräfte\*, Diebstahl und Vandalismus, Wasser, Schadstoffe, Feuer, Schädlinge, Strahlung, inkorrekte Temperatur und Luftfeuchte sowie Dissoziation\* (Agents of Deterioration, 2017 [online]).

<sup>46</sup> Graham, 2018 [online], S. 15-16.

<sup>47</sup> Barclay et al., 1998, S. 3-5.

<sup>48</sup> Tétreault, 2021 [online].

<sup>49</sup> Teilweise kann ihr Schadenspotential durch den Einsatz von Absorbentien oder Beschichtungen reduziert werden (Tétreault, 2021 [online]).



### **1.4.3 Reduktion von Lagerungsrisiken im Allgemeinen**

Allgemeine Massnahmen zur Reduktion von Lagerungsrisiken umfassen das konsequente Beschriften der Objekte, um Dissoziation\* zu verhindern<sup>50</sup> sowie eine Lagerung im Dunkeln, um eine zu hohe VIS- und UV-Strahlungsexposition zu verhindern.<sup>51</sup> Mit Klimakontrollen, Klimatisierungssystemen und allenfalls Klimamitteln kann eine stabile RH sichergestellt werden, die für die gelagerten Materialien angemessen ist.<sup>52</sup> Eine regelmässige, einheitliche Zustandserfassung der Objekte ermöglicht es zudem, allfällige Zustandsverschlechterungen feststellen und Massnahmen treffen zu können.<sup>53</sup> Schadstoffkonzentrationen können, neben der Verwendung stabiler Verpackungsmaterialien, die später behandelt wird, auch durch die Verwendung von Absorbermitteln und dem Sicherstellen eines ausreichenden (gefilterten) Belüftungssystems reduziert werden.<sup>54</sup> Neben einer geeigneten Lagerverpackung spielt bei der Reduktion von physikalischen Kräften auch die Wahl geeigneter Lagermöbel eine wichtige Rolle: Schubladen, Schiebetüren und Rollsysteme sollten regelmässig gewartet und entsprechend konstruiert werden, um ein ruhiges Gleiten ohne Ruckeln zu gewährleisten.<sup>55</sup>

### **1.4.4 Reduktion von Lagerungsrisiken durch Lagerverpackungen**

Durch die Wahl angemessener Lagerverpackungstypen und -materialien kann das Schadenspotential von physikalischen Kräften und Schadstoffexposition erheblich reduziert werden. Bei der Konzeption von Lagerverpackungen gelten grundsätzlich dieselben Kriterien wie für die Konzeption von Transportverpackungen (Kapitel 1.3.3, S. 12): sie sollen möglichst simpel, material- und platzsparend sowie gut beschriftet sein. Da Lagerverpackungen in der Regel zudem viel länger am Objekt verbleiben als Transportverpackungen, ist hier die Wahl chemisch inerte\* Materialien ausschlaggebend, um Schäden am Objekt zu verhindern. Wie bei Transportverpackungen ist auch bei Lagerverpackungen eine angemessene Polsterung zentral, jedoch weniger um Schocks und Vibrationen zu dämpfen, als um Druck zu Verteilen und so zu reduzieren. Im Folgenden werden diese zwei Aufgaben von Lagerverpackungen näher erläutert.

#### *Reduktion von Druck und weitere Aufgaben von Stützstrukturen*

Stützstrukturen verteilen Druck, der eine Auswirkung der Schwerkraft ist, auf eine grössere Fläche und auf stabile Zonen des Objekts.<sup>56</sup> Es müssen also ausreichend Kontaktpunkte an den angemessenen, stabilen Zonen des Objekts gewählt werden. Diese sollten ausreichend gepolstert werden, um Deformationen und Abrasion zu verhindern. Bei der Platzierung des Objekts auf dem Sockel oder der Stützstruktur ist auch der Massenschwerpunkt des Objekts zu berücksichtigen, um ein Kippen zu

---

<sup>50</sup> Graham, 2018 [online], S. 20-21.

<sup>51</sup> Graham, 2018 [online], S. 25; Norris & Waller, 2019, S. 853.

<sup>52</sup> Graham, 2018 [online], S. 26.

<sup>53</sup> Carlyle, 2018 [online], S. 1-2.

<sup>54</sup> Tétreault, 2021 [online].

<sup>55</sup> Frick & Greeff, 2021, S. 37-41.

<sup>56</sup> Barclay et al., 1998, S. 3.

verhindern. Zudem sollte der Sockel oder die Stützstruktur leicht vom Objekt entfernt werden können.<sup>57</sup> Der ästhetische Anspruch an den Sockel, unter anderem seine Sichtbarkeit, ist hier nicht relevant, da es hier um eine Lagerungs- und nicht um eine Ausstellungssituation handelt. Für die Konstruktion sollten chemisch inerte\* Materialien verwendet werden. Weitere Informationen hierzu sind im untenstehenden Abschnitt enthalten.

#### Reduktion von Schadstoffen durch die Wahl chemisch inerte\* Lagerverpackungsmaterialien

Während der Lagerung ist die Verpackung (neben dem Objekt zugehörigen möglichen Schadstoffen) eine der primären möglichen Schadstoffquellen, die das Objekt beschädigen kann: Sie befindet sich in dessen direkter Umgebung und steht teilweise gar in direktem Kontakt mit dem Objekt, und dies in der Regel über einen langen Zeitraum. Folglich sollte die Verpackung aus chemisch stabilen Materialien bestehen.<sup>58</sup> In der Fachliteratur sind geeignete Materialien zu finden.<sup>59</sup> Mittels verschiedener pH-Testverfahren kann der Säuregehalt eines Materials ermittelt werden.<sup>60</sup> Durch einen Oddy Test, bei welchem das zu testende Material einer durch eine hohe RH und Temperatur hervorgerufenen beschleunigten Alterung ausgesetzt wird, kann ermittelt werden, ob das Material beispielsweise Schwefelverbindungen, Säuren oder Chloride emittiert.<sup>61</sup>

#### **1.4.5 Geläufige Lagerverpackungstypen**

In der Fachliteratur werden als Lagerverpackungstypen für grossformatige Objekte naturhistorischer Sammlungen in der Regel unterschiedliche Schachteltypen, verschiedene Systeme zur Staubabdeckung sowie Sockel und Stützstrukturen erwähnt. In Anhang 9, S. 59, werden diese geläufigen Lagerverpackungstypen näher erläutert und illustriert. Im MHNN verfügen die meisten Skelettmontagen über einen Sockel aus beschichtetem Holz, einige über einen Sockel aus PE-Schaumstoff. Grossformatige Exemplare auf einem Holzsockel sind auf Metallstützen gelagert. Als Staubschutz für grossformatige Objekte werden Hüllen aus transparenter, verschweisster LDPE-Schlauchfolie eingesetzt (Kapitel 1.2.3, S. 10). Kleinere Exemplare, beispielsweise der ichthyologischen\* Sammlung zugehörige, sind in verschiedenen Typen von Kartonschachteln gelagert (Kapitel 1.2.3, S. 10).

---

<sup>57</sup> Barclay et al., 1998, S.4-5.

<sup>58</sup> Goffard, 2009 [online].

<sup>59</sup> U.a. bei Tétrault, 2017 [online] und Goffard, 2009 [online].

<sup>60</sup> Für weitere Informationen siehe u.a. Tse, 2008 [online].

<sup>61</sup> Mehr dazu findet sich u.a. bei Oddy Test, 2020 [online].

#### **1.4.6 Geläufige Lagerverpackungsmaterialien**

Lagerverpackungsmaterialien bleiben in der Regel lange in direkter Umgebung des Objekts. Ihre chemische Stabilität ist daher zentral, um eine Schädigung des Objekts durch Schadstoffe zu verhindern. Bei den meisten Lagerverpackungsmaterialien handelt sich um chemisch stabile Varianten der in Kapitel 1.3.5, ab S. 14, und Anhang 7, ab S. 57, aufgeführten Transportverpackungsmaterialien: PE-Schaumstoffe, säurefreie\* Kartons sowie säurefreie\* Papiere, PE-Folien und PE-Vliesstoffe. Als Verbindungselemente werden häufig säurefreie\* Baumwollbänder oder Kunststoffdrucknieten für Karton eingesetzt. Sie sollen das Objekt in erster Linie gegen Staub, Abrasion, Druck und den Kontakt mit chemisch instabilen Materialien schützen. Im MHNN werden zurzeit unter anderem PE-Schaumstoffe, säurefreie\* Papiere und Kartons, LDPE-Schlauchfolie und Tyvek® als Lagerverpackungsmaterialien verwendet (Kapitel 1.2.3, S. 10). In Anhang 10, S. 61, werden in der Fachliteratur häufig anzutreffende Lagerverpackungsmaterialien präsentiert. Es werden dabei nur Informationen aufgeführt, die für die Verwendung im Lagerungskontext relevant sind.

## 2 Teil II: Zusammenfassung der Voruntersuchung der Skelettmontagen

Teil II dieser Arbeit beinhaltet eine Zusammenfassung der Voruntersuchung der sechs Skelettmontagen. Im Folgenden werden die sechs Skelettmontagen und ihr Zustand beschrieben. Zudem wird ihre Fragilität im Hinblick auf den Transport auf Basis der in Teil I gewonnenen Erkenntnisse eingeschätzt. Auch werden im Rahmen einer Diagnostik und Prognostik die Ursachen und möglichen Entwicklungen der in der Zustandserfassung identifizierten Phänomene präsentiert.

### 2.1 Objektbeschreibung

In Anhang 11, ab S. 62, befindet sich die fotografische Dokumentation der sechs bearbeiteten Skelettmontagen. Es handelt sich dabei um ein Känguru (Inv. 94.1060), einen Orang-Utan (Inv. 94.1334A), eine Python (Inv. 91.2566A), einen Strauss (Inv. 92.1010A), ein Walross (Inv. 94.2845) sowie um einen Wels (Inv. 89.2206) (Abb. 1-6). Bis auf das ausschliesslich geklebte Känguru sind die Skelette aus einer Kombination von Klebung und mechanischer Methoden montiert. Bei Orang-Utan und Walross ist im Bereich des Brustkorbs die originale Knorpelmasse vorhanden. Der Orang-Utan ist zudem das einzige Exemplar, das auf einem museographischen Sockel in Form eines Astes montiert ist. Bis auf das Känguru, das über keinen Sockel verfügt, sind alle Skelette entweder auf einem Sockel aus Holz und Metall. Der Wels befindet sich auf einem PE-Schaumstoffsockel.



Abb. 1: Känguru (122x43x79 cm).



Abb. 2: Orang-Utan (73x45x119 cm).



Abb. 3: Strauss (120x69x182 cm).

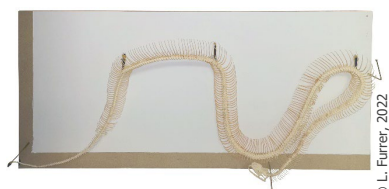


Abb. 4: Python (153x19x70 cm).



Abb. 5: Walross (255x50x68 cm).



Abb. 6: Wels (133x36x28 cm).

## **2.2 Zustand**

In Anhang 12, ab S. 65, befinden sich die ausführlichen Zustandserfassungen der sechs Skelettmontagen. Ihr Zustand ist sehr unterschiedlich: Wels, Python, Orang-Utan Känguru sind generell in einem relativ guten Zustand. Sie sind wenig verstaubt, weisen kaum Fehlstellen am Skelett auf und ihre Montagen und die Sockel-Struktur ist, bis auf die Python, strukturell in gutem Zustand. Walross und Strauss sind in schlechtem Zustand. Ersteres ist sehr stark verstaubt und weist auf den Knochen braune Flecken auf, die von austretenden Fetten stammen. Zudem ist seine Montagestruktur teilweise beschädigt. Das Skelett des Strauss ist strukturell geschädigt: es ist äusserst brüchig und porös. Bei allen Exemplaren sind Depots verschiedener Partikel, fehlende Knochen oder Knochenteile zu verzeichnen und die Klebstoffe sind vergilbt.

### **2.2.1 Evaluation der Objektfragilität im Hinblick auf den Transport**

Die sechs Skelette werden alle als empfindlich gegenüber Transportrisiken eingeschätzt. Das Känguru und der Strauss zählen zu den fragilsten Objekten: der Strauss aufgrund des schlechten strukturellen Zustands der Knochen, das Känguru, weil es ausschliesslich durch Klebungen montiert ist. Der Schockfragilitätsfaktor wird bei allen sechs Exemplaren auf 40-60 g eingeschätzt.<sup>62</sup> Diese Einschätzung basiert einerseits auf ihrem strukturellen Zustand, andererseits auf dem Fakt, dass es sich bei allen um grosse bis sehr grosse und schwere, mehrteilige, zumindest partiell bewegliche, sehr komplexe Kompositobjekte aus porösen, mehrheitlich länglichen Einzelteilen geringen Durchmessers, den Langknochen, handelt.<sup>63</sup>

## **2.3 Diagnostik und Prognostik im Hinblick auf Transport und Lagerung**

Die ausführliche Diagnostik und Prognostik findet sich in Anhang 13, ab S. 76.

Als Ursache der meisten Zustandsphänomene werden nicht angemessene Lagerungsbedingungen (Staub- und Strahlungsexposition, schwankende RH), inadäquate Manipulationen oder natürliche Materialalterung (teils beschleunigt durch nicht ideale Lagerungsbedingungen und möglicherweise den Einsatz aggressiver Knochenpräparationsverfahren) vermutet. Bei einigen Depots könnte es sich zudem um Biozidrückstände handeln (mehr dazu in Kapitel 1.2.4, ab S. 10).

Im Hinblick auf den Transport sind insbesondere die strukturellen Schäden, wie Deformationen und Fehlstellen am Skelett und die Degradation der Montagematerialien, problematisch, da sie die Exemplare hinsichtlich physikalischer Kräfte empfindlicher machen. Im Hinblick auf die Lagerung stellen insbesondere der Staub, die Korrosion der metallenen Montagematerialien und die Verwendung chemisch nicht inerter\* Montagematerialien ein Risiko für den langfristigen Erhalt der Skelettmontagen dar. Sowohl für den Transport wie die Lagerung ist die mögliche Biozidkontamination zu beachten.

---

<sup>62</sup> Einschätzung mithilfe von Tab. 3, S. 13-14 bei Macron, 2020 [online].

<sup>63</sup> Macron, 2020 [online], S. 14-16.

### **3 Teil III: Konzeption und Herstellung der Verpackungen**

Bei Teil III handelt es sich um die Dokumentation der praktischen Anteile dieser Arbeit. In einem ersten Schritt (Kapitel 3.1, S. 21) wird die Zielsetzung unter Berücksichtigung der in Teil I und Teil II gewonnenen Erkenntnisse angepasst und spezifiziert. Danach wird auf die Konzeption und Herstellung der Lager- und Transportverpackungen eingegangen. Eine ausführliche Beschreibung des Vorgehens bei der Herstellung der Lagerverpackungen findet sich in Anhang 16, ab S. 87, für die Transportverpackungen in Anhang 17, ab S. 91. Die der Verpackung der Skelettmontagen vorangehenden vorbereitenden Interventionen – Entstaubung und Klebungen – werden in Anhang 14, ab S. 80, präsentiert.

#### **3.1 Zielsetzung unter Berücksichtigung von Theorieteil und Voruntersuchung**

Unter Berücksichtigung der in Teil I und Teil II dieser Arbeit gewonnenen Erkenntnisse kann die in der Einleitung formulierte Zielsetzung wie folgt angepasst und spezifiziert werden:

- Zu den Hauptrisiken für die Skelettmontagen zählen beim Transport die Vibrationen und Schocks. Mithilfe eines auf die Skelettmontage adaptierten Transportverpackungstyps und der Wahl angemessener Transportverpackungsmaterialien sollen die Exemplare vor Schockintensitäten über 40-60 g geschützt werden und Vibrationen isoliert werden.
- Zu den Hauptrisiken während der Lagerung zählen Staub und Säuren. Mit der Wahl angemessener Lagerverpackungstypen und der Verwendung chemisch inerte\* Materialien kann das Gefahrenpotential dieser Risiken minimiert werden.

#### **3.2 Konzeption der Lagerverpackung**

In den folgenden Kapiteln werden die auf Basis des Theorieteils gewählten Lagerverpackungen (Kapitel 1.4.5, S. 17 und Anhang 9, S. 59) und die für ihre Herstellung gewählten Materialien (Kapitel 1.4.6, S. 18 und Anhang 10, S. 61) präsentiert. Da die Lagerverpackungen direkt an den Exemplaren verbleiben und Grundlage für die Konstruktion der Transportverpackungen sind, wurden sie zuerst konzipiert. Sie werden daher hier vor den Transportverpackungen präsentiert.

##### **3.2.1 Stützkonstruktion**

###### Präsentation des Verpackungstyps

Exemplare ohne Sockel – das Känguru – oder mit instabilem Sockel – der Wels – benötigen eine Stützkonstruktion. Damit lässt sich der Druck auf eine grössere Fläche verteilen, ein Umkippen des Skeletts verhindern und ermöglicht zudem beim Transport eine Polsterung der Sockelstandfläche und vereinfacht die Immobilisierung beweglicher Teile, da diese so am Sockel fixiert werden können. Im Lagerungskontext vereinfachen Stützkonstruktionen zudem die Manipulation und Platzierung der Exemplare. Die Stützkonstruktion umfasst eine stabile, steife Sockelbasis mit fest darauf fixierten

Stützen. Diese sollen stabile Zonen der Skelettmontage stützen, die im Rahmen der Zustandserfassung (Anhang 12, S. 65) identifiziert wurden. Fragile, unbewegliche Zonen sollen nicht in Kontakt mit der Verpackung kommen, um Abrasion, Brüche und Risse zu verhindern. Fragile, bewegliche Zonen sollen fixiert werden, aber kein Gewicht tragen (also nicht gestützt werden). Kontaktzonen zwischen Knochen und zwischen Stützkonstruktion und Knochen sollen mit chemisch inertem\*, nicht-abrasivem Material geschützt werden.

Bei Exemplaren mit einem sehr instabilen Sockel – das Walross und die Python - ist eine Stabilisierung des vorhandenen Sockels notwendig. Beim Walross müssen hierfür die Holzplatten, welche die Fussknochen fixieren, neu angeschraubt werden und bei der Python die Kunststoffstäbe, die an die Wirbelsäule geklebt sind, neu an der MDF-Rückwand befestigt werden.

#### Präsentation der Materialien

Für die Basis der Stützkonstruktion soll der stabile und steife säurefreie\* Wabenkarton mit Dicke 8.3 cm eingesetzt werden. Darauf sollen mit säurefreien\* Baumwollbändern Stützen aus PE-Schaumstoff (Ethafoam®, 35 kg/m<sup>3</sup>) befestigt werden. Die Kontaktflächen zwischen Skelett und Stützen sollen mit Tyvek® versehen werden, um Abrasion zu verhindern. Zur Befestigung der Kunststoffstäbe der Python werden Kabelbinder aus dem chemisch inertem\* Nylon vorgeschlagen, da mit diesen eine starke, langlebige Fixierung erreicht werden kann.

### **3.2.2 Kartonschachtel**

#### Präsentation des Verpackungstyps

Für den Wels soll eine Kartonschachtel als Lagerverpackung konzipiert werden. Die Kartonschachtel soll über eine horizontale Öffnung verfügen, um den Standards des MHNN zu entsprechen. Zudem wird so die Entnahme aus der Schachtel erleichtert, da das grosse und relativ schwere Exemplar auf dem Sockel herausgezogen werden kann und nicht angehoben werden muss. Der Deckel soll mit der Schachtel verbunden sein, da so bei der Entnahme weniger Fläche benötigt wird, weil der Deckel nicht separat platziert werden muss.

#### Präsentation der Materialien

Zur Konstruktion der Schachtel soll säurefreier\*, einwelliger Wellkarton der Dicke 0.3 cm verwendet werden. Diese Dicke ist notwendig, da es sich um eine relativ grosse Schachtel handelt. Zudem soll der Boden der Schachtel entweder gänzlich aus zwei übereinander gelegten Kartonplatten bestehen oder über Verstrebungen verfügen. Damit sichergestellt werden kann, dass die Schachtel chemisch inert\* ist, soll die Konstruktion ausschliesslich mechanisch mithilfe von Kunststoffnieten durchgeführt und auf Klebstoffe verzichtet werden.

### **3.2.3 Staubschutz**

#### Präsentation des Verpackungstyps

Als Staubschutz sollen, wie im MHNN üblich, transparente Hüllen eingesetzt werden. Da diese auch beim Transport verwendet werden, müssen sie ausreichend gross sein, dass auch bei Kontakt mit den Verstreben der offenen Kiste immer noch das gesamte Skelett bedeckt ist. Da es sich um einen Staubschutz handelt, ist es nicht notwendig, dass die Hüllen komplett dicht sind. Die Hülle bleibt daher unten offen, damit sie bei Bedarf ohne Aufschneiden von der Skelettmontage entfernt werden kann.

#### Präsentation der Materialien

Zur Herstellung der Staubschutzhüllen soll LDPE-Schlauchfolie mit Dicke 100 µm verwendet werden. Diese kann einfach auf die Aussenform des Exemplars zugeschnitten werden, ist dicht und transparent. Verbindungen sollen mit einer einfachen Schweissnaht erstellt werden. Eine zweifache Schweissnaht ist nicht notwendig, da die Hülle als Staubschutz nicht komplett dicht sein muss und unten ohnehin offen bleiben soll.

## **3.3 Herstellung der Lagerverpackungen**

Aus Zeitgründen wurden nur die Verpackungen für den Wels, das Känguru und den Strauss realisiert. Für die Lagerverpackung der anderen drei Skelettmontagen wurden Illustrationen erstellt.

In den folgenden Kapiteln wird eine Bilanz zu den Ergebnissen der Herstellung der Lagerverpackungen präsentiert. Eine ausführliche Beschreibung des Vorgehens bei der Herstellung der Verpackungen findet sich in Anhang 16, ab S. 87. Eine Auflistung aller verwendeten Produkte und Materialien findet sich in Anhang 20, S. 115. Eine Auswahl von Produktdatenblättern findet sich in Anhang 21, ab S. 116. In Anhang 18, ab S. 93, findet sich die bildliche Dokumentation der konzipierten und realisierten Verpackungen.

### **3.3.1 Stützkonstruktion**

Das Konzept für die Stützkonstruktion konnte wie geplant erstellt werden. Die Herstellung passgenauer Stützelemente erwies sich als zeitaufwändig und kompliziert, weil die Skelettmontagen relativ grossformatig sind und teilweise nicht von einer Person allein hochgehoben werden können. Die Verwendung von Schablonen hat die Herstellung vereinfacht. Die Stabilität der Stützkonstruktion ist zufriedenstellend. Die Stützen an sich verfügen über ausreichend Stabilität, was vor allem am Einsatz von Querverstreben und ausreichend dickem und hartem Schaumstoff liegt. Die Fixierung der Stützen an der Platte ist relativ stabil, könnte sich aber mit der Zeit lösen, weil der Schaumstoff sich unter dem Zug komprimiert. Der Einsatz der Kunststoffdruckniete wirkt dem nur an den Kantenzonen der Löcher entgegen. Die Niete tragen aber zu einem "sauberen" Erscheinungsbild der Stützkonstruktion bei, weil sie die teils leicht ausgefranst Löcher in Wabenplatte und Schaumstoff verdecken.



### **3.3.2 Kartonschachtel**

Das Konzept für die Herstellung der Kartonschachtel konnte erfolgreich realisiert werden. Die Schachtel verfügt aufgrund des doppelten Bodens trotz ihrer Grösse über eine sehr gute Stabilität. Sie kann auch von einer Person allein getragen werden und verbiegt sich dabei nicht. Die Schachtel lässt sich ohne flüssig schliessen und der Deckel sitzt fest auf dem Bodenteil. Die Platzierung der Kunststoffniete ist jedoch nicht ideal: bei der Hinterseite der Schachtel hätten die Niete idealerweise weiter oben, näher an der der Faltstelle des Deckels, platziert werden sollen. Der Deckelteil steht so bei geöffnetem Zustand leicht ab. Die Niete der hinteren Seitenklappen des Bodenteils hingegen hätten weiter vorne und weiter unten platziert werden sollen, da sie sich bei geschlossenem Deckel unter den Deckelklappen befinden. Ein flüssiges Schliessen des Deckels beeinträchtigen sie aber nicht. Ein weiterer Mangel ist die Grösse der Seitenklappen des Bodenteils: sie reichen bis in die Hälfte der Seitenwände der Schachtel und beeinträchtigen daher ein stockungsfreies Hineinschieben des Sockels mit der Schädelstütze des Welses.

### **3.3.3 Staubschutz**

Die Herstellung der Schutzhülle konnte wie geplant durchgeführt werden. Es konnten passgenaue, ausreichend grosse Hüllen fabriziert werden. Eine Möglichkeit wäre auch die Herstellung einer wiederverschliessbaren Hülle gewesen. Hierfür wurden einige Verschlusstechniken getestet. Schlussendlich wurde aber in Absprache mit Personen des MHNN entschieden, bis auf eine Seite komplett geschlossene Schutzhüllen herzustellen und damit den Praktiken des MHNN zu entsprechen. Der Vorteil einer wiederverschliessbaren Schutzhülle wäre ein leichteres Anbringen und Entfernen auf der Skelettmontage, da so nicht nur ein Überstülpen von oben nach unten, sondern auch von anderen Seiten her (abhängig von der Platzierung der zusätzlichen Öffnung) möglich wäre.

## **3.4 Konzeption der Transportverpackungen**

In den folgenden Kapiteln werden die auf Basis des Theorieteils definierten Transportverpackungstypen (Kapitel 1.3.4, ab S. 14) – eine adaptierte und eine klassische Version der Doppelkiste – und die für ihre Herstellung gewählten Materialien (Kapitel 1.3.5, ab S. 14) präsentiert.

### **3.4.1 Adaptierte Doppelkiste**

#### Präsentation des Verpackungstyps

Für grössere Skelettmontagen – dazu gehören alle hier betrachteten Skelettmontagen ausser der Wels und die Python – eignet sich eine Adaption des klassischen Doppelkistensystems (Abb. 7). Es handelt sich dabei um eine Kombination aus drei geläufigen Transportverpackungstypen: Fragile, bewegliche Skeletteile, die nicht durch den Sockel oder die Stützkonstruktion stabilisiert werden, werden mithilfe von PE-Schaumstoffelementen partiell eingebettet, um sie zu immobilisieren und zu schützen. Diese partielle Einbettung vereinfacht zudem die Herstellung und reduziert den Materialverbrauch. Der Sockel

wird mit Spanngurten fixiert und das Skelett wiederum an stabilen Zonen fest am Sockel fixiert. Die Einheit aus Sockel, Stützkonstruktionen, Einbettung und Skelett kann als "innere Kiste" bezeichnet werden. Damit soll keine Dämpfung, sondern ausschliesslich Fixierung und Stabilisierung erreicht werden. Da hier chemisch inertes\* Material verwendet wird, kann diese Verpackung auch nach dem Transport in der Lagerverpackung verbleiben. Die Verpackungselemente der inneren Kiste sollen mit einheitlichen Buchstaben markiert werden, damit ihre (De-)Montage mit einer Verpackungsanleitung erklärt werden kann. Diese Markierungen sollen mechanisch auf den Elementen angebracht werden, um die Verwendung von möglicherweise chemisch instabilen Klebstoffen zu verhindern.

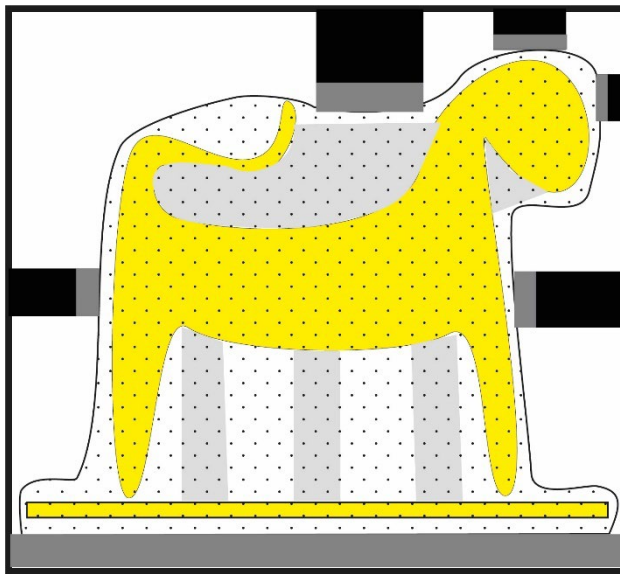


Abb. 7: Schematische Darstellung des adaptierten Doppelkistensystems. Das Objekt auf dem Sockel (gelb) wird mit verschiedenen Elementen (Stützen, Einbettung etc.) (hellgrau) immobilisiert. Diese "innere Kiste" (gepunktet) wird in einer äusseren Kiste in Form einer offenen Kiste mit Verstrebungen (schwarz) fixiert. Die Kontaktzonen zwischen Verstrebungen und Objekt und die Standfläche des Objekts werden gepolstert (dunkelgrau).

Die innere Kiste wird in der als äusseren Kiste fungierenden offenen Holzkiste mit Verstrebungen in Form von angeschraubten Holzelementen, wie sie schon im MHNN verwendet wird (Kapitel 1.1.3, S. 9), platziert. Sie schützt gegen Stösse. Der Boden der äusseren Kiste besteht im Gegensatz zu den anderen Seiten aus einer geschlossenen Holzplatte. So kann unter der Sockelstandfläche und an den Kontaktzonen der Verstrebungen der Holzkiste mit der Skelettmontage – also zwischen "innerer und äusserer Kiste" – Polstermaterial platziert werden, um Schocks und Vibrationen zu dämpfen.

Die Holzkiste mit Verstrebungen soll hier folglich nicht als innere Kiste eingesetzt werden: Die Skelettmontagen sollen nicht fest in der offenen Kiste fixiert und das Polstermaterial um die offene Kiste platziert werden. Vielmehr soll das partiell eingebettete, fixierte Skelett als "innere Kiste" fungieren und die offene Holzkiste als äussere Kiste. Es handelt sich dabei um eine Entscheidung der Autorin, die folgendermassen begründet werden kann:

- Die Skelettmontagen sollen für Lagerung und Transport in einer Schutzhülle aus PE-Folie platziert werden. Damit können Verstrebungen der offenen Kiste nur um diese Schutzhülle herum angebracht werden. Ein komplettes Fixieren der Skelettmontagen in der Kiste gestaltet sich damit schwieriger.
- Wenn die Einheit aus Skelettmontage und offener Kiste als "innere Kiste" betrachtet wird, wird mehr Polstermaterial notwendig sein, da sich dessen Menge unter anderem aus dem Gewicht der inneren Kiste berechnet. Die offene Kiste ist in einigen Fällen deutlich schwerer als die Skelettmontage selbst.

- Wenn das Polstermaterial um die offene Kiste herum angeordnet wird, muss es relativ aufwändig mit Spanngurten befestigt werden. Es ist möglich, dass die Spanngurten zu stark angezogen werden und das Polstermaterial damit so stark komprimiert wird, dass es seine Dämpfungseigenschaften nur noch reduziert erfüllen kann.
- Da es sich um offene Kisten handelt (was sinnvoll ist, da damit das Gewicht reduziert werden kann, dies bei ähnlicher Stabilität), liegt das Polstermaterial insgesamt nur auf einer kleinen Fläche auf. Dementsprechend ist das Gewicht pro Fläche hoch, weshalb das Polstermaterial möglicherweise stark komprimiert wird und nur noch in reduziertem Masse dämpfend wirken kann.

### Präsentation der Materialien

Die Materialien für die äussere Kiste – die offene Holzkiste mit Verstrebungen – sind durch das MHNN vorgegeben: Es handelt sich um verschraubte und geklammerte offene Kisten aus Holz (Kapitel 1.1.3, S. 9).

Für die partielle Einbettung soll der härtere PE-Schaumstoff (Ethafoam®, 35 kg/m<sup>3</sup>) eingesetzt werden. Mit Knochen in Kontakt stehende Flächen sollen mit Tyvek® bedeckt werden, um Abrasion zu verhindern. Zur Fixierung der Knochen an den PE-Elementen, am Sockel und an der Stützstruktur sollen säurefreie\* Baumwollbänder zum Einsatz kommen. Zur Markierung der Verpackungselemente der inneren Kiste soll säurefreies\* Papier verwendet werden, das mit schwarzem Permanentmarker beschriftet wird. Das Papier soll in den im PE-Schaumstoff eingefügten Schnitten fixiert werden.

Als weiches Polstermaterial zwischen "innerer und äusserer Kiste", also unter der Sockelstandfläche, an den Holzverstrebungen und zwischen Kartonschachtel und offener Kiste, soll PUR-Ether der Dichte 32 kg/m<sup>3</sup> mit einer Dicke von 5 cm verwendet werden. Dieser verfügt über gute Dämpfungseigenschaften und ist kostengünstig. Zudem ist er bei den üblichen Lieferanten des MHNN erhältlich.<sup>64</sup> Für schwerere Exemplare sollen zwei Schaumstoffplatten übereinandergelegt werden, um ein komplettes Komprimieren des Schaumstoffs zu verhindern, denn das würde zu einer Reduktion der Dämpfungskapazitäten führen. Da kein klassisches Doppelkistensystem mit einer geschlossenen inneren Kiste verwendet wird, ist die Polsterfläche der inneren Kiste beschränkt: es können nur die Sockelstandfläche und stabile Skelettzonen gepolstert werden. Daher wurde vorgängig eine Testreihe zu den Schockdämpfungskapazitäten des PU-Ethers in Kombination mit dem PE-Schaumstoff durchgeführt (Anhang 15, S. 83). Mit der Testreihe konnte bestätigt werden, dass auch mit einer Polsterfläche, die unter der optimalen Fläche liegt, eine ausreichende Schockdämpfung erreicht werden kann.

---

<sup>64</sup> Aufgrund langer Lieferfristen musste das Verpackungsmaterial frühzeitig bestellt werden, bevor Tests durchgeführt werden konnten oder praktische Arbeiten begannen. Die benötigten Materialien wurden daher anhand der im Theorieteil gewonnenen Erkenntnisse bestimmt.

### **3.4.2 Doppelkiste**

#### Präsentation des Verpackungstyps

Für besonders fragile, komplexe Exemplare eignet sich die Konzeption einer Doppelkiste mit partieller Einbettung des Objekts in der inneren Kiste. Dieser Transportverpackungstyp, bei dem eine geschlossene innere Kiste notwendig ist, eignet sich nur für kleinere, leichtere Exemplare. Im Rahmen dieser Arbeit sind dies der Wels und die sehr fragile Python. Als innere Kiste, die auch als Lagerverpackung eingesetzt werden kann, wird für den Wels eine Kartonschachtel verwendet, da bereits andere Exemplare der ichthyologischen\* Sammlung im MHNN so gelagert werden. Ausführungen zur Konzeption der Kartonschachtel finden sich in Anhang 16, S. 87. Für die Python soll eine demontierbare, geschlossene innere Kiste aus Karton oder Holz hergestellt werden. Da die Stützkonstruktionen nicht jede Bewegung des Skeletts unterbindet, sind auch hier partielle Einbettungen notwendig: Beim Wels werden einerseits der Schädel, welcher der schwerste Teil des Skeletts ist, sowie die Wirbelsäule, welche aufgrund ihrer Länge und der dünnen Knochen sehr beweglich ist, in die Kartonschachtel eingebettet. Insgesamt sollen fünf Elemente aus 5 cm dickem PE-Schaumstoff hergestellt werden: vier für die Einbettung der Wirbelsäule und eine für die Einbettung des Schädels. Das Element für den Schädel umschliesst den Kopf mittig und entspricht der Innenhöhe der Schachtel. So können vertikale Bewegungen verhindert werden. Da die Stütze zwischen Kartonschachtelinnenseite und Schädel festgeklemmt wird, werden auch horizontale Bewegungen verhindert. Zwischen den vier Wirbelsäulenstützen, die ebenfalls so hoch wie die Innenhöhe der Schachtel sind, wird die Wirbelsäule eingeklemmt. Die (De-)Montage der Verpackungselemente der inneren Kiste soll möglichst einfach und nachvollziehbar sein. Um eine Verpackungsanleitung erstellen zu können, sollen daher die Elemente und ihre Platzierung auf der Stützstruktur und in der Schachtel markiert werden.

Für die Fixierung der Python in der inneren Kiste sollen PE-Elemente auf der Wirbelsäule platziert werden. So kann sichergestellt werden, dass nur dort Druck auf das ansonsten sehr fragile Skelett ausgeübt wird und die fragilen Rippen nicht in Kontakt mit der Verpackung kommen.

Die innere Kiste soll mit Polstermaterial in einer äusseren Kiste in Form einer offenen Holzkiste, wie sie im MHNN bereits verwendet wird (Kapitel 1.1.3, S. 9), platziert werden. Zur Berechnung der optimalen Polsterfläche soll die dynamische Polsterungskurve des Polstermaterials verwendet werden. Deren Anwendung wird in Anhang 5, S. 53, erläutert.

#### Präsentation der Materialien

Es handelt sich um dieselben Materialien wie sie auch für das adaptierte Doppelkistensystem verwendet werden: Ethafoam®, Wellkarton, Tyvek® und Holz für die innere und äussere Kiste und PU-Ether als Polstermaterial. Der Einsatz von Baumwollbändern zur Fixierung der PE-Elemente ist nur bei der Python notwendig, da die für den Wels verwendeten PE-Elemente ausreichend gross sind, um in der Kartonschachtel durch Einklemmen fixiert zu werden. Zur Markierung der Verpackungselemente für den Wels soll säurefreies\* Papier verwendet werden, das in Einschnitte im PE-Schaumstoff fixiert und mit

alterungsbeständigen Klebestreifen (Transotype®) auf der Stützkonstruktion und im Inneren der Schachtel angebracht wird.

Die Grösse der 5 cm dicken PU-Ether-Polster zwischen innerer und äusserer Kiste kann, da es sich um ein klassisches Doppelkistensystem mit geschlossener innerer Kiste handelt, mithilfe dynamischer Polsterungskurven berechnet werden.

### **3.5 Herstellung der Transportverpackungen**

Aus Zeitgründen wurden für drei der hier betrachteten Skelettmontagen – den Wels, das Känguru und den Strauss – Verpackungen ausgeführt. Diese Skelette unterscheiden sich und sind repräsentativ für die restlichen drei sowie die weiteren grossformatigen Skelettmontagen der Sammlung. Bei deren Verpackung konnten ausreichend Erfahrungen gesammelt werden, um im Anschluss eine allgemeine Anleitung für die Verpackung der restlichen grossformatigen Skelettmontagen der Sammlung zu verfassen und ausführliche Pläne für die Verpackung der restlichen drei Skelette – den Orang-Utan, die Python und das Walross – zu erstellen (Anhang 19, ab S. 99). Im Folgenden wird eine Bilanz zur Herstellung der zwei Transportverpackungstypen – das adaptierte Doppelkistensystem und das klassische Doppelkistensystem – gezogen. Das Vorgehen bei der Herstellung der Transportverpackungen wird in Anhang 17, S. 91, erläutert. Eine Auflistung aller verwendeten Produkte und Materialien findet sich in Anhang 20, S. 115. Eine Auswahl von Produktdatenblättern findet sich in Anhang 21, ab S. 116. In Anhang 18, ab S. 93, findet sich die bildliche Dokumentation der konzipierten und realisierten Verpackungen.

#### **3.5.1 Adaptiertes Doppelkistensystem**

Da neben der Einbettung zusätzlich Schienen und Keile als Transportverpackungselemente eingesetzt wurden, wurde vom ursprünglichen Transportverpackungskonzept leicht abgewichen. Jedoch konnte durch die Verwendung dieser verschiedenen Typen ressourcensparender gearbeitet werden, da die Herstellung von Einbettungen viel Zeit und Verpackungsmaterial erfordert. Durch die Verwendung der Einbettungen, Keile und Schienen konnte die Mehrheit der mobilen Skeletteile stabilisiert und alle fragilen Zonen geschützt werden. Eine komplette Fixierung war jedoch insbesondere beim sehr hohen Straussenskelett, das zudem über eine relativ kleine Sockelbasis verfügt, nicht möglich. In der Achse "Schwanz – Kopf" konnte eine erfolgreiche Immobilisierung erreicht werden. In der Achse "Flügel – Flügel" (seitwärts) ist jedoch insbesondere der lange, dünne Hals noch beweglich. Eine Fixierung des Halses hat sich als schwierig erwiesen, da er weit nach oben ragt und nur in der Achse Richtung Schwanz an den Hüftknochen fixiert werden konnte, seitwärts jedoch nirgends ein möglicher Fixationspunkt vorhanden war. Dementsprechend müssen Hals und Schädel durch die Platzierung von Holzelementen, also durch die äussere Kiste, fixiert werden, was nicht dem ursprünglichen Konzept entspricht.

### **3.5.2 Doppelkistensystem**

Das Doppelkistensystem zur Verpackung des Welses konnte bis auf die Herstellung der PU-Ether-Polster wie geplant durchgeführt werden. Die offene Holzkiste wird zudem vom Schreiner des MHNN nach Abschluss dieser Arbeit hergestellt. Zur (De-)Montage der Verpackungselemente muss die Skelettmontage auf der Stützstruktur aus der Schachtel genommen werden. Die Positionierung der Elemente konnte durch die Markierungen aber nachvollziehbar gestaltet werden. Durch die Elemente, die der Innenhöhe der Schachtel entsprechen, wird die Stabilität der Schachtel nochmals erhöht und ein Einknicken des Deckels verhindert. Die Elemente können zudem nach dem Transport in der Schachtel gelagert werden. Ein negativer Punkt ist, dass durch die Grösse der inneren Seitenklappen ein stockungsfreies Schieben der Stützkonstruktion mit der Kopfstütze in die Schachtel verhindert wird: Die Position der Kopfstütze muss, nach Platzierung der Stützkonstruktion in der Schachtel, nochmals nachjustiert werden.

## **3.6 Verfassen der Verpackungsanleitungen**

Im Folgenden wird Konzept und Vorgehen beim Verfassen der Verpackungsanleitungstypen präsentiert sowie eine Bilanz gezogen. Für die sechs konzipierten beziehungsweise realisierten Verpackungen wurde je eine Anleitung zur Montage der Verpackung verfasst. Zudem wurde eine allgemeine Anleitung für die Verpackung der restlichen grossformatigen Skelettmontagen des MHNN verfasst. Die Anleitungen sollen den Mitarbeitenden bei der Anwendung der Verpackungen und der Herstellung weiterer Verpackungen dienen. Sie sind dementsprechend an eine Leserschaft gerichtet, die mit der Arbeit mit Sammlungsgut vertraut ist und sich deren Wert bewusst ist, aber nicht zwingend die mit Skelettmontagen einhergehenden Problematiken kennt. Die Anleitungen auf Deutsch und Französisch finden sich in Anhang 19 ,ab S. 99.

### **3.6.1 Anleitung für die konzipierten bzw. realisierten sechs Verpackungen**

#### Konzept und Durchführung

Die Anleitungen für die realisierten bzw. konzipierten sechs Verpackungen wurden auf Basis von Gesprächen und Rückmeldungen von Lucile Ruynat erarbeitet. Sie sollen Schritt für Schritt durch den Verpackungsprozess führen und maximal eine A4 Seite umfassen. Dies soll die Wahrscheinlichkeit erhöhen, dass sie tatsächlich konsultiert werden. Zudem sollte so wenig Text wie nötig sondern vielmehr Illustrationen und Fotografien eingesetzt werden. Zudem wurde darauf geachtet, die verschiedenen Schritte kurz zu begründen, um die Bereitschaft zu wecken, die Verpackung wie beschrieben durchzuführen.

Die Anleitung wurde in 4 Schritte gegliedert: Fixieren; Einrahmen und Polstern; Markieren; Kontrollieren und Korrigieren. Zudem wurde ein Abschnitt mit vorgängig zu beachtenden allgemeinen, wichtigen Punkten (unter anderem Handschuhe tragen, einfach lösbare Knoten verwenden) eingefügt. Im Abschnitt "Fixieren" wurde mittels Fotografien und Illustrationen sowie kurzen Beschreibungen Schritt

für Schritt die durchzuführenden Massnahmen dargestellt. In den Beschreibungen werden die Markierungen auf den Verpackungselementen genannt. Es wurde zudem darauf geachtet, gut erkennbare Farben (Blau und Gelb) einzusetzen. Im Abschnitt "Einrahmen und Polstern" wurde jeweils eine Illustration der "inneren Kiste" angefügt mit Markierung der stabilen Zonen, die durch Holzelemente in den Holzrahmen gestützt werden können. Im Abschnitt "Markieren" wird lediglich darauf hingewiesen, den Holzrahmen nach Abschluss der Arbeiten entsprechend den Vorgaben des MHNN mit einem QR-Code zu markieren. Zuletzt werden im Abschnitt "Kontrollieren und Korrigieren" die zwei Hauptprobleme (sich bewegende Knochen und eine sich in der äusseren Kiste bewegende innere Kiste) aufgeführt und kurz Lösungsvorschläge präsentiert.

### Bilanz

Die Anleitungen beinhalten die zentralen zu beachtenden Punkte und führen mehrheitlich klar durch den Verpackungsprozess. Die Begrenzung auf eine A4 Seite stellt sich gerade bei komplexeren Verpackungen als schwierig dar. Die Hauptschritte des Verpackungsprozesses konnten klar dargelegt werden. Komplexere Vorgänge (z.B. ein punktgenaues Platzieren eines Verpackungselements) wurden nicht im Detail erklärt, da dies über den Umfang einer Seite A4 hinausgegangen wäre. In solchen Fällen wurde versucht, das Ziel und mögliche Lösungen für diesen Schritt darzulegen, damit die Mitarbeitenden eine passende Lösung (beispielsweise eine geeignete Zone zur Platzierung des Elements) finden können. Die Funktionalität der Anleitungen wird sich im weiteren Verlauf der Vorbereitungen auf den Umzug zeigen.

## **3.6.2 Allgemeine Anleitung für die Verpackung der restlichen grossformatigen Skelettmontagen**

### Konzept und Durchführung

Die allgemeine Verpackungsanleitung soll, wie die spezifischen Anleitungen, Schritt für Schritt durch den Verpackungsprozess führen. Im Gegensatz zu den sechs spezifischen Anleitungen ist die allgemeine Anleitung weniger konkret und fokussiert dafür mehr auf vorgängig zu beachtende Punkte. Sie umfasst zwei Seiten A4. Auf der ersten Seite wird kurz begründet, weshalb die Skelettmontagen eine aufwändigere Transportverpackung benötigen. Darauf folgen wiederum vorgängig zu beachtende wichtige Punkte (Handschuhe etc.). Zudem werden die benötigten Materialien aufgelistet, weil diese im Gegensatz zu den realisierten Verpackungen noch nicht zur Verfügung stehen. Auf der ersten Seite werden zudem die fünf Hauptschritte und deren Begründung, welche die vier oben beschriebenen Schritte umfasst, aber zusätzlich eine vorgängige Zustandserfassung beinhalten, zusammengefasst sowie einige Abbildungen als Beispiele für Verpackungsmöglichkeiten sowie problematische Objektzonen aufgeführt.

Auf der zweiten Seite erfolgt eine ausführliche Erläuterung der fünf Verpackungsschritte in Form von Stichworten, da hier keine Abbildungen eingesetzt werden konnten. Durch den Einsatz von grau hinterlegten, durch Pfeile getrennten Textblöcken, wurde versucht, eine möglichst klare Gliederung zu erreichen und den Eindruck zu verhindern, dass es sich um einen langen Fliesstext handle. Beim Schritt "Einrahmen und Polstern" wurde entschieden, die Anwendung dynamischer Polsterungskurven nicht aufzuführen. Die Testreihe hat gezeigt, dass auch bei Nicht-Berücksichtigung der optimalen Polsterungsfläche in der grossen Mehrheit der Fälle die Schockintensitäten unter dem Schockfragilitätsfaktor von 40 g liegen und daher auf die genaue Berechnung der Polsterfläche verzichtet werden kann. Zudem wird die Mehrheit der grossformatigen Skelettmontagen aufgrund ihrer Grösse nicht in einem klassischen Doppelkistensystem verpackt werden, sondern vielmehr in der hier beschriebenen adaptierten oder in ähnlichen Versionen.

### Bilanz

Bei Konsultation der ersten Seite der Anleitung werden bereits die wichtigsten zu beachtenden Punkte offensichtlich. Die genaue Anleitung auf der zweiten Seite ist möglicherweise bei der Verpackung der ersten Skelettmontagen hilfreich, wenn noch nicht auf Erfahrungen zurückgegriffen werden kann. Die grosse Textmenge könnte möglicherweise abschrecken. Es war jedoch nicht möglich, mehr Bilder einzusetzen, da die Skelettmontagen sich in ihren spezifischen Problematiken zu stark unterscheiden, um beispielsweise allgemeine Schemata anfertigen zu können.



## Fazit

In Teil I wurden die relevanten theoretischen Hintergründe und Kontexte erläutert, die zum Verständnis und zur Durchführung dieser Arbeit zentral sind. Einerseits wurde das MHNN, der geplante Umzug, seine Sammlungen und Skelettmontagen präsentiert. Dabei wurde vertieft auf technologische Aspekte und aktuelle Lagerung, Verpackung und Zustand eingegangen. Danach wurden die hier relevanten Transportrisiken – die physikalischen Kräfte und insbesondere Vibrationen und Schocks – behandelt. Dabei wurde die Wichtigkeit von angemessenen Verpackungstypen und -materialien zur Reduktion der Schadenspotentiale von Vibrationen und Schocks hervorgehoben und übliche Transportverpackungstypen und -materialien vorgestellt. In einem zweiten Schritt wurde auf die für die Skelettmontagen relevanten Lagerungsrisiken – physikalische Kräfte\*, Staub und Säuren – und deren Reduktion durch die Wahl chemisch inerte\* Verpackungsmaterialien eingegangen. Ebenfalls aufgeführt wurden geläufige Verpackungstypen- und geeignete Materialien.

In Teil II wurden die Ergebnisse der Voruntersuchung im Rahmen dieser Arbeit betrachteten sechs Skelettmontagen präsentiert. Mithilfe einer ausführlichen Zustandserfassung, Diagnostik und Prognostik, die sich im Anhang dieser Arbeit findet, konnten die Hauptproblematiken der Skelettmontagen im Hinblick auf Transport und Lagerung identifiziert werden. Es handelt sich dabei einerseits um objektinhärente Punkte – Skelettmontagen sind gross, relativ schwer, verfügen über eine komplexe Form und bestehen aus einer Vielzahl kleiner, fragiler, anorganischer Einzelteile –, andererseits um strukturelle Schadensphänomene, welche die Exemplare gegenüber physikalischen Kräften, Staub und Säuren empfindlich machen.

In Teil III konnten die in Teil I und II gewonnen Erkenntnisse in die Konzeption der Verpackungen einbezogen werden. Für die Skelettmontagen ohne (stabilen) Sockel (Känguru und Wels) wurden als Lagerverpackung Stützkonstruktionen aus Ethafoam®, Tyvek®, Baumwollbändern und Wabenkarton konzipiert, mit dem Ziel, die Auswirkungen physikalischer Kräfte zu reduzieren. Für das kleinste und fragilste aller Objekte, den Wels, wurde im Hinblick auf den Transport eine Kartonschachtel konzipiert, um eine Verpackung in einem klassischen Doppelkistensystem zu ermöglichen. Für die Python wurde Stabilisierung der beschädigten Sockelteile vorgesehen.

Als Transportverpackungen wurde einerseits ein klassisches Doppelkistensystem – für Wels und Python – sowie ein adaptiertes Doppelkistensystem – für die restlichen vier Skelettmontagen – konzipiert. Die offenen Holzkisten mit Verstrebungen, wie sie im MHNN bereits für den Transport der Stopfpräparate eingesetzt werden, dienen dabei als äussere Kiste. Im Falle des klassischen Doppelkistensystems wird eine geschlossene innere Kiste (eine Kartonschachtel oder Holzkiste) eingesetzt. Beim adaptierten Doppelkistensystem wird das Skelett mithilfe von Ethafoam®-Elementen und Baumwollbändern stabil in sich fixiert und bildet damit die "innere Kiste". Unter der Sockelstandfläche und an stabilen Zonen des Skeletts wird der als Polstermaterial eingesetzte PU-Ether-Schaumstoff platziert. Um die Schockdämpfungskapazitäten der zwei gewählten Materialien (Ethafoam® und PU-Ether-Schaumstoff) zu evaluieren, wurden anhand eines einfachen Prototypen, der mit unterschiedlichen

Materialkombinationen gepolstert wurde, Falltests mithilfe eines Impact-Recorders durchgeführt. Die Ergebnisse der Testreihe haben gezeigt, dass in fast allen Verpackungsvarianten die Schockintensitäten unter dem für die Skelettmontagen definierten Schockfragilitätsfaktor von 40-60 g liegen und sich diese Materialien folglich zur Herstellung der Transportverpackungen eignen. Die Aussagekraft der Testreihe ist jedoch beschränkt, da weder Prototyp noch Verpackung den später realisierten Verpackungen genau entsprechen.

Aus Zeitgründen wurden drei der sechs konzipierten Verpackungen realisiert – jene für den Wels, das Känguru und den Strauss. Die Konzepte konnten dabei mehrheitlich wie geplant ausgeführt werden. Es hat sich aber gezeigt, dass die Herstellung der Verpackungen aufgrund der komplexen Formen der Skelettmontagen sehr zeitaufwändig ist. Auch hat sich gezeigt, dass jedes Exemplar separat betrachtet werden muss und kaum allgemeingültige Lösungen vorgeschlagen werden können, weil sich die Skelette aufgrund der verschiedenen Körper stark unterscheiden. Für alle sechs Skelettmontagen wurden Verpackungsanleitungen verfasst, um sicherzustellen, dass die Verpackungen wie vorgesehen (de)montiert werden. Auf Basis der im Rahmen dieser Arbeit gesammelten Erfahrungen wurde ausserdem eine allgemeine Anleitung zur Verpackung der restlichen grossformatigen Skelettmontagen des MHNN verfasst.

Mit dieser Arbeit konnten im Bachelorstudium gesammeltes Wissen zur Verpackungs- und Transportthematik in einer externen Institution "unter realen Bedingungen" angewendet, vertieft und erweitert werden. Während der Durchführung der praktischen Arbeiten hat sich zudem gezeigt, dass sich Theorie und Praxis nicht immer vereinbaren lassen. So können beispielsweise kaum exakte Berechnungen zu physikalischen Kräften und ihren Auswirkungen angestellt werden, wenn genaue Informationen fehlen, beispielsweise zur Schockfragilität von Skelettmontagen, die zudem derart komplexe, vierteilige Objekte sind. Auch ist jeder Transport einmalig, da eine Vielzahl von Faktoren seinen Verlauf bestimmen – involvierte Personen, Transportgut, Transportmittel, Depot, Verkehrslage – und dementsprechend Informationen aus der Fachliteratur nur bedingt auf den spezifischen Fall anwendbar sind. Die Konsultation von Fachliteratur zu Transport und Verpackung ist dementsprechend grundlegend. Die Informationen können aber nicht als Handlungsanweisungen verstanden werden, sondern müssen kritisch betrachtet und auf den spezifischen Kontext adaptiert werden.

Es ist festzuhalten, dass eine solche vertiefte Auseinandersetzung mit der Problematik im normalen Arbeitsalltag in einem Museum oder in einer Sammlung in der Regel keinen Platz hat. Zudem finden gerade Umzüge und Transporte häufig unter besonders hohem Zeitdruck statt. Ob sich die Verpackungen und Verpackungsanleitungen auch in der Praxis bewähren, wird sich während des Umzugs und danach herausstellen. Eine Zustandserfassung nach abgeschlossenem Umzug könnte die Effektivität der Verpackungen zeigen. Interessant wäre auch, im Rahmen von Gesprächen mit weiteren Mitarbeitenden des MHNN die Anwendbarkeit der Verpackungsanleitungen zu evaluieren. Auch wäre die Durchführung einer weiteren Testreihe mit einem Impact-Rekorder und den realisierten Verpackungen spannend. So könnte die tatsächliche Schock- und Vibrationsdämpfungskapazität beziffert werden.

## Glossar

Begriff	Erläuterung
Cyanoacrylat	Lösemittelfreie Einkomponenten-Klebstoffe, die in der Regel über sehr kurze Abbindezeiten verfügen (beispielsweise "Sekundenkleber") und nicht alterungsbeständig sind. Die Polymerisation wird durch Kontakt mit der Luftfeuchtigkeit ausgelöst. <sup>65</sup>
Dissoziation	Einer der zehn vom CCI definierten Schadensfaktoren ("agent of deterioration"). <sup>66</sup> Verlust von Objekten, Informationen zu Objekten oder die Möglichkeit der Informationsbeschaffung zu Objekten. <sup>67</sup>
Durpolast	Eine Untergruppe von Polymeren*, bei welchen die Molekülketten untereinander stark quervernetzt sind. Dementsprechend sind sie hart, spröde, lassen sich durch Wärme nicht erweichen und sind in der Regel nur mit mechanischen Mitteln reversibel. <sup>68</sup>
Epoxidharz	Harte, nicht reversible Gruppe von Klebstoffen, die teilweise nicht alterungsbeständig sind und je nach Zusammensetzung stark vergilben können. <sup>69</sup>
Ichthyologie	Fischkunde. Die ichthyologische Sammlung des MHNN umfasst montierte Skelette (die im Rahmen dieser Arbeit behandelt werden), nicht montierte Skelette und Fischpräparate. <sup>70</sup>
Inert	(Chemisch) inerte Substanzen reagieren nicht oder nur schwach mit Reaktionspartnern wie Wasser oder Luft. <sup>71</sup> Sie werden daher auch als stabil bezeichnet, da sie ihre chemischen und physikalischen Eigenschaften mit der Zeit nicht oder nur sehr langsam verändern. <sup>72</sup>
Lindan	Akut toxisches und kanzerogenes Pestizid und Insektizid. <sup>73</sup>
Malakologie	Lehre von den Weichtieren (Mollusken). <sup>74</sup>
Naphtalin	Akut toxisches und möglicherweise kanzerogenes Biozid, das früher Hauptbestandteil von Mottenkugeln war. Die Wirkung als Insektizid ist beschränkt. <sup>75</sup>
Paradichlorbenzol	Toxische und kanzerogene Substanz, die teilweise heute noch in Pestiziden enthalten ist. <sup>76</sup>
Physikalische Kräfte	Einer der zehn vom CCI definierten Schadensfaktoren ("agent of deterioration"). <sup>77</sup> Sie können Objekte direkt durch die Provokation von Rotation, Deformation, Spannung und Druck oder indirekt durch die Provokation von Kollisionen zwischen Objekten oder Objektteilen beschädigen. Die fünf wichtigsten Effekte von physikalischen Kräften auf Objekte sind Schock, Stoss, Vibration, Druck und Abrieb. <sup>78</sup>
Polymer	Chemische Verbindung oder Material, das aus unverzweigten oder verzweigten Ketten aus Monomeren (Makromolekülen) besteht. Die Ketten können untereinander verbunden sein oder nicht. Umgangssprachlich werden Polymere auch als "Kunststoffe" bezeichnet. <sup>79</sup>
PVA	Polyvinylacetat. Synthetische Klebstoffe (umgangssprachlich "Weissleim" oder "Holzleim" genannt), bei welchen es sich um Dispersionen von Polyvinylacetat in Wasser handelt. <sup>80</sup>
Säurefrei	Die meisten Papiere und Kartons sind sauer und dementsprechend nicht chemisch inert*, da sie in der Regel aus Holzfasern, die wiederum aus dem sauren Lignin aufgebaut sind, bestehen. Säurefreie Papiere oder Kartons werden entweder aus Holzfasern hergestellt, bei welchen das Lignin künstlich entfernt wurde oder enthalten zusätzlich eine basische Pufferung (oft aus Calciumcarbonat). <sup>81</sup>

<sup>65</sup> Müller-Reissmann, 2021a [online].

<sup>66</sup> Agents of deterioration, 2017 [online].

<sup>67</sup> Waller & Cato, 2019 [online].

<sup>68</sup> Gewerbemuseum Winterthur, 2013a [online].

<sup>69</sup> Jeanneret, 2011b [online].

<sup>70</sup> Ichthyology, 1998 [online]; zu den Fischpräparaten des MHNN: Bozzi, 2020.

<sup>71</sup> Inerte Substanz, 2022 [online].

<sup>72</sup> Tétreault, 2017 [online], S. 17.

<sup>73</sup> Lindan, 2021 [online].

<sup>74</sup> Malakologie, 1999 [online].

<sup>75</sup> Naphtalin, 2022 [online].

<sup>76</sup> Paradichlorbenzol, 2022 [online].

<sup>77</sup> Agents of deterioration, 2017 [online].

<sup>78</sup> Macron, 2018 [online].

<sup>79</sup> Polymer, 2022 [online].

<sup>80</sup> Müller-Reissmann, 2021c [online].

<sup>81</sup> Buffered vs. Unbuffered Storage Materials, 2022 [online]; Tétreault, 2017 [online], S. 49.

Begriff	Erläuterung
Schaumstoff	<p>Polymer* mit einer heterogenen, porösen Struktur, geringer Dichte, bestehend aus einer gasförmigen und einer festen Phase. Die Struktur wird durch das Einbringen von Gas ins flüssige Polymer* (Ausgangsmaterial) erreicht (Schäumen). Schaumstoffe unterscheiden sich anhand des Ausgangsmaterials und der Grösse und Form ihrer Poren (Zellen).</p> <p>Duroplaste* als Ausgangsmaterial ergeben harte und spröde (Hartschäume), Thermoplaste* leicht verformbare, weiche Schaumstoffe, die nach der Verformung wieder ihre ursprüngliche Form annehmen (Weichschäume).</p> <p>Die Porengrösse beeinflusst unter anderem die Materialdichte. Es existieren mikrozellige (Porengrössen &lt;100 µm), feinzellige (Porengrösse 100 µm – 1 mm) und grobzellige Schaumstoffe (Porengrösse &gt; 1 mm).</p> <p>Die Porenform entscheidet unter anderem über das Penetrations- und Kompressionsvermögen des Materials. Sind die Poren miteinander verbunden (offenzellige Struktur), ist das Material luft- und flüssigkeitsdurchlässig, in der Regel weich, verformbar und vibrationsabsorbierend. Sind die Poren nicht miteinander verbunden (geschlossenellige Struktur) lässt sich das Material wenig komprimieren, ist luft- und flüssigkeitsundurchlässig und in der Regel schockabsorbierend.<sup>82</sup></p> <p>Die Polymerketten vernetzter Schaumstoffe sind stellenweise miteinander verbunden und haben eine geschlossene, feine Zellen- und eine glatte, nicht abrasive Oberfläche.<sup>83</sup></p>
Thermoplast	<p>Eine Untergruppe von Polymeren*, bei welchen die Molekülketten nicht miteinander vernetzt sind. Dementsprechend sind sie thermisch verformbar. Beispiele für Thermoplaste sind unter anderem PE und PMMA.<sup>84</sup></p>

## Abkürzungsverzeichnis

AIC	American Institute for Conservation
CCI	Canadian Conservation Institute
CeROArt	Conservation, exposition, restauration d'objets d'art
HDPE	High Density Polyethylen
HE-Arc	Haute École Arc
ICOM	International Council of Museums
LDPE	Low Density Polyethylen
MHNN	Muséum d'Histoire Naturelle Neuenburg
PE	Polyethylen
PMMA	Polymethylmethacrylat (umgangssprachlich "Plexiglas")
PP	Polypropylen
PU	Polyurethan
PVA*	Polyvinylacetat
PVC	Polyvinylchlorid
RH	Relative Luftfeuchte
VNPS	Verband Naturwissenschaftliche Präparation Schweiz
ZHdK	Zürcher Hochschule der Künste

<sup>82</sup> Kinner, 2020 [online].

<sup>83</sup> Vernetzter PE-Schaum, 2022 [online].

<sup>84</sup> Gewerbemuseum Winterthur, 2013a [online].

## Literaturverzeichnis

- Agents of deterioration, 2017 [online]:** *Agents of deterioration* [online]. CCI, 26.09.2017 [aufgerufen am 15.05.2022]. <https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/agents-deterioration.html>
- Aughey et al., 2016:** Aughey, Kate et al. The Conservation of a 19<sup>th</sup> Century Giant Deer Display Skeleton for Public Exhibition. *The Geological Curator*, 10, 5, S. 221-232.
- Barber, 2014 [online]:** Barber, Chris. "Polyurethane Foams". In *Paccin* [online]. 20.02.2014 [aufgerufen am 08.06.2022]. <https://www.paccin.org/content.php?278-Polyurethane-Foams>
- Barclay et al., 1998:** Barclay, Robert et al. *Support pour objets de musée : de la conception à la fabrication*. CCI, Ottawa, 1998.
- Beaulieu, 2010:** Beaulieu, Marie de. *Étude et restauration d'un spécimen naturalisé et d'un squelette de lémurien du Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN). Étude et mise en place d'un dispositif de protection contre l'arsenic à l'usage des restaurateurs. Mémoire de diplôme de restaurateur du patrimoine, spécialité sculpture*. INP, Paris, 2010.
- Biologische Präparation, 2022 [online]:** VNPS Verband Naturwissenschaftliche Präparation Schweiz. "Die biologische Präparation". In *VNPS* [online]. 2022 [aufgerufen am 10.05.2022]. <https://www.vnps.ch/deutsch/der-beruf/biologische-pr%C3%A4paration/>
- Biozide in Tierpräparaten, 2022 [online]:** VNPS Verband Naturwissenschaftliche Präparation Schweiz. "Biozide in Tierpräparaten". In *VNPS* [online]. 2022 [aufgerufen am 25.05.2022]. <https://www.vnps.ch/deutsch/der-beruf/biozide/>
- Boissoneault, 2017 [online]:** Boissoneault, Lorraine. "How to Give Dead Animals a Second Life: The Art of Skeleton Articulation". In *Smithsonian Magazine* [online]. 05.10.2017 [aufgerufen am 10.05.2022]. <https://www.smithsonianmag.com/science-nature/how-give-dead-animals-second-life-art-skeleton-articulation-180965113/>
- Bozzi, 2020 :** Bozzi, Arthur. *Evaluation spatiale en faveur du stockage à long terme de la collection ichtyologique conservée à sec du Muséum d'Histoire Naturelle de Neuchâtel*. HE-Arc, Neuenburg, 2020.
- Buffered vs. Unbuffered Storage Materials, 2022 [online]:** *Buffered vs. Unbuffered Storage Materials* [online]. Preservation Equipment Ltd, 2022 [aufgerufen am 12.06.2022]. <https://www.preservationequipment.com/Blog/Blog-Posts/Buffered-or-unbuffered-storage>
- Carlyle, 2018 [online]:** Carlyle, Leslie. "Condition Reporting – Paintings. Part I: Introduction". In *CCI Notes*, 10, 6 [online]. 2018 [aufgerufen am 12.06.2022]. [https://publications.gc.ca/collections/collection\\_2019/pch/NM95-57-10-6-2018-eng.pdf](https://publications.gc.ca/collections/collection_2019/pch/NM95-57-10-6-2018-eng.pdf)
- Carter & Walker, 1999:** Carter, David & Walker, Annette K. *Care & Conservation of Natural History Collections*. Butterworth-Heinemann, Oxford, 1999. Kapitel 1, Vertebrates, S. 1-36.

- Eigenfrequenz, 2020 [online]:** Bundesverband Geothermie. "Eigenfrequenz". In *Lexikon der Geothermie* [online]. 2020 [aufgerufen am 27.05.2022].  
<https://www.geothermie.de/bibliothek/lexikon-der-geothermie/e/eigenfrequenz.html>
- Emschermann, 1999a [online]:** Emschermann, Peter. "Knochen". In *Spektrum. Lexikon der Biologie* [online]. 1999 [aufgerufen am 10.05.2022].  
<https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/knochen/36437>
- Emschermann, 1999b [online]:** Emschermann, Peter. "Knorpel". In *Spektrum. Lexikon der Biologie* [online]. 1999 [aufgerufen am 10.05.2022].  
<https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/knorpel/36471>
- Enault et al., 2016 [online]:** Enault, Sebastien et al. "A Complete Protocol for the Preparation of Chondrichthyan Skeletal Specimens". In *Journal of Applied Ichthyology*, 32, 3 [online]. 2016 [aufgerufen am 10.05.2022].  
[https://www.researchgate.net/publication/297719629\\_A\\_complete\\_protocol\\_for\\_the\\_preparation\\_of\\_chondrichthyan\\_skeletal\\_specimens](https://www.researchgate.net/publication/297719629_A_complete_protocol_for_the_preparation_of_chondrichthyan_skeletal_specimens)
- Erhardt, 1991:** Erhardt, David. "Art in Transit: Material Considerations". In Mecklenburg, Marion F. (ed.). *Art in Transit. Studies in the Transport of Paintings. International Conference on the Packing and Transportation of Paintings, September 9, 10, and 11, 1991, London*. National Gallery of Art, Washington, 1991, S. 25-36.
- Frick & Greeff, 2021:** Frick, Holger & Greeff, Michael (ed.). *Handbook on Natural History Collections Management. A Collaborative Swiss Perspective*. Swiss Academy of Sciences, Bern, 2021. Swiss Academies Communications, 16, 2.
- Geschichte MHNN, 2022 [online]:** *Geschichte* [online]. MHNN, 2022 [aufgerufen am 11.05.2022].  
<https://www.museum-neuchatel.ch/de/histoire/>
- Gewerbemuseum Winterthur, 2013a [online]:** Gewerbemuseum Winterthur. "Duroplaste". In *Materialarchiv* [online]. 2013 [aufgerufen am 30.05.2022].  
[https://materialarchiv.ch/de/vacuum/s=ma:MaterialGroup;detail=ma:group\\_56](https://materialarchiv.ch/de/vacuum/s=ma:MaterialGroup;detail=ma:group_56)
- Gewerbemuseum Winterthur, 2013b [online]:** Gewerbemuseum Winterthur. "Thermoplaste". In *Materialarchiv* [online]. 2013 [aufgerufen am 30.05.2022].  
[https://materialarchiv.ch/de/vacuum/s=ma:MaterialGroup;detail=ma:materialgroup\\_808084f1-faf6-483e-a316-d53110bb7228](https://materialarchiv.ch/de/vacuum/s=ma:MaterialGroup;detail=ma:materialgroup_808084f1-faf6-483e-a316-d53110bb7228)
- Goffard, 2009 [online]:** Goffard, Carole. "Eviter l'erreur : le choix de matériaux stables pour le stockage et l'exposition des collections muséales". In *CeROArt*, 3 [online]. 2009 [aufgerufen am 31.05.2022]. <https://journals.openedition.org/ceroart/1150>
- Graham, 2018 [online]:** Graham, Fiona. "Caring for Natural History Collections". In *CCI* [online]. 2018 [aufgerufen am 31.05.2022].  
[https://publications.gc.ca/collections/collection\\_2019/pch/CH57-4-6-8-2018-eng.pdf](https://publications.gc.ca/collections/collection_2019/pch/CH57-4-6-8-2018-eng.pdf)

- Guillemard, 1998:** Guillemard, Denis. "Fabrication des boîtes de stockage pour les objets ethnographiques". *CRBC*, 1, 1989, S. 7-12.
- Hawks, 2001:** Hawks, Catharine. "Historical Survey of the Source of Contamination of Ethnographic Materials in Museum Collections". *Collection Forum*, 16, 1-2, 2001, S. 2-11.
- Horie, 2010:** Horie, Velson. *Materials for Conservation. Organic Consolidants, Adhesives and Coatings*. 2. Auflage. Butterworth-Heinemann, Oxford, 2010.
- Ichthyology, 1998 [online]:** Ichthyology [online]. Britannica, 1998 [aufgerufen am 27.04.2022].  
<https://www.britannica.com/science/ichthyology>
- Inerte Substanz, 2022 [online]:** *Inerte Substanz*. Chemie.de, 2022 [aufgerufen am 12.06.2022].  
[https://www.chemie.de/lexikon/Inerte\\_Substanz.html](https://www.chemie.de/lexikon/Inerte_Substanz.html)
- Jeanneret, 2010 [online]:** Jeanneret, Beatrix. "Polyurethan-Schaumstoff, halbhart". In *Materialarchiv* [online]. 2010 [aufgerufen am 30.05.2022].  
[https://materialarchiv.ch/de/ma:material\\_1128/](https://materialarchiv.ch/de/ma:material_1128/)
- Jeanneret, 2011a [online]:** Jeanneret, Beatrix. "Polyethylen-Schaumstoff". In *Materialarchiv* [online]. 2011 [aufgerufen am 30.05.2022]. [https://materialarchiv.ch/de/ma:material\\_1130/](https://materialarchiv.ch/de/ma:material_1130/)
- Jeanneret, 2011b [online]:** Jeanneret, Beatrix. "Epoxidharze". In *Materialarchiv* [online]. 2011 [aufgerufen am 30.05.2022]. [https://materialarchiv.ch/de/ma:material\\_24](https://materialarchiv.ch/de/ma:material_24)
- Kinner, 2020 [online]:** Kinner, Julia. "Schaumstoffe". In *Materialarchiv* [online]. 2020 [aufgerufen am 15.05.2022].  
[https://materialarchiv.ch/de/vacuum/s=ma:MaterialGroup;detail=ma:materialgroup\\_2929cb7d-da5a-4bee-89ed-75d81bc1f090](https://materialarchiv.ch/de/vacuum/s=ma:MaterialGroup;detail=ma:materialgroup_2929cb7d-da5a-4bee-89ed-75d81bc1f090)
- Kinner, 2022 [online]:** Kinner, Julia. "Polyurethan-Schaumstoff, weich". In *Materialarchiv* [online]. 2022 [aufgerufen am 30.05.2022]. [https://materialarchiv.ch/de/ma:material\\_1a9bd00a-8eb1-48a3-be78-4a3bc578e018/](https://materialarchiv.ch/de/ma:material_1a9bd00a-8eb1-48a3-be78-4a3bc578e018/)
- Läuchli et al., 2014:** Läuchli, Matthias et al. "Packing Systems for Paintings: Damping Capacity in Relation to Transport-Induced Shock and Vibration. In Bridgland, Janet (ed). *ICOM-CC 17<sup>th</sup> Triennial Conference Preprints, Melbourne, 15-19 September 2014*. ICOM, Paris, 2014, S. 1-9.
- Liengme, 2015:** Liengme, Gaëlle. *Erarbeitung eines Konzepts für die Lagerungs- und Transportverpackung grossformatiger Keramikobjekte der Kantonsarchäologie Aargau*. HE-Arc, Neuenburg, 2015.
- Lindan, 2021 [online]:** Institut für Veterinärpharmakologie und -toxikologie. "Lindan". In *Vetpharm.UZH* [online]. 2021 [aufgerufen am 25.05.2022].  
[https://www.vetpharm.uzh.ch/Wirkstoffe/000000000005/8899\\_08.html](https://www.vetpharm.uzh.ch/Wirkstoffe/000000000005/8899_08.html)
- Logan, 2007 [online]:** Logan, Judy. "Storage of Metals". In *CCI Notes*, 9, 2 [online]. 2007 [aufgerufen am 01.06.2022]. [https://publications.gc.ca/collections/collection\\_2011/pc-ch/NM95-57-9-2-2007-eng.pdf](https://publications.gc.ca/collections/collection_2011/pc-ch/NM95-57-9-2-2007-eng.pdf)

- Macron, 1991:** Macron, Paul. "Shock, Vibration, and Protective Package Design". In Mecklenburg, Marion F. (ed.). *Art in in Transit. Studies in the Transport of Paintings. International Conference on the Packing and Transportation of Paintings, September 9, 10, and 11, 1991, London*. National Gallery of Art, Washington, 1991, S. 107-120.
- Macron, 2018 [online]:** Macron, Paul. "Agent of Deterioration: Physical Forces". In *CCI* [online]. 17.05.2018 [aufgerufen am 12.05.2022]. <https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/agents-deterioration/physical-forces.html>
- Macron, 2020 [online]:** Macron, Paul. "Features of Effective Packaging and Transport for Artwork". In *CCI Technical Bulletin*, 34 [online]. 2020 [aufgerufen am 13.03.2022]. [https://publications.gc.ca/collections/collection\\_2020/pch/CH57-3-1-34-2020-eng.pdf](https://publications.gc.ca/collections/collection_2020/pch/CH57-3-1-34-2020-eng.pdf)
- Macron, 2021a [online]:** Macron, Paul. "Foam Corner Pads". In *CCI Notes*, 20, 2 [online]. 2021 [aufgerufen am 25.06.2022]. [https://publications.gc.ca/collections/collection\\_2020/pch/NM95-57-20-2-2021-eng.pdf](https://publications.gc.ca/collections/collection_2020/pch/NM95-57-20-2-2021-eng.pdf)
- Macron, 2021b [online]:** Macron, Paul. "Five Steps to Safe Shipment". In *CCI Notes*, 20, 3 [online]. 2021 [aufgerufen am 12.05.2022]. [https://publications.gc.ca/collections/collection\\_2021/pch/NM95-57-20-3-2021-eng.pdf](https://publications.gc.ca/collections/collection_2021/pch/NM95-57-20-3-2021-eng.pdf)
- McQuilkin, 1998:** McQuilkin, Charles. *An Articulated Phytosaur Skeleton: Preparation Techniques from Field to Exhibit*. Texas Tech University, Lubbock, 1998.
- Malakologie, 1999 [online]:** Spektrum.de. "Malakologie". In *Spektrum. Lexikon der Biologie* [online]. 1999 [aufgerufen am 12.05.2022]. <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/malakologie/40821>
- Merkblatt D14, 2019 [online]:** Chemsuisse. "Merkblatt D14. Sicherer Umgang mit arsenhaltigen Tierpräparaten". In *VNPS* [online]. 2019 [aufgerufen am 25.05.2022]. <https://www.vnps.ch/app/download/11772294498/Merkblatt+D14-1.pdf?t=1578929765>
- Müller-Reissmann, 2021a [online]:** Müller-Reissmann, Franziska. "Cyanacrylatklebstoffe". In *Materialarchiv* [online]. 2021 [aufgerufen am 01.06.2022]. [https://materialarchiv.ch/de/ma:material\\_35c188bd-a984-470b-9a90-aa27ae5da24e/](https://materialarchiv.ch/de/ma:material_35c188bd-a984-470b-9a90-aa27ae5da24e/)
- Müller-Reissmann, 2021b [online]:** Müller-Reissmann, Franziska. "Epoxidklebstoffe, 2K, kalthärtend". In *Materialarchiv* [online]. 2021 [aufgerufen am 01.06.2022]. [https://materialarchiv.ch/de/ma:material\\_14f3b725-5a4e-42e1-9e2a-3a8c9b46e699/](https://materialarchiv.ch/de/ma:material_14f3b725-5a4e-42e1-9e2a-3a8c9b46e699/)
- Müller-Reissmann, 2021c [online]:** Müller-Reissmann, Franziska. "Polyvinylacetatklebstoffe". In *Materialarchiv* [online]. 2021 [aufgerufen am 01.06.2022]. [https://materialarchiv.ch/de/ma:material\\_79db5f5b-d0b8-46bc-9d5d-03b6afc976e5/](https://materialarchiv.ch/de/ma:material_79db5f5b-d0b8-46bc-9d5d-03b6afc976e5/)
- Naphtalin, 2022 [online]:** *Naphtalin*. Chemie.de, 2022 [aufgerufen am 10.07.2022]. <https://www.chemie.de/lexikon/Naphtalin.html>



- National Park Service, 2006 [online]:** National Park Service. "Vertebrate Skeletons: Preparation and Storage". In *Conserve O Gram*, 11, 7 [online]. 2006 [aufgerufen am 10.05.2022].  
<https://www.nps.gov/museum/publications/consveogram/11-07.pdf>
- Norris & Waller, 2019:** Norris, Christopher A. & Waller, Robert. "Bone, Antler, Ivory and Teeth". In Elkin, Lisa & Norris, Christopher A. (ed.). *Preventive Conservation: Collection Storage*. Society for the Preservation of Natural History Collections, New York, 2019, S. 852-853.
- Oddy Test, 2020 [online]:** *Oddy Test* [online]. AIC Wiki, 29.10.2020 [aufgerufen am 12.06.2022].  
[https://www.conservation-wiki.com/wiki/Oddy\\_Test](https://www.conservation-wiki.com/wiki/Oddy_Test)
- PadCAD, 2017 [online]:** *PadCAD* [online]. CCI, 18.12.2017 [aufgerufen am 07.06.2022].  
<https://app.pch.gc.ca/application/padcad/c1.app?lang=en>
- Paradichlorbenzol, 2022 [online]:** *Paradichlorbenzol*. Chemie.de, 2022 [aufgerufen am 10.07.2022]. <https://www.chemie.de/lexikon/Paradichlorbenzol.html>
- Pellin, 2009a [online]:** Pellin, Mario. "Seidenpapier". In *Materialarchiv* [online]. 2009 [aufgerufen am 30.05.2022]. [https://materialarchiv.ch/de/ma:material\\_639/](https://materialarchiv.ch/de/ma:material_639/)
- Pellin, 2009b [online]:** Pellin, Mario. "Wabenplatte, kaschiert". In *Materialarchiv* [online]. 2009 [aufgerufen am 30.05.2022]. [https://materialarchiv.ch/de/ma:material\\_702/](https://materialarchiv.ch/de/ma:material_702/)
- Pellin, 2009c [online]:** Pellin, Mario. "Wellkarton, ein- und mehrwellig". In *Materialarchiv* [online]. 2009 [aufgerufen am 30.05.2022]. [https://materialarchiv.ch/de/ma:material\\_634/](https://materialarchiv.ch/de/ma:material_634/)
- Pellin, 2010 [online]:** Pellin, Mario. "Tyvek". In *Materialarchiv* [online]. 2010 [aufgerufen am 30.05.2022]. [https://materialarchiv.ch/de/ma:material\\_794/](https://materialarchiv.ch/de/ma:material_794/)
- Piechota, 1986:** Piechota, Dennis V. "Packing Anthropological Collections for Transit". In Barclay, Robert L. et al. (ed.). *Symposium 86. The Care and Preservation of Ethnological Materials. Proceedings*. CCI, Ottawa, 1986, S. 11-22.
- Polymer, 2022 [online]:** *Polymer*. Chemie.de, 2022 [aufgerufen am 12.06.2022].  
<https://www.chemie.de/lexikon/Polymer.html>
- Richard, 1991:** Richard, Mervin. "Foam Cushioning Materials: Techniques for their Proper Use". In Mecklenburg, Marion F. (ed.). *Art in in Transit. Studies in the Transport of Paintings. International Conference on the Packing and Transportation of Paintings, September 9, 10, and 11, 1991, London*. National Gallery of Art, Washington, 1991, S. 269-278.
- Richard et al., 1997:** Richard, Mervin. *Art in Transit. Handbook for Packing and Transporting Paintings*. 2. Auflage. National Gallery of Art, Washington, 1997.
- Rose et al., 1995:** Rose, Carolyn L. et al. (ed.). *Storage of Natural History Collections: A Preventive Conservation Approach*. Band 1-2. Society for the Preservation of Natural History Collections, New York, 1995.
- Sammlung, 2022 MHNN [online]:** *Sammlung* [online]. MHNN, 2022 [aufgerufen am 11.05.2022].  
<https://www.museum-neuchatel.ch/de/collections/>

- Sauermost, 1999 [online]:** Sauermost, Rolf (dir.). "Schwingung". In *Spektrum. Lexikon der Biologie* [online]. 1999 [aufgerufen am 12.05.2022].  
<https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/schwingung/60334>
- Schlichting, 1994 [online]:** Schlichting, Carl. "Working with Polyethylene Foam and Fluted Plastic Sheet". In *CCI Technical Bulletin*, 14 [online]. 1994 [aufgerufen am 11.06.2022].  
[https://publications.gc.ca/collections/collection\\_2016/pch/NM95-55-14-1994-eng.pdf](https://publications.gc.ca/collections/collection_2016/pch/NM95-55-14-1994-eng.pdf)
- ShockLog® User Manual, 2019:** SpotSee®. *ShockLog® 298 User Manual*. 2019.
- Snutch, 1997 [online]:** Snutch, David. "Making Triwall Containers". In *CCI Notes*, 1, 4 [online]. 1997 [aufgerufen am 07.06.2022]. [https://publications.gc.ca/collections/collection\\_2011/pc-ch/NM95-57-1-4-1997-eng.pdf](https://publications.gc.ca/collections/collection_2011/pc-ch/NM95-57-1-4-1997-eng.pdf)
- Stolow, 1980:** Stolow, Nathan. *La conservation des œuvres d'art pendant leur transport et leur exposition*. UNESCO, Paris, 1980. Musées et monuments XVII.
- Stolow, 1987:** Stolow, Nathan. *Conservation and Exhibitions. Packing, transport, storage, and environmental considerations*. Butterworth, London, 1987. Butterworth series in conservation and museology.
- Stone, 1988a [online]:** Stone, Tom. "Care of Ivory, Bone, Horn, and Antler". In *CCI Notes*, 6, 1 [online]. 1988 [aufgerufen am 31.05.2022].  
[https://publications.gc.ca/collections/collection\\_2011/pc-ch/NM95-57-6-1-1988-eng.pdf](https://publications.gc.ca/collections/collection_2011/pc-ch/NM95-57-6-1-1988-eng.pdf)
- Stone, 1988b [online]:** Stone, Tom. "Care of Mounted Specimens and Pelts". In *CCI Notes*, 8, 3 [online]. 2015 [aufgerufen am 11.06.2022].  
[https://publications.gc.ca/collections/collection\\_2011/pc-ch/NM95-57-8-3-1988-eng.pdf](https://publications.gc.ca/collections/collection_2011/pc-ch/NM95-57-8-3-1988-eng.pdf)
- Strang & Kigawa, 2022 [online]:** Strang, Tom & Kigawa, Rika. "Agent of Deterioration: Pests". In *CCI* [online]. 07.03.2022 [aufgerufen am 31.05.2022]. <https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/agents-deterioration/pests.html>
- Tétreault, 2017 [online]:** Tétreault, Jean. "Products Used in Preventive Conservation". In *CCI Technical Bulletin*, 32 [online]. 2017 [aufgerufen am 31.05.2022].  
[https://publications.gc.ca/collections/collection\\_2018/pch/CH57-3-1-32-2017-eng.pdf](https://publications.gc.ca/collections/collection_2018/pch/CH57-3-1-32-2017-eng.pdf)
- Tétreault, 2021 [online]:** Tétreault, Jean. "Agent of Deterioration: Pollutants". In *CCI* [online]. 17.02.2021 [aufgerufen am 31.05.2022]. <https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/agents-deterioration/pollutants.html>
- The Boneman, 2005 [online]:** *The Boneman* [online]. 2005 [aufgerufen am 10.05.2022].  
<https://www.theboneman.com/>
- Tse, 2008 [online]:** Tse, Season. "Guidelines for pH Measurement in Conservation". In *CCI Technical Bulletin*, 28 [online]. 2008 [aufgerufen am 12.06.2022].  
[https://publications.gc.ca/collections/collection\\_2016/pch/CH57-3-1-28-2007-eng.pdf](https://publications.gc.ca/collections/collection_2016/pch/CH57-3-1-28-2007-eng.pdf)

**U.S. Department of Defense, 1978:** U.S. Department of Defense. *Military Standardization Handbook. Package Cushioning Design*. 2. Auflage. Department of Defense, Washington, 1978.

**Verguin, 2019 [online]:** Verguin, Aurélie. "Crânes suspendus. Entre conservation et consultation". In *La Lettre de l'OCIM*, 186 [online]. 2019 [aufgerufen am 01.06.2022].  
<https://journals.openedition.org/ocim/3447>

**Vernetzter PE-Schaum [online]:** *Vernetzter PE-Schaum DIM Z PE / Velvia®*. Dimer, 2022 [aufgerufen am 12.06.2022]. <https://www.dimer.com/de/materialien/vernetzter-pe-schaum.html>

**Waller & Cato, 2019 [online]:** Waller, Robert & Cato, Paisley. "Agent of Deterioration: Dissociation". In *CCI* [online]. 19.02.2019 [aufgerufen am 12.05.2022].  
<https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/agents-deterioration/dissociation.html>

**ZHdK, 2009 [online]:** ZHdK. "Holzwerkstoffe". In *Materialarchiv* [online]. 2009 [aufgerufen am 08.06.2022]. <https://materialarchiv.ch/de/vacuum/s=ma:MaterialGroup;detail=ma:group> 44

## Tabellenverzeichnis

Der Tabellennachweis befindet sich auf der Abbildung sowie der Tabellenbeschriftung.

Tab. 1: Beispielen zu Schockfragilitätsfaktoren verschiedener Museums- und Sammlungsobjekten. ..	52
Tab. 2: Wahrscheinliche Fallhöhen von Transportgut unterschiedlicher Grösse und Gewichts. ....	52
Tab. 3: Zusammenfassung der Messwerte der Falltests.....	86

## Graphenverzeichnis

Der Graphennachweis befindet sich auf dem Graph.

Graph. 1: Volumen der Skelettmontagen (53 Exemplare). ....	45
Graph. 2: Volumen der Skelettmontagen (53 Exemplare). ....	45
Graph. 3: Zusammensetzung der osteologischen Sammlung (220 Exemplare). ....	45
Graph. 4: Montagetechniken der Skelettmontagen (53 Exemplare). ....	46
Graph. 5: Lagerung der Skelettmontagen (53 Exemplare). ....	46
Graph. 6: Zustand der Skelettmontagen (53 Exemplare). ....	46
Graph. 7: Dynamische Polsterungskurve von PU-Ether-Schaumstoff. ....	54

## Abbildungsverzeichnis

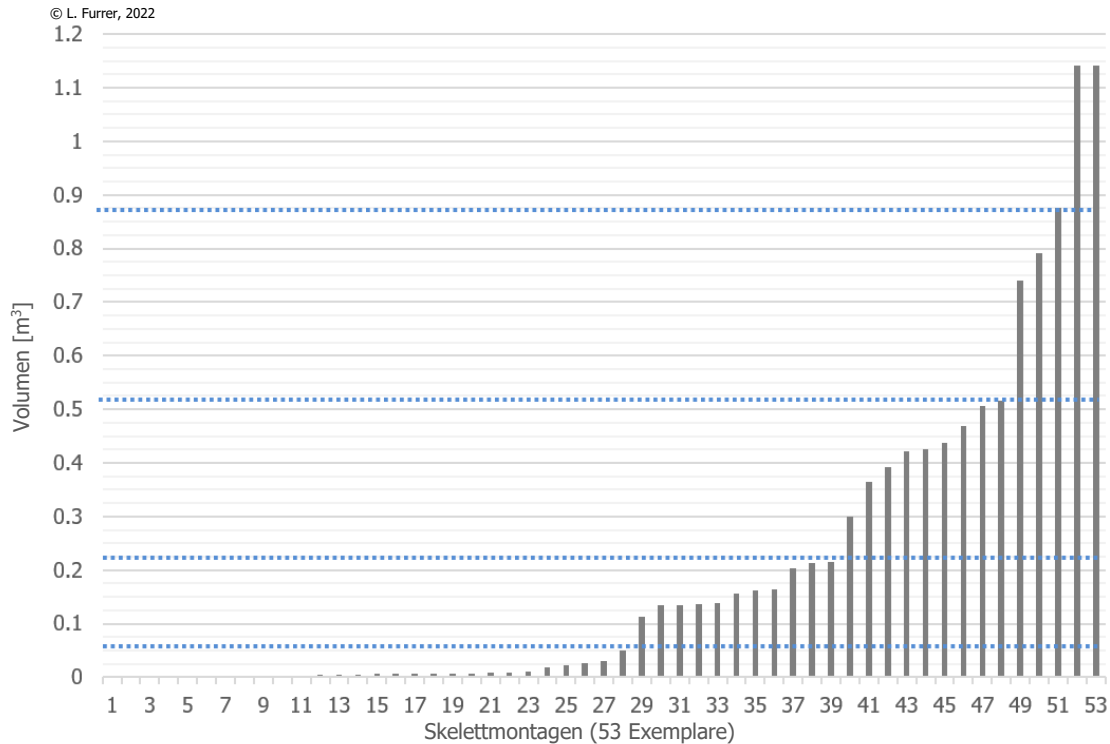
Der Abbildungsnachweis befindet sich auf der Abbildung sowie der Abbildungsbeschriftung.

Abb. 1: Känguru (122x43x79 cm). .....	19
Abb. 2: Orang-Utan (73x45x119 cm). .....	19
Abb. 3: Strauss (120x69x182 cm). .....	19
Abb. 4: Python (153x19x70 cm). .....	19
Abb. 5: Walross (255x50x68 cm). .....	19
Abb. 6: Wels (133x36x28 cm). .....	19
Abb. 7: Schematische Darstellung des adaptierten Doppelkistensystems. ....	25
Abb. 8: Blick durch Kompaktusanlage in offenen Holzschrank. ....	47
Abb. 9: Lagerung der ichthyologischen Sammlung. ....	47
Abb. 10: Lagerung kleinformatiger Skelettmontagen in Schubladen in Kompaktusanlage. ....	47
Abb. 11: Kleinformatige Skelettmontagen auf Sockeln mit Vitrine. ....	47
Abb. 12: Die grossformatigen Skelettmontagen in den Holzschränken sind teils schwer zugänglich. ....	47
Abb. 13: Skelettmontage ohne Verpackung in Holzschrank. ....	47
Abb. 14: Verstaubte und stellenweise verfärbte (Flosse) Skelettmontage eines Meeressäugers. ....	48
Abb. 15: Unverpackte Skelettmontage mit abgefallenen Knochen. ....	48
Abb. 16: Skelettmontage auf Sockel auf rollbarer Plattform. ....	48
Abb. 17: Stopfpräparat unter PE-Staubschutzhülle in einem Holzrahmen (Transportverpackung). ....	48
Abb. 18: In PE-Schaumstoff eingebettetes Objekt. ....	56
Abb. 19: Offene Holzkiste mit Verstrebungen, wie sie im MHNN verwendet wird. ....	56
Abb. 20: Blick in eine offene Doppelkisten-Verpackung. ....	56
Abb. 21: Illustration einer Verpackung mit gepolsterter Standfläche (blau) auf einer Palette. ....	56
Abb. 22: Beispiel eines PU-Ether-Schaumstoffs. ....	58
Abb. 23: Seidenpapier zum Ausfüllen von Hohlräumen. ....	58
Abb. 24: Zweiwelliger, beidseitig kaschierter Wellkarton. ....	58
Abb. 25: Beidseitig kaschierte Wabenplatte. ....	58
Abb. 26: Schachtel mit horizontaler Öffnung und separatem Deckelteil. ....	60
Abb. 27: Einrastniete, bestehend aus LDPE-Scheibe und PP-Kopf. (Einrastniete, 2022 [online]) ....	60
Abb. 28: Fischskelett unter einer Staubschutzhülle. ....	60
Abb. 29: Auf einer PE-Schaumstoffplatte fixierte Skelettmontage im MHNN. ....	60
Abb. 30: Schwarzer PE-Schaumstoff. (Jeanneret, 2011a [online]) ....	61
Abb. 31: Tyvek®. (Long Life for Art, 2022 [online]) ....	61
Abb. 32: Seite A. ....	62
Abb. 33: Seite B. ....	62
Abb. 34: Seite A. ....	62
Abb. 35: Seite A. ....	63
Abb. 36: Seite A. ....	63
Abb. 37: Seite B. ....	63
Abb. 38: Seite C. ....	63
Abb. 39: Seite A. ....	64
Abb. 40: Seite A. ....	64
Abb. 41: Seite B. ....	64
Abb. 42: Entstaubung des Walrosses. ....	82
Abb. 43: Zwischenresultat der Entstaubung. ....	82
Abb. 44: Ergebnis der Klebung. ....	82
Abb. 45: Verbindung von mobilem Schädel und Wirbelsäule. ....	82
Abb. 46: Falltest ohne PU-Ether und 3 PE-Streifen (2 x 20 x 2.5 cm). ....	83
Abb. 47: Illustration des Prototyps. ....	84
Abb. 48: Herstellung der Kopfstütze des Kängurus mit Schablone. ....	87
Abb. 49: Die Umrisse der Schablone wurden auf die PE-Platte übertragen. ....	87
Abb. 50: Plan für eine Kartonschachtel mit horizontaler Öffnung und verbundenem Deckelteil. ....	89
Abb. 51: Illustration des gewählten Schachteltyps. ....	89
Abb. 52: Plan der Schachtel. ....	90

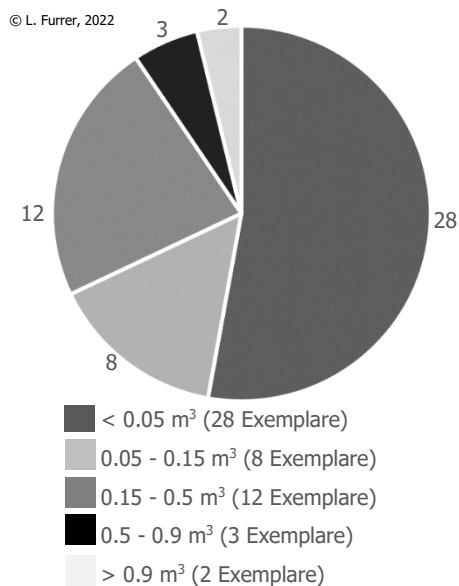
Abb. 53: Lagerverpackung und innerer Teil der Transportverpackung. Seite A.....	93
Abb. 54: Lagerverpackung und innerer Teil der Transportverpackung. Seite B.....	93
Abb. 55: Lagerverpackung und innerer Teil der Transportverpackung. ....	93
Abb. 56: Kopfstütze. ....	93
Abb. 57: Abstandhalter der Lagerverpackung zum Schutz der fragilen Schulterzone und Wirbelsäule.....	93
Abb. 58: Element zum Schutz einer stabilen Zone der Wirbelsäule.....	93
Abb. 59: Keil der Transportverpackung, zur Stabilisierung der Armknochen. Seite B.....	94
Abb. 60: Beinstütze. Seite B. ....	94
Abb. 61: Detail der Einbettung der Schwanzwirbel. ....	94
Abb. 62: Fixierung der Fussknochen und Stützen auf der Wabenplatte. ....	94
Abb. 63: Illustration der konzipierten Transportverpackung. ....	94
Abb. 64: Wirbelsäulenschutz der Transportverpackung .....	94
Abb. 65: Illustration der Fixierung der Kunststoffstäbe.....	95
Abb. 66: Illustration der Platzierung der mit säurefreiem Baumwollband .....	95
Abb. 67: Innere Kiste der Transportverpackung aus Karton- oder Holzplatten .....	95
Abb. 68: Illustration der Anordnung der Polster aus PU-Ether-Schaumstoff .....	95
Abb. 69: Innerer Teil der Transportverpackung. ....	95
Abb. 70: Stütze unter Brustbein.....	95
Abb. 71: Schutz der Schwanzwirbelsäule.....	96
Abb. 72: Schiene zur Fixierung des Schädels. ....	96
Abb. 73: Abstandhalter und Schiene der Lagerverpackung zum Schutz der fragilen Flügelzone.....	96
Abb. 74: Element zur Einbettung der Wirbelsäule .....	96
Abb. 75: Illustration der Verpackung. Grau: PE-Schaumstoff. Blau: Säurefreie Baumwollbänder. ....	96
Abb. 76: Stützkonstruktion der Lagerverpackung.....	97
Abb. 77: Stütze unter Nacken und Vorderflossen. ....	97
Abb. 78: Stütze unter Schwanzflosse. ....	97
Abb. 79: Befestigung der Schwanzflossenstütze auf der Wabenplatte .....	97
Abb. 80: Kombinierte Lager- und Transportverpackung.....	97
Abb. 81: PE-Schaumstoffelemente und Markierungen für die Platzierung. ....	97
Abb. 82: Kopfstütze der Transportverpackung. ....	98
Abb. 83: Vorderseite der Kartonschachtel.....	98
Abb. 84: Rückwand der Kartonschachtel. ....	98

Anhang

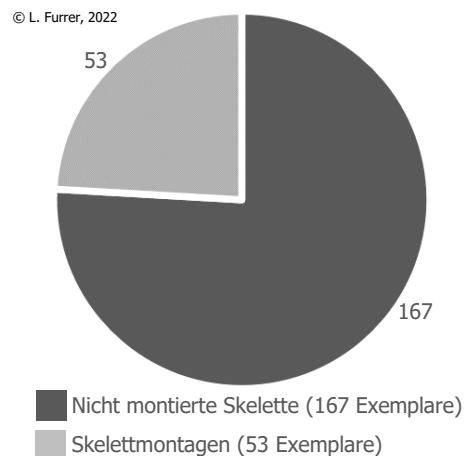
Anhang 1: Graphen zu den Skelettmontagen des MHNN



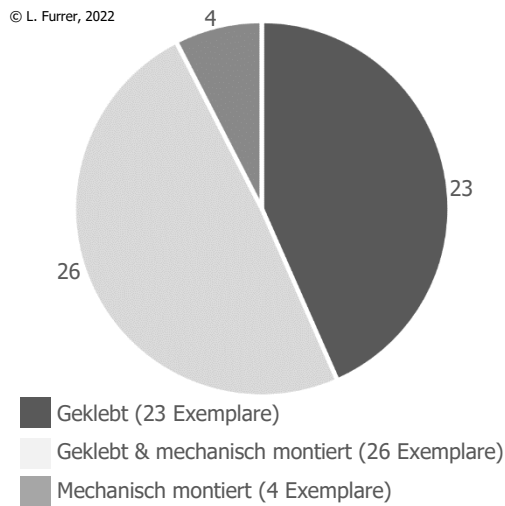
Graph. 1: Volumen der Skelettmontagen (53 Exemplare).



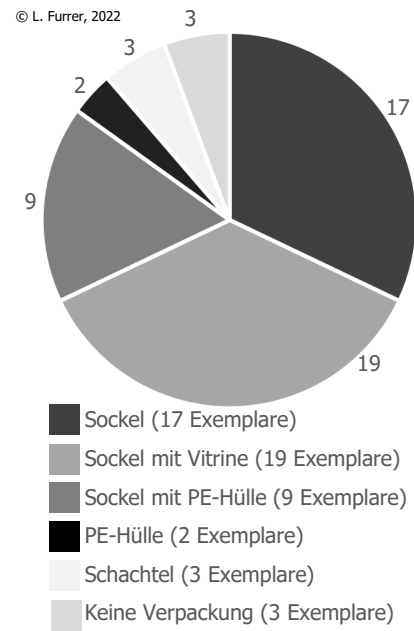
Graph. 2: Volumen der Skelettmontagen (53 Exemplare).



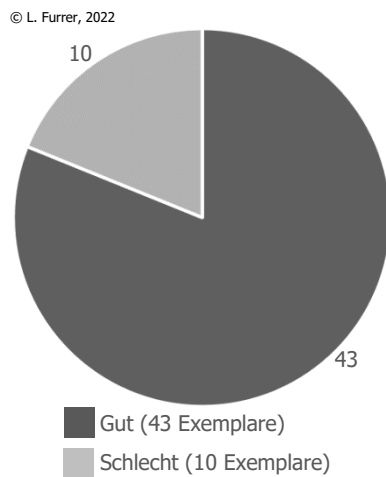
Graph. 3: Zusammensetzung der osteologischen Sammlung (220 Exemplare).



Graph. 4: Montagetechniken der Skelettmontagen (53 Exemplare).



Graph. 5: Lagerung der Skelettmontagen (53 Exemplare).



Graph. 6: Zustand der Skelettmontagen (53 Exemplare).



## Anhang 2: Fotografische Dokumentation der aktuellen Reserven und Verpackungen



Abb. 8: Blick durch Kompaktusanlage in offenen Holzschrank.



Abb. 9: Lagerung der ichthyologischen\* Sammlung.



Abb. 10: Lagerung kleinformatiger Skelettmontagen in Schubladen in Kompaktusanlage.



Abb. 11: Kleinformatige Skelettmontagen auf Sockeln mit Vitrine.



Abb. 12: Die grossformatigen Skelettmontagen in den Holzschränken sind teils schwer zugänglich.



Abb. 13: Skelettmontage ohne Verpackung in Holzschrank.





Abb. 14: Verstaubte und stellenweise verfärbte (Flosse) Skelettmontage eines Meeressäugers.



Abb. 15: Unverpackte Skelettmontage mit abgefallenen Knochen.



Abb. 16: Skelettmontage auf Sockel auf rollbarer Plattform.



Abb. 17: Stopfpräparat unter PE-Staubschutzhülle in einem Holzrahmen (Transportverpackung).

## **Anhang 3: Allgemeine Ausführungen zu Materialien und Herstellung von Skelettmontagen**

### **Ausgangsmaterialien: Knochen und Knorpel**

Knochen sind Teil des Stütz- und Bewegungsapparats von Wirbeltieren. Sie bestehen aus anorganischen, mineralisierten Anteilen (Hydroxyapatit), die Härte und Stabilität geben, und organischen Anteilen (mehrheitlich aus Kollagen), die Wachstum und Regeneration ermöglichen. Vereinfacht gesagt sind Knochen aus zwei Strukturen aufgebaut: der harten, kompakten *Substantia corticalis* aussen und der weichen, schwammartigen *Substantia spongiosa* im Inneren. Beide Strukturen sind von einer Vielzahl Gefässen – Blut- Lymph- und Nerven Gefässe – durchzogen.<sup>85</sup> Knorpel sind im Gegensatz zu Knochen nicht mineralisiert, also vollständig organisch und elastisch. Zudem weisen sie keine Gefässe auf. Sie ermöglichen das Gleiten und Biegen von Körperteilen und befinden sich bei ausgewachsenen Wirbeltieren zwischen den Wirbeln, an Brustbein- und Rippenansätzen, auf Gelenken und in Nase, Ohren, Luftröhre und Kehlkopf.<sup>86</sup>

### **Herstellung von Skelettmontagen: Präparation und Montage von Knochen und Knorpeln<sup>87</sup>**

#### Präparation von Knochen und Knorpeln

Nach der mechanischen Entfernung der Haut ist der erste Schritt der Knochenpräparation die Mazeration. Dabei werden Muskeln, Fett- und Bindegewebe durch kalte oder warme Bäder (teils mit Zusatz von Ammoniak, Natrium- oder Kaliumhydroxid, Abwaschmittel oder Enzymen) oder biologisch durch den Einsatz von Dermestiden von den Knochen entfernt. Danach werden die Knochen unter anderem mit Aceton, Trichlorethan, Petroleum, White Spirit, Natriumhydroxid, oder Ammonium entfettet, um ein späteres Austreten und Oxidieren der Fette zu verhindern. Teils werden die Knochen danach mit Wasserstoffperoxid gebleicht, was aber kein zur Haltbarmachung erforderlicher Schritt ist und die Knochen beschädigen kann.<sup>88</sup> Knorpel sind aufgrund ihrer organischen Natur empfindlicher als Knochen und werden daher häufig nicht präpariert, sondern ergänzt oder weggelassen. Für ihre Präparation werden dieselben Methoden wie für die Knochenpräparation eingesetzt, aber in schonenderer Form. Teils werden sie zudem getrocknet (manchmal unter Einsatz von Lösemitteln) oder mit Glycerin oder Paraffin infiltriert.<sup>89</sup>

#### Montage von Knochen und Knorpeln

Nach der Präparation der Knochen und Knorpel erfolgt deren Montage – auch Artikulation genannt. Hierfür werden diese durch Kleben oder mechanisch (beispielsweise mit Drahtklammern, Schrauben, Nägeln, Holzleisten etc.) miteinander verbunden. Auch Kombinationen beider Verbindungstechniken

---

<sup>85</sup> Emschermann, 1999a [online].

<sup>86</sup> Emschermann, 1999b [online].

<sup>87</sup> Die folgenden Ausführungen fassen sowohl historische wie auch moderne Methoden zusammen.

<sup>88</sup> Carter & Walker, 1999, S. 11-14; National Park Service, 2006 [online], S. 2-5.

<sup>89</sup> Enault et al., 2016 [online], S. 3, Tab. 1.

sind möglich. Die mechanischen Verbindungen können demontierbar oder nicht demontierbar sein und Bewegung zu lassen oder nicht. Als Klebstoffe werden unter anderem Epoxidharze\*, PVA\*, Cyanoacrylate\* und verschiedene Spachtelmassen verwendet. Es gibt keine allgemeingültigen Regeln oder Richtlinien und es wird eine Vielzahl verschiedener Materialien und Substanzen eingesetzt. In der Regel verläuft jedoch bei der Mehrzahl von Skelettmontagen grösserer Wirbeltiere ein Armaturstab (häufig aus Metall) durch die Wirbelsäule und oftmals auch durch grössere Extremitäten.<sup>90</sup>

## **Anhang 4: Transportrisiken: Vibrationen und Schocks**

### **Vibration**

Vibration (auch als Schwingung oder Oszillation bezeichnet) beschreibt die schwingende Bewegung eines Objekts gegenüber eines unbeweglichen Referenzpunkts. Die Anzahl Schwingungen pro Sekunde wird als Frequenz bezeichnet und in der Einheit Hertz [Hz] gemessen. Die grösste Auslenkung weg vom unbeweglichen Fixpunkt wird als Amplitude bezeichnet. Sie kann als Längenmass oder Beschleunigung gemessen werden. Vibrationen, wie sie bei Transporten auftreten, sind unregelmässig: sie sind eine Kombination aus mehreren verschiedenen Frequenzen und Amplituden.<sup>91</sup> Jedes Material und Objekt mit einem Mindestmass an Elastizität kann durch eine externe Anregung, beispielsweise Fahrzeugvibrationen, zum Vibrieren gebracht werden.<sup>92</sup> Abhängig vom Verhältnis der Eigenfrequenz des Objekts oder Materials, also der Frequenz, mit welcher ein Objekt oder Material bei einmaliger Anregung vibriert,<sup>93</sup> und der externen Vibrationsquelle (Anregungsvibration) kommt es dabei zu Vibrationsisolation, -transmission oder -resonanz.<sup>94</sup> Zu Isolation kommt es, wenn die Anregungsfrequenz doppelt so gross ist wie die Eigenfrequenz des Objekts oder Materials. Die Anregungsvibration vom Objekt oder Material wird isoliert und das Objekt oder Material vibriert kaum.<sup>95</sup> Eine komplette Vibrationsisolation ist nicht zu erreichen. Eine 80%ige Isolation wird als effektiv verstanden.<sup>96</sup> Transmission geschieht, wenn die Anregungsfrequenz kleiner ist als die Eigenfrequenz des Objekts oder Materials. Dabei wird die Anregungsfrequenz auf das Objekt oder Material übertragen und es vibriert mit der Frequenz und Amplitude der Anregungsvibration.<sup>97</sup> Wenn die Anregungsvibration und die Eigenfrequenz des Objekts oder Materials gleich sind, kommt es zu Resonanz und das Objekt oder Material vibriert stärker, also mit grösserer Amplitude als die Anregungsfrequenz.<sup>98</sup>

---

<sup>90</sup> Biologische Präparation, 2022 [online]; McQuilkin, 1998; The Boneman, 2022 [online].

<sup>91</sup> Macron, 2018 [online]; Sauermost, 1999 [online].

<sup>92</sup> Macron, 2020 [online], S. 33.

<sup>93</sup> Eigenfrequenz, 2020 [online]; Piechota, 1986, S. 16.

<sup>94</sup> Macron, 2018 [online].

<sup>95</sup> Macron, 2018 [online].

<sup>96</sup> Macron, 2020 [online], S. 39.

<sup>97</sup> Macron, 2018 [online]; Piechota, 1986, S. 17.

<sup>98</sup> Macron, 2018 [online]; Piechota, 1986, S. 17.

Bei jedem Fahrzeugtransport kommt es zu Vibrationen.<sup>99</sup> Die Vibrationsintensität nimmt mit zunehmender Geschwindigkeit zu und ist, neben der Verpackung, von Fahrzeug (Alter, Typ, Zustand) und Route abhängig. Zudem herrschen in den verschiedenen Zonen des Laderaums (über den Hinter- oder Vorderrädern etc.) unterschiedliche Vibrationsintensitäten.<sup>100</sup> Mit Frequenzen zwischen 3 bis 120 Hz sind sie aber in der Regel zu schwach, um das Transportgut direkt zu beschädigen (zum Beispiel durch Rissbildung) oder bei langen oder wiederholten Transporten Materialermüdung hervorzurufen. Sie können das Transportgut aber indirekt schädigen, indem sie zu Abrasion unzulänglich geschützter Oberflächen führen.<sup>101</sup> Wenn es durch die Verwendung ungeeigneter Verpackungsmaterialien jedoch zu einer Vibrationsresonanz kommt, können auch Vibrationsstärken erreicht werden, die das Objekt direkt schädigen könnten. Vibrationen müssen folglich bei der Einschätzung und Reduktion der Transportrisiken berücksichtigt werden.<sup>102</sup>

### **Schock**

Als Schock wird eine Beschleunigung (gemessen in der Einheit [g]) mit anschliessender abrupter Entschleunigung eines Objekts verstanden.<sup>103</sup> Im Kontext von Transporten handelt es sich bei der Beschleunigung beispielsweise um ein Herunterfallen, bei der Entschleunigung um das Auftreffen des Objekts auf dem Boden oder die Kollision mit einem anderen Objekt oder Objektteil. Die Schockintensität wird in der Einheit [g] gemessen.<sup>104</sup> Es handelt sich dabei um eine Kraft pro Masse: Wenn ein Objekt einem Schock der Intensität 20 g ausgesetzt ist, erfährt es eine zwanzigfache Kraft seines Eigengewichts, was sehr fragile Objekte bereits beschädigen kann.<sup>105</sup> Die Empfindlichkeit eines Objekts gegenüber Schocks kann mithilfe des Schockfragilitätsfaktors beschrieben werden: Er wird der Regel in der Anzahl [g] ausgedrückt, welche das Objekt ohne Schaden zu nehmen ertragen kann. Ein sehr fragiles Objekt hat einen tiefen Fragilitätsfaktor, da es bereits bei wenigen g (18-25 g) Schaden nimmt.<sup>106</sup> Es existieren Tabellen mit Schockfragilitätsfaktoren von Museums- und Sammlungsobjekten (Tab. 1) sowie Konsumgütern.<sup>107</sup> Der Schockfragilitätsfaktor hängt hauptsächlich von Materialien, Gewicht, Zustand, Form, Flexibilität und Elastizität des Objekts ab.<sup>108</sup>

Schockintensitäten, wie sie während der Handlingphasen durch Herunterfallen ausgelöst werden, hängen von der Fallhöhe und dem Objektgewicht ab. Die wahrscheinliche Fallhöhe kann anhand von Objektgewicht und -grösse eingeschätzt werden: Grosse, schwere Objekte haben in der Regel im

---

<sup>99</sup> Macron, 2020 [online], S. 31.

<sup>100</sup> Macron, 2020 [online], S. 5-6.

<sup>101</sup> Macron, 2020 [online], S. 5-6, Tab. 1; Macron, 2018 [online].

<sup>102</sup> Macron, 2020 [online], S. 5-6.

<sup>103</sup> Piechota, 1986, S. 12.

<sup>104</sup> Macron, 2018 [online].

<sup>105</sup> Macron, 2018 [online].

<sup>106</sup> Richard et al., 1997, Section 6, Topic: Fragility Factors (1/97), S. 1.

<sup>107</sup> U. a. Macron 2020a [online], S. 11-12, Tab. 2 und S. 13-14, Tab. 3; Richard et al., 1997, Section 6, Topic: Fragility Factors (1/97), S.1, Tab. 1.

<sup>108</sup> U. a. Macron 2020 [online], S. 11-12, Tab. 2 & S. 13-14, Tab. 3; Richard et al., 1997, Section 6, Topic: Fragility Factors (1/97)-1, Tab. 1.

Vergleich zu kleinen, leichten Objekten geringere wahrscheinliche Fallhöhen, da sie nicht von Hand getragen werden, sondern mit Transportmitteln wie Hubwagen bewegt werden. Auch zu wahrscheinlichen Fallhöhen existieren Tabellen mit Referenzwerten (Tab. 2).<sup>109</sup>

Tab. 1: Beispiele zu Schockfragilitätsfaktoren verschiedener Museums- und Sammlungsobjekten. (Macron, 2020a [online], Tab. 3, S. 13)

Category description	Museum object examples
Extremely fragile 15 to 25 g	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hollow plaster test sculpture (1 m [3 ft.] tall, restrained at base) cracks at mid-height, side impact</li> <li>Head/neck of 1.5 times life-size Carrera marble sculpture with no flaws or cracks, calculated threshold for neck fracture for horizontal orientation</li> <li>Pine panel: 127 cm (w), 1.25 cm (t) (50 in. [w], 0.5 in. [t])</li> </ul>
Very delicate 25 to 40 g	<ul style="list-style-type: none"> <li>Slip-molded medium-sized (30+ cm [12+ in.] longest dimension) greenware items, flat shapes, vases and pots with large open ends, large projections</li> <li>Low-fired clay items</li> <li>Pine panel: 102 to 127 cm (w), 1.25 to 1.9 cm (t) (40 to 50 in. [w], 0.5 to 0.75 in. [t])</li> <li>Oak panel: 127 cm (w), 1.25 cm (t) (50 in. [w], 0.5 in. [t])</li> </ul>
Delicate 40 to 60 g	<ul style="list-style-type: none"> <li>Slip-molded small/medium greenware items (&lt; 30 cm [12 in.] longest dimension) with closed shapes, compact forms</li> <li>Fragile glass stemware</li> <li>Small/medium low-fired porcelain with complex shapes</li> <li>Oak panel: 102 to 127 cm (w), 1.25 to 2.53 cm (t) (40 to 50 in. [w], 0.5 to 1 in. [t])</li> <li>Pine panel: 76 to 102 cm (w), 1.9 cm to 2.53 (t) (30 to 40 in. [w], 0.75 to 1 in. [t])</li> </ul>
Moderately delicate 60 to 85 g	<ul style="list-style-type: none"> <li>Canvas 1: weak/damaged/flaking paint layer; losses during cornerwise impact</li> <li>Oak panel: 76 cm to 102 cm (w), 1.9 cm (t) (30 to 40 in. [w], 0.75 in. [t])</li> <li>Pine panel: 76 cm (w), 1.9 cm (t) (30 in. [w], 0.75 in. [t])</li> <li>Glassware</li> </ul>
Moderately rugged 85 to 115 g	<ul style="list-style-type: none"> <li>Canvas 1: numerous losses to weak, damaged, flaking paint during cornerwise impact</li> <li>Canvas 2: visible crack development, propagation of existing cracks</li> </ul>

Tab. 2: Wahrscheinliche Fallhöhen von Transportgut unterschiedlicher Grösse und unterschiedlichen Gewichts. (Macron, 2020a [online], Tab. 4, S. 19)

Package weight	Probable drop	Form of drop	Type of handling
0–5 kg (0–10 lb.)	122 cm (48 in.)	Any side or corner	One-person throw
5–9 kg (11–20 lb.)	107 cm (42 in.)	Any side or corner	One-person throw
9–23 kg (20–50 lb.)	91 cm (36 in.)	Any side or corner	One-person carry
23–45 kg (50–100 lb.)	76 cm (30 in.)	Any side or corner	Two-person carry
45–113 kg (100–250 lb.)	61 cm (24 in.)	Rotating, either end roll or tip	Two-person carry/mechanical
113–227 kg (250–500 lb.)	46 cm (18 in.)	Rotating, either end roll or tip	Mechanical
227+ kg (500+ lb.)	30 cm (12 in.)	Rotating, either end roll or tip	Mechanical

<sup>109</sup> U.a. Macron, 2020 [online], S. 19, Tab. 4; Richard et al., 1997, Section 6, Topic: Probable Drop Heights (9/91)-1 und -2, Tab. 1.

## Anhang 5: Anwendung dynamischer Polsterungskurven

Im Folgenden wird anhand eines Beispiels die Anwendung dynamischer Polsterungskurven zur Berechnung der optimalen Polsterfläche beschrieben. Die Ausführungen basieren auf einer Anleitung von Mervin Richard.<sup>110</sup> In einem ersten Schritt muss das Gewicht der Einheit aus Transportgut und innerer Kiste ermittelt werden. Für dieses Beispiel wird ein Gewicht von 15 kg und Aussenmasse von 150 x 150 x 50 cm gewählt. Zudem muss die wahrscheinliche Fallhöhe – hier 60 cm - und der Schockfragilitätsfaktor des Transportguts – 40-60 g – definiert und das Polstermaterial – hier 5 cm dicker PU-Ether (32 kg /m<sup>3</sup>) – gewählt werden. Danach kann die dynamische Polsterungskurve des Polstermaterials konsultiert werden. Diese Kurven werden teils vom Materialhersteller zur Verfügung gestellt oder finden sich unter anderem im *Military Standardization Handbook: Package Cushioning*.<sup>111</sup> Für dieses Beispiel und diese Arbeit wird die Kurve aus dem *Military Standardization Handbook*<sup>112</sup> verwendet (Graph. 7).

1. Auf der x-Achse den Schockfragilitätsfaktor des Transportguts markieren (blau).
2. Kurve markieren, die der Dicke des Polstermaterials entspricht – hier 5 cm (gelb).
3. Befindet sich der tiefste Punkt (grün) unter der auf der x-Achse markierten Schockfragilität?  
Ja → Polstermaterial dämpft ausreichend und kann zum Polstern verwendet werden.  
Nein → Polstermaterial dämpft nicht ausreichend. Es sollte anderes Material gewählt werden.
4. Tiefster Punkt der Kurve markieren (grün). Dieser Wert ist die optimale statische Belastung des Polstermaterials (Einheit: kg/cm<sup>2</sup>). Das Polstermaterial dämpft am besten, wenn es mit 0.007 kg pro cm<sup>2</sup> belastet wird.
5. Ausrechnen, wie gross die Polsterfläche pro Seite der Einheit aus innerer Kiste und Transportgut optimal sein sollte:

$$\frac{\text{Masse von innerer Kiste und Transportgut [kg]}}{\text{Optimale statische Belastung [kg/cm}^2\text{]}} = \frac{15 \text{ kg}}{0.007 \text{ kg/cm}^2} = 2'143 \text{ cm}^2$$

Jede Seite der inneren Kiste muss folglich auf einer Fläche von 2'143 cm<sup>2</sup> von Polstermaterial bedeckt sein.

---

<sup>110</sup> Richard, 1991.

<sup>111</sup> U.S. Department of Defense, 1978, Anhang 5, S. 216-293.

<sup>112</sup> U.S. Department of Defense, 1978, Anhang 5, S. 221.



6. Polstergrössen berechnen, damit jede Seite gleichmässig gepolstert wird. Hier sollen die Polster 50 cm lang sein:

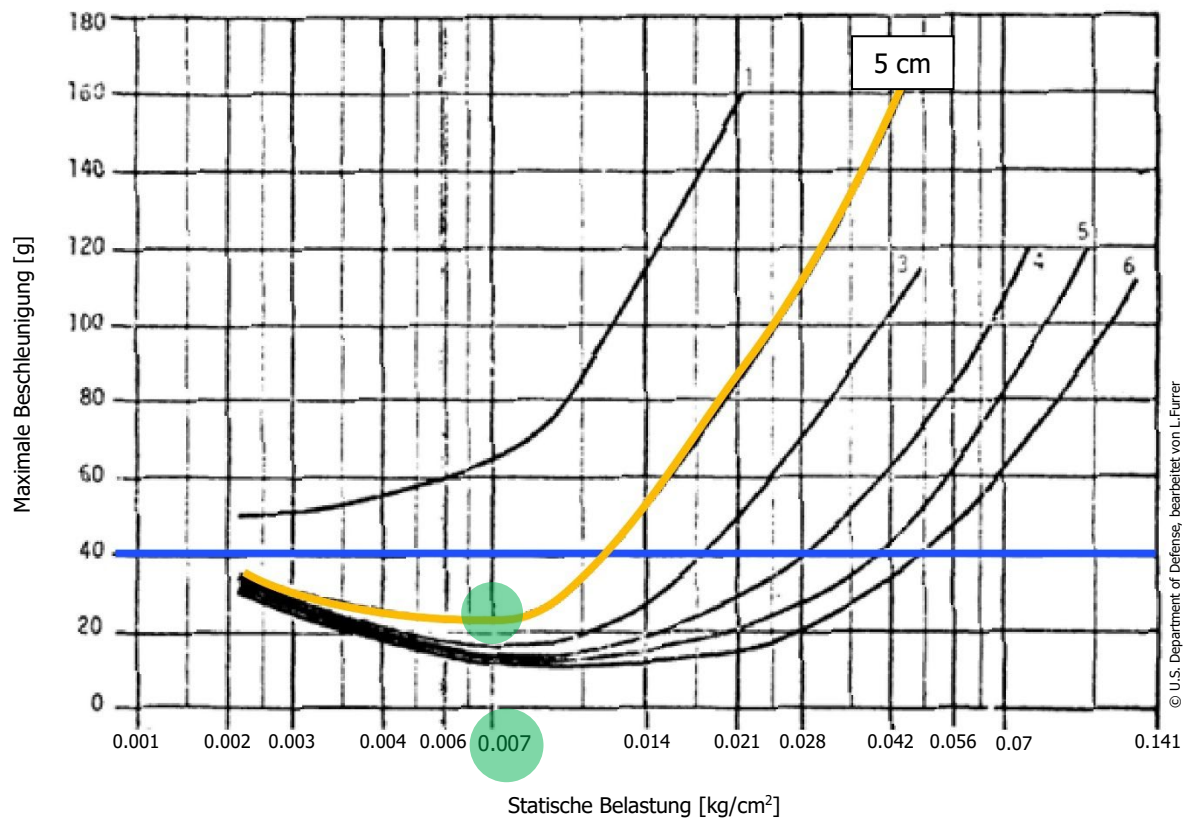
$$\frac{2'143 \text{ cm}^2}{50 \text{ cm}} = 43 \text{ cm}$$

Jede der sechs Seiten der inneren Kiste könnte also mit einem Polster der Fläche 50 x 43 cm versehen werden.

7. Polstergrösse anpassen, damit die innere Kiste gleichmässig gepolstert wird. Hier sollen pro Seite zwei 50 cm lange Polster verwendet werden:

$$\frac{43 \text{ cm}}{2} = 21.5 \text{ cm}$$

Pro Seite werden also je 2 Polster der Fläche 50 x 21.5 cm angebracht.



Graph. 7: Dynamische Polsterungskurve von PU-Ether-Schaumstoff (32 kg/m³) bei einer Fallhöhe von 60 cm.  
 (© U.S. Department of Defense, 1978, Graph 2.24, S. 221)

## **Anhang 6: Geläufige Transportverpackungstypen**

### **Kiste mit Einbettung**

Unter Einbettung wird in dieser Arbeit eine Stütz- und Polsterstruktur verstanden, die das Objekt grossflächig und passend umschliesst und das Objekt im Inneren einer Kiste stabilisiert (Abb. 18). Durch die passgenaue Form und die grosse Kontaktfläche ermöglicht die Einbettung eine sehr gute Fixierung und Polsterung des Transportguts und wird daher in der Regel nur für sehr fragile Objekte eingesetzt. Einbettungen sind zeitaufwändig in ihrer Herstellung und können aufgrund ihrer passgenauen Form nur für ein spezifisches Objekt angewendet werden. Wichtig ist die Verwendung chemisch inerten\*, nicht abrasiver Verpackungsmaterialien, oder einer glatten, chemisch inerten\* Einlage zwischen Objekt und Einbettungsmaterial, um die Objektoberfläche nicht zu beschädigen.<sup>113</sup>

### **Kiste mit Verstreben**

Kisten mit Verstreben sind Kisten mit Einbettung sehr ähnlich. Die Verstreben, bestehend aus an der Kiste fixierten gepolsterten Stäben oder Schiebern oder mechanisch stabilen Schaumstoffen\*, können als eine materialreduzierte Form der Einbettung verstanden werden. Sie fixieren das Objekt an seinen stabilen Zonen in der Kiste, benötigen aber weniger Material und sind damit insbesondere für grossformatige Objekte geeignet. Bei der Polsterung der Verstreben gelten dieselben Richtlinien wie bei den Einbettungsmaterialien (siehe vorangehender Abschnitt).<sup>114</sup> Im MHNN kommt dieser Verpackungstyp für den Transport grossformatiger Stopfpräparate zum Einsatz (Abb. 19).

### **Doppelkistensystem**

Beim Doppelkistensystem wird eine innere Kiste, in welcher sich das eingebettete Transportgut befindet, mit Schaumstoffpolstern in einer zweiten, grösseren Kiste platziert (Abb. 20). Mit diesem System können auch äusserst fragile Objekte sicher transportiert werden, da sie durch die Kisten vor Stössen und Durchschlägen und durch die zweifache Polsterung vor Schocks und Vibrationen geschützt sind. Wichtig ist die Verwendung von ausreichend und angemessenem Polstermaterial. Die innere und äussere Kiste kann mehrfach verwendet werden und nur die Polsterung zwischen den beiden Kisten und die Einbettung des Objekts in der inneren Kiste müssen angepasst werden.<sup>115</sup>

Wichtig ist, dass in der inneren Kiste härterer Schaumstoff für die Einbettung verwendet wird als für die Polster zwischen innerer und äusserer Kiste. Die Einbettung soll keine polsternden, dämpfenden Eigenschaften übernehmen, sondern lediglich der Fixierung und Stabilisierung des Objekts dienen. So übernimmt das Polstermaterial zwischen den beiden Kisten alle Dämpfungsfunktionen und absorbiert

---

<sup>113</sup> Macron, 2020 [online], S. 68-72; Stalow, 1980, S. 72-73.

<sup>114</sup> Macron, 2020 [online], S. 73-74; Stalow, 1980, S. 73-79.

<sup>115</sup> Macron, 2020 [online], S. 86-88; Stalow, 1980, S. 79-82.



alle eintreffenden Kräfte.<sup>116</sup> Zur Berechnung der Menge und Gestaltung des Polstermaterials kann für Standardverpackungen PadCAD, eine frei zugängliche Software des CCI, verwendet werden.<sup>117</sup>

### Polsterung der Standfläche

Die Polsterung der Standfläche des Transportguts ist die reduzierteste und simpelste der vier hier präsentierten Verpackungstypen. Dieses System wird daher in der Regel für wenig fragile, grossformatige und schwere Objekte angewendet. Das Objekt, dessen Standfläche mit einem ausreichend harten und dicken Material gepolstert ist, wird dabei meist auf einer Palette befestigt (Abb. 21). Möglich ist aber auch die Polsterung der Standfläche in Kombination mit einem Kistentyp.<sup>118</sup>



Abb. 18: In PE-Schaumstoff eingebettetes Objekt. (Macron, 2020 [online], S. 71, Abb. 26)



Abb. 19: Offene Holzkiste mit Verstrebungen, wie sie im MHNN verwendet wird.



Abb. 20: Blick in eine offene Doppelkisten-Verpackung mit einer inneren Kiste aus Sperrholz und schwarzen Schaumstoffpolstern.

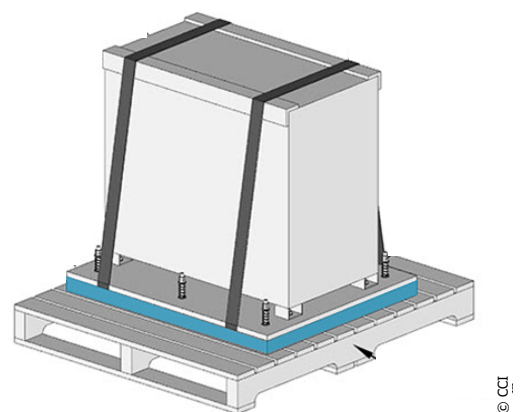


Abb. 21: Illustration einer Verpackung mit gepolsterter Standfläche (blau) auf einer Palette. (Macron, 2020 [online], S. 84, Abb. 34)

<sup>116</sup> Macron, 2021a [online].

<sup>117</sup> PadCAD, 2017 [online].

<sup>118</sup> Macron, 2020 [online], S.83-84.

## **Anhang 7: Geläufige Transportverpackungsmaterialien**

### **PU-Schaumstoffe**

Heute werden zur Schock- und Vibrationsdämpfung mehrheitlich Schaumstoffe\* als Polstermaterialien für Transportverpackungen verwendet.<sup>119</sup> PU-Ester- und PU-Ether-Schaumstoffe (häufig zusammenfassend als PU-Schaumstoffe bezeichnet) verfügen im Vergleich zu anderen Schaumstoffen (zum Beispiel aus PE und PS) über grosse Schock- und Vibrationsdämpfungskapazitäten, weshalb sie häufig bei Transporten zum Einsatz kommen.<sup>120</sup> Sie sind jedoch nicht chemisch inert\* (Abb. 22).<sup>121</sup> PU-Ester-Schaumstoffe sind gegenüber PU-Ether-Schaumstoffen chemisch und physikalisch stabiler und weisen etwas bessere Dämpfungseigenschaften auf, weil sie unter anderem über etwas kleinere Zellen verfügen. PU-Ester ist jedoch teurer als PU-Ether.<sup>122</sup>

### **Papiere und Vliesstoffe**

Papiere und Vliese werden hier zusammen präsentiert, da sie als Barrierematerialien oder Zwischenlagen und zur Fixierung mobiler Objektteile eingesetzt werden können. Zu den häufig verwendeten Papieren zählen die Seidenpapiere. Es handelt sich dabei um besonders weiche, dünne Papiere mit glatter Oberfläche. Sie sind nicht reissfest und eignen sich daher nur bedingt als Zwischenlage oder Barrierematerial. Durch Zusammenknüllen können sie zum Ausfüllen von Hohlräumen oder zur Polsterung leichter Objekte eingesetzt werden (Abb. 23). Es existieren säurefreie\*, archivbeständige Seidenpapiere.<sup>123</sup> Als reissfeste, mechanisch äusserst stabile Alternative zu Seidenpapier eignen sich Vliese. Das bekannteste Produkt ist dabei Tyvek®, ein chemisch inerter\*, glatter Vliesstoff aus PE-Fasern.<sup>124</sup> Er kann in Form von Bändern auch zur Fixierung von Objektteilen eingesetzt werden.

### **Well- und Wabenkarton**

Well- und Wabenkarton werden bei Transportverpackungen aufgrund ihrer hohen Formstabilität und Steife in der Regel als Material für Kisten verwendet, teils in Kombination mit Holzwerkstoffen.<sup>125</sup> Ihr Vorteil gegenüber anderen ähnlich steifen Materialien, zum Beispiel Holz, ist insbesondere ihr geringes Gewicht und ihre einfache Bearbeitung. Beide Materialien existieren zudem in säurefreien\*, archivbeständigen Varianten. Bei Wellkarton handelt es sich um eine (einwelliger Wellkarton) oder mehrere (mehrwelliger Wellkarton) gewellte Papierbahnen, die auf eine flache Papierbahn (einseitig kaschierter Wellkarton) oder zwischen zwei flache Papierbahnen (zweiseitig kaschierter Wellkarton) geklebt sind (Abb. 24). Auch existieren unterschiedliche Wellenlängen. Generell vergrössert sich die Stabilität (und das Gewicht) von Wellkarton mit zunehmender Anzahl Lagen und abnehmender

---

<sup>119</sup> Macron, 2020, [online], S. 23, Tab. 7.

<sup>120</sup> Macron, 2020 [online], S. 24; Jeanneret, 2010 [online].

<sup>121</sup> Tétreault, 2017 [online], S. 45.

<sup>122</sup> Barber, 2014 [online]; Kinner, 2022 [online].

<sup>123</sup> Macron, 2020 [online], S. 66-68; Pellin, 2009a [online]; Tétreault, 2017 [online], S. 49-50.

<sup>124</sup> Pellin, 2010 [online]; Tétreault, 2017 [online], S. 48.

<sup>125</sup> Macron, 2020 [online], S. 88-90; Snutch, 1997 [online].

Wellengrösse.<sup>126</sup> Wabenkarton ist sehr ähnlich aufgebaut wie Wellkarton. Die gewellten Papierbahnen liegen aber nicht horizontal zwischen den flachen Papierbahnen, sondern vertikal (Abb. 25). Damit sind Wabenplatten noch formstabiler und steifer als Wellkarton.<sup>127</sup>

## Holzwerkstoffe

Holzwerkstoffe bestehen aus unterschiedlich kleinen und unterschiedlich zusammengefügt Holzbestandteilen. Dazu zählen zum Beispiel Sperrholz, Span- und Faserplatten und Furnierschichtholz.<sup>128</sup> Sie sind ein eher kostengünstiges und sehr stabiles Material zum Bau von Transportkisten. Häufig wird in diesem Kontext Sperrholz mit einer Dicke von mindestens 9 mm verwendet.<sup>129</sup> Holzwerkstoffe sind im Vergleich zu Kartons schwerer und zu ihrer Bearbeitung werden entsprechende Werkzeuge (Sägen, Bohrer etc.) benötigt. Auch sind sie nicht chemisch inert\*, sondern gasen Säuren aus.<sup>130</sup>



Abb. 22: Beispiel eines PU-Ether-Schaumstoffs. Sie sind häufig leicht gelb und vergilben rasch. (Jeanneret, 2010 [online]).



Abb. 23: Seidenpapier zum Ausfüllen von Hohlräumen. (Macron, 2020 [online], S. 68, Abb. 24).



Abb. 24: Zweiwelliger, beidseitig kaschierter Wellkarton. (Pellin, 2009c [online])



Abb. 25: Beidseitig kaschierte Wabenplatte. (Pellin, 2009b [online])

---

<sup>126</sup> Pellin, 2009c [online]; Macron, 2020 [online], S. 90.

<sup>127</sup> Pellin, 2009b [online].

<sup>128</sup> ZHdK, 2009 [online].

<sup>129</sup> Macron, 2020 [online], S. 92-94.

<sup>130</sup> Tétreault, 2017 [online], S. 28.

## **Anhang 8: Lagerungsrisiken: Staub und Säuren**

### **Staub**

Bei Staub handelt es sich um einen Luftschadstoff aus feinen Partikeln unterschiedlichen Ursprungs. In Reservaten handelt es sich häufig um Teile von Textilfasern oder Haaren oder durch von aussen eingebrachte, bei Verbrennungsreaktionen entstehende Partikel (Abgase). Staub führt in einem ersten Schritt zur Verminderung des ästhetischen Werts von Objekten. Bei porösen Materialien wie Knochen ist er nur schwer zu entfernen und kann folglich auch zu bleibenden Verfärbungen des Materials führen. Zudem ist er Nahrungsquelle für Schädlinge und zieht diese dementsprechend an. Aufgrund seiner hygroskopischen Eigenschaften hat er zudem die Bildung feuchter Zonen auf dem Objekt zur Folge, die wiederum Schimmel oder saure Milieus hervorrufen.<sup>131</sup>

### **Säuren**

Zu den in Lagerungskontexten anzutreffenden Säuren zählen in erster Linie Ethan-, Methan-, Benzoe- und Adipinsäure. Ihre Hauptquellen sind unbeschichtete Hölzer und Holzwerkstoffe, saure Papiere und Kartons, gewisse Farben, instabile PVA\*-Klebstoffe, PU-Schaumstoffe und PVC.<sup>132</sup> Die Exposition gegenüber flüchtigen Säuren führt bei Knochenmaterial mit der Zeit zu einer zunehmenden Porosität und Verlust von Härte, da sie die anorganischen Bestandteile des Knochens beschädigen.<sup>133</sup> Das Schadenspotential flüchtiger organischer Säuren ist in luftdicht abgeschlossenen Systemen (beispielsweise einem dichten Schrank) viel höher als in einem gut durchlüfteten System, da bei ersterem die Schadstoffkonzentration immer weiter zunimmt.<sup>134</sup> Der Kontakt mit sauren Materialien führt zu Verfärbungen.<sup>135</sup> Es ist zu beachten, dass die Schadstoffemission dieser Materialien mit der Zeit abnimmt: nach etwa einem Monat emittieren die meisten Materialien kaum mehr in einem schädlichen Ausmass.<sup>136</sup>

## **Anhang 9: Geläufige Lagerverpackungstypen**

### **Schachteln**

Es existieren viele verschiedene Schachtelsysteme. Sie können unter anderem durch die Position ihrer Öffnung oder ihres Zugangs (vertikale oder horizontaler Zugang) unterschieden werden. Auch existieren Schachteln mit separatem oder integriertem Deckel (Abb. 26). Als Verbindungstechniken der Schachteln, häufig aus säurefreiem Karton hergestellt, eignet sich die Klebung mit chemisch stabilen oder mechanischen Verbindungstechniken, beispielsweise durch Einrastnieten aus PP oder LDPE (Abb. 27).<sup>137</sup>

---

<sup>131</sup> Tétreault, 2021 [online].

<sup>132</sup> Tétreault, 2017 [online], S. 11, Tab. 1.

<sup>133</sup> Norris & Waller, 2019, S. 853.

<sup>134</sup> Tétreault, 2021 [online].

<sup>135</sup> Tétreault, 2021 [online].

<sup>136</sup> Tétreault, 2017 [online], S. 15-16.

<sup>137</sup> Guillemard, 1989, S. 12, Abb. 6.

## **Staubabdeckungen**

Bei Staubabdeckungen für grosse, dreidimensionale Objekte handelt es sich in der Regel um Hüllen aus verschiedenen Materialien, die entweder direkt über das Objekt oder in einen das Objekt umgebenden Rahmen gestülpt werden (Abb. 28). Ihr Einsatz ist besonders dann sinnvoll, wenn das Objekt offen gelagert wird und dementsprechend Staub ausgesetzt ist. Für einen einfacheren Zugang kann die Öffnung der Hüllen beispielsweise mit Magneten versehen werden.<sup>138</sup>

## **Stützkonstruktionen**

Im Lagerungskontext kann es sich bei Stützkonstruktionen beispielsweise um Schaumstoffkeile handeln, die unter Zonen platziert werden, die gestützt werden müssen. Platten aus ausreichend steifem Material können als Sockelbasis eingesetzt werden, wenn keine solche vorhanden ist (Abb. 29). Fragile, mobile Objektteile können am Objekt fixiert werden. Zwischen Kontaktzonen von Objektteilen oder Objekt und Standfläche oder Sockel können Einlagen platziert werden, die entweder eine reine Barrierefunktion haben und beispielsweise den Kontakt mit chemisch instabilen oder abrasiven Materialien verhindern, oder zusätzlich auch polsternde Eigenschaften haben.



Abb. 26: Schachtel mit horizontaler Öffnung und separatem Deckteil. (Tétreault, 2017 [online], S. 32, Abb. 13a)



Abb. 27: Einrastniete, bestehend aus LDPE-Scheibe und PP-Kopf. (Einrastniete, 2022 [online])



Abb. 28: Fische skelett unter einer Staubschutzhülle aus transparenter, geschweisster PE-Schlauchfolie im MHNN.



Abb. 29: Auf einer PE-Schaumstoffplatte fixierte Skelettmontage im MHNN.

<sup>138</sup> Carter & Walker, 1999, S. 24.



## Anhang 10: Geläufige Lagerverpackungsmaterialien

### PE-Schaumstoffe

PE-Schaumstoffe (zum Beispiel Ethafoam®) existieren in geschlossen- und offenzelligen Varianten, unterschiedlichen Dicken und Dichten (Abb. 30).<sup>139</sup> Für Stützstrukturen sollten PE-Schaumstoffe höherer Dichte verwendet werden, damit ausreichend Stabilität erreicht werden kann und die Stützstruktur sich nicht verbiegt. Beim Einsatz als Zwischenlage ist die Verwendung geschlossenzelliger vernetzter PE-Schaumstoffe (zum Beispiel Plastazote®) sinnvoll. Sie haben sehr kleine Zellen und eine glatte, nicht abrasive Oberfläche.

### PE-Folien und Vliesstoffe

PE-Folien und Vliesstoffe wie Tyvek® werden häufig als Staubschutzhüllen verwendet (Abb. 31). Der Vorteil von PE-Folien als Staubabdeckung ist ihre Transparenz. Sie können sich aber statisch aufladen und Staub anziehen, haben ein eher hohes Gewicht und sind relativ steif. Tyvek® ist teurer und nicht durchsichtig, dafür aber leichter und einfacher zu reinigen.<sup>140</sup> Wie säurefreie Papiere können sie auch als Zwischenlagen, bei denen keine Polsterung notwendig ist, eingesetzt werden.

### Säurefreier Well- und Wabenkarton

Säurefreie Wellkartons werden in der Regel zur Herstellung von Schachteln eingesetzt,<sup>141</sup> während Wabenkarton aufgrund seiner Dicke und Steife als Sockelbasis oder für Stützstrukturen verwendet werden kann. Weitere Ausführungen dazu finden sich in Anhang 7, S. 57.

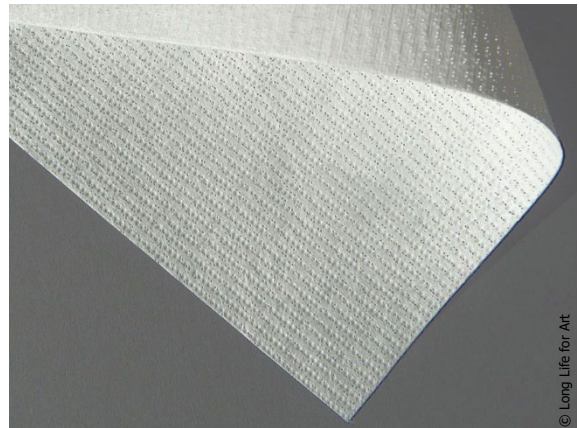


Abb. 30: Schwarzer PE-Schaumstoff. (Jeanneret, 2011a [online]) Abb. 31: Tyvek®. (Long Life for Art, 2022 [online])

---

<sup>139</sup> Jeanneret, 2011a [online].

<sup>140</sup> Carter & Walker, 1999, S. 24.

<sup>141</sup> Guillemard, 1989, S. 7.

## Anhang 11: Fotografische Dokumentation der bearbeiteten Skelettmontagen

### Känguru Inv. Nr. 94.1060



Abb. 32: Seite A.



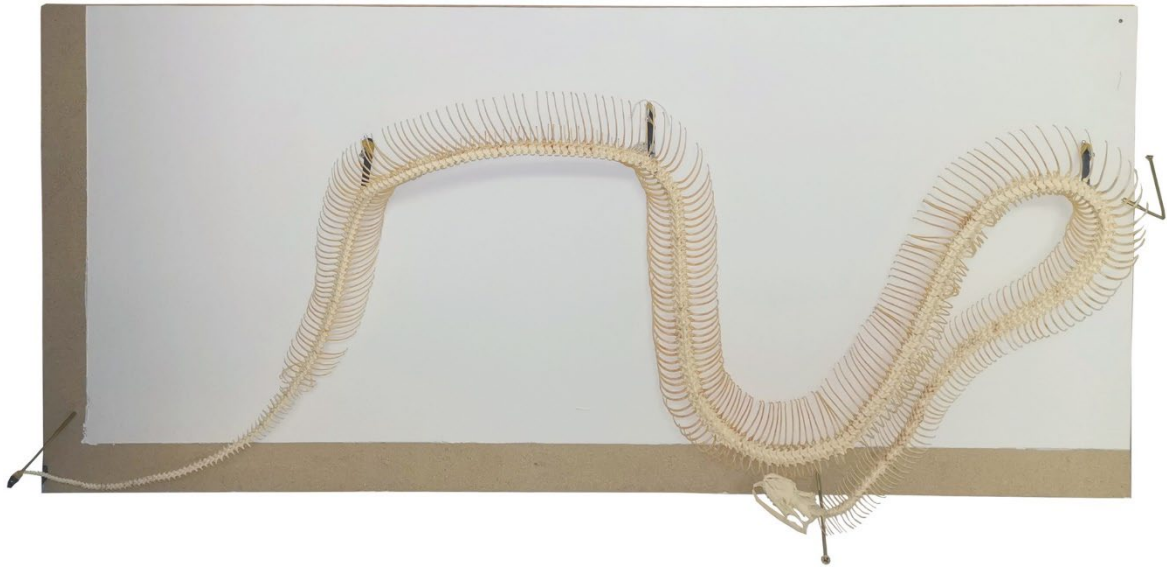
Abb. 33: Seite B.

### Orang-Utan Inv. Nr. 94.1334A



Abb. 34: Seite A.

**Python Inv. Nr. 91.2566A**



© L. Furrer, 2022

*Abb. 35: Seite A.*

**Strauss Inv. Nr. 92.1010A**



© L. Furrer, 2022

*Abb. 36: Seite A.*



© L. Furrer, 2022

*Abb. 37: Seite B.*



© L. Furrer, 2022

*Abb. 38: Seite C.*



**Walross Inv. Nr. 94.2845**

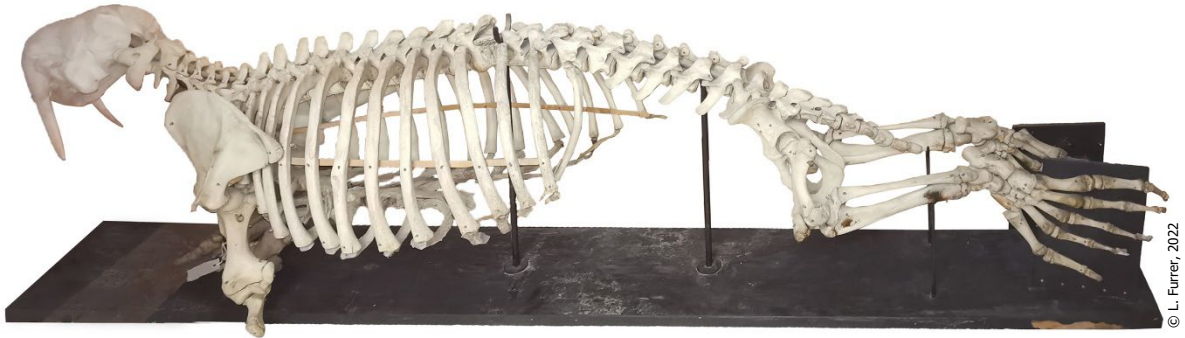


Abb. 39: Seite A.

**Wels Inv. Nr. 89.2206**





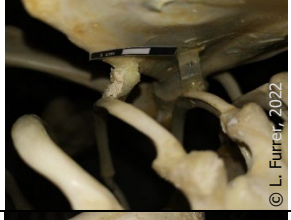


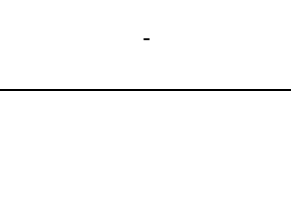
Abb. 40: Seite A.

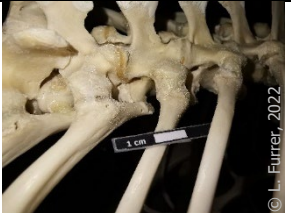






Abb. 41: Seite B.






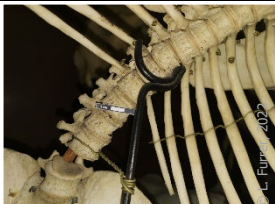
## Anhang 12: Zustandserfassung

### Känguru Inv. Nr. 94.1060



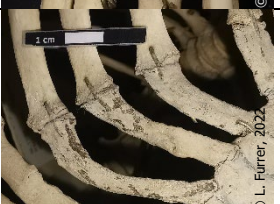
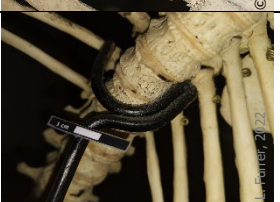



Identifikation		
	Inv. Nr.	94.1060
	Typologie	Säugetier
	Spezies	<i>Macropus giganteus</i>
	Standort Depot	Säugetiere, Schrank 4, untere Etage
	Konservierungskontext	In Holzschrank (ohne Sockel, ohne Verpackung)
	Aussenmasse (L x B x H)	122 x 43 x 79 cm
	Gesamtgewicht	Ca. 5 kg (Schwerpunkt: Becken)
	Herstellungsmaterialien	Metallstab, Kunststoffstäbe, Klebstoffe, Kitt, Seil, Farbe
Materialien und Techniken		
Material/Technik	Beschreibung	Abbildung
Skelett	Das Skelett besteht sowohl aus kleinen, relativ feinen Knochen (u.a. Fingerknochen & letzte Schwanzwirbel), wie auch aus dickeren, langen (u.a. Schienbeine) (Ø ca. 0.5-2.5 cm). Es ist keine Knorpelmasse vorhanden.	-
Klebung	Alle Verbindungen sind geklebt, wobei der Klebstoff grossflächig aufgetragen ist. Es sind zwei unterschiedliche Klebstoffe identifizierbar: ein gelber, harter, transparenter, glänzender Klebstoff und ein weisser, matten, opaker (u.a. eine Mischung aus PVA* und Cyanoacrylat*).	
Kunststoffstäbe	Die Schulterblätter sind durch je zwei transparente Kunststoffrundstäbe (PMMA, Ø 1 cm) mit den beiden zweitvordersten Rippen verbunden. Die Stäbe sind mit transparentem, glänzendem Klebstoff (evtl. Heissleim) an den Knochen fixiert.	
Kittung	Die Zwischenräume von Wirbeln, grösseren Gelenken und alte Montagelöcher sind mit einer beigen, harten, opaken Masse gekittet.	
Alte Montagelöcher	An Verbindungszonen sind alte Montagelöcher unterschiedlichen Durchmessers vorhanden. Viele sind gekittet. In kleineren Löchern ist teils Klebstoffrest (gelb, transparent) oder Kupferkorrosion vorhanden.	
Ergänzung mit Seil	Die Knorpelmasse des Brustkorbs ist durch ein mit Epoxidharz* bedecktes, weiss gefärbtes Seil ergänzt.	
Armatur	In der gesamten Länge der Wirbelsäule verläuft in den Wirbelhohlräumen ein Armaturstab (vermutl. Messing, Ø ca. 0.2 cm). Im mittleren Teil der Wirbelsäule sind zwei zusätzliche, gleichartige Armaturstäbe eingefügt. Die Armaturstäbe sind kaum sichtbar.	-

Zustand			
Phänomen		Beschreibung	Abbildung
Mobilität	Unbewegliche Bereiche	Alle Verbindungen zwischen Knochen sind unbeweglich.	-
	Bewegliche Bereiche	Das gesamte Skelett lässt sich auf den Füßen etwas in Richtung Schädel kippen (wackelt).	
Depots	Weisse Partikel	Auf den horizontalen Flächen des Skeletts befindet sich eine dünne Schicht von weissen, sehr feinen Partikeln ( $\varnothing$ ca. 0.01 cm), die nicht am Untergrund haften.	
Skelett	Degradation der Knochen	Die Knochen sind stellenweise vergilbt.	
	Fehlstellen am Skelett	Drei kleine Knochen haben sich an den Klebestellen abgelöst und sind dem Skelett in einem PE-Druckverschlussbeutel beigelegt.	
Montage / Sockel	Degradation des Klebstoffs	Der Klebstoff ist vergilbt. Stellenweise löst sich der Klebstoff von den Knochen.	
	Korrosion	In einigen alten Montagelöchern befinden sich grüne Kupferkorrosionsprodukte und/oder die Löcher sind grün verfärbt.	

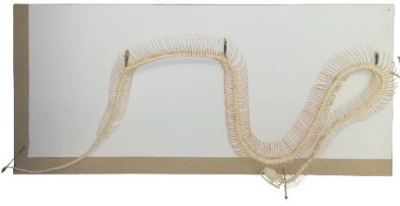
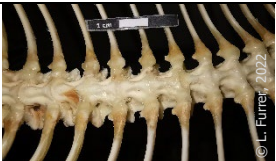
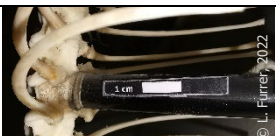




## Orang-Utan Inv. Nr. 94.1334A

Identifikation		
 <small>© L. Furrer, 2022</small>	Inv. Nr.	94.1334A
	Typologie	Säugetier, Museographische Montage
	Spezies	<i>Pongo pygmaeus</i>
	Standort Depot	Säugetiere, Schrank 4, untere Etage
	Konservierungskontext	In Holzschrank auf Sockel
	Aussenmasse (L x B x H)	73 x 45 x 119 cm
	Gesamtgewicht	Ca. 13 kg (Schwerpunkt: Ast)
	Herstellungsmaterialien	Metalldraht, Metallstab, Klebstoffe, Nägel/Stifte, Holz, Textil, Kitt
Materialien und Techniken		
Material/Technik	Beschreibung	Abbildung
Skelett	Das Skelett besteht mehrheitlich aus langen, relativ dicken Knochen (Ø ca. 0.5 – 2 cm). Die Knorpelmasse im Bereich des Brustkorbs ist vorhanden.	-
Drähte	Schädeldecke, Gelenke, Finger- und Fussknochen und Rippen sind mit Metalldrähten (Ø 0.1 cm) miteinander verbunden. Für grössere Knochen (z.B. einige Wirbel, Becken, Bein- und Armknochen) ist Draht aus Eisenlegierung (magnetisch), für kleinere Knochen (z.B. Hand- und Fussknochen) vermutlich Messingdraht (gelblich) verwendet worden. Der Draht verläuft durch gebohrte Löcher in den Knochen und/oder durch deren natürliche Hohlräume. Die Enden des Drahts ragen aufgerollt aus dem Knochen. An Kiefer und Schulterblatt sind die Drähte zu Federn gebogen.	 <small>© L. Furrer, 2022</small>
Klebungen	Einige Zonen und Objektteile (Textil, Schienbeine, Schulter) sind zusätzlich zur Fixierung mit Draht grossflächig mit hartem, glänzendem, transparentem Klebstoff (vermutl. PVA* und/oder Cyanoacrylat*) geklebt.	 <small>© L. Furrer, 2022</small>
Textil	Zwischen die Fuss- und Fingerknochen, Ellbogen und Wirbel ist Textil geklebt (vermutl. Filz).	
Kittung	Einige Zonen und Objektteile sind zusätzlich zur Fixierung mit Draht und/oder Klebstoff auch gekittet (möglicherweise Fensterkitt), u.a. stellenweise bei Wirbelsäule, Fuss- und Handknochen.	
Beschichtung	Die Knorpelmasse des Brustkorbs ist mit einer grauweissen, matten, deckenden, dünnen Beschichtung versehen.	 <small>© L. Furrer, 2022</small>
Armatur	In der gesamten Länge der Wirbelsäule verläuft in den Wirbelhohlräumen ein Armaturstab (Eisenlegierung, Ø 0.5 cm). Zusätzlich verlaufen stellenweise Holzkeile neben dem Metallstab. In Beinen und Oberarmen verlaufen dünnere Armaturstäbe (Eisenlegierung, Ø 0.2 cm). Die Armatur der Beine ragt aus den Fersenknochen und ist dort mit Klammern am Sockel fixiert.	 <small>© L. Furrer, 2022</small>
Sockel	Die Sockelbasis besteht aus einer rundlichen Holzplatte (Dicke ca. 2 cm, Ø ca. 45 cm). Auf der Basis ist Gips aufmodelliert und sie ist mattschwarz bemalt. Unter Händen und Füßen ist keine oder dunkelgraue Farbe vorhanden. Die Standfläche der Sockelbasis ist uneben. In der Basis sind ein langer und ein kurzer Ast befestigt, die mattschwarz gestrichen sind. Am langen Ast sind die rechte Hand und der rechte Fuss, am kurzen Ast der rechte Fuss fixiert. Die linke Hand ist nicht am Sockel fixiert. Die Knochen sind teils direkt durch den Knochen mit Nägeln oder Stiften (Eisenlegierung) am Sockel fixiert oder mit durch die aufgerollten Enden der Drähte reichenden Nägeln im Sockel fixiert. Im Sockel ist eine schwarz bemalte Metallstütze (Eisenlegierung, Ø 0.5 cm) fixiert, die den mittleren Bereich der Wirbelsäule stützt. Die Wirbelsäule ist zusätzlich mit Draht an der Metallstütze fixiert.	 <small>© L. Furrer, 2022</small>










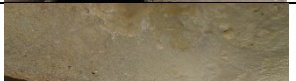





Zustand		
Phänomen	Beschreibung	Abbildung
Mobilität	Unbewegliche Bereiche <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle geklebten Verbindungen zwischen Knochen</li> <li>• Fixierung von rechter Hand, rechtem Fuss und linkem Fuss auf Sockel</li> <li>• Alle Rippen (ausser linker, fünft unterster Rippe)</li> </ul>	-
	Bewegliche Bereiche <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle ausschliesslich mit Draht verbundenen Knochen</li> <li>• Mittlere Fingerknochen der rechten Hand</li> <li>• Becken (lässt sich in der Achse um den losen Wirbel drehen)</li> <li>• Linke Hand (ist nicht am Sockel fixiert)</li> <li>• Linker Arm</li> <li>• Schädel (lässt sich nach links drehen)</li> <li>• Sockel wackelt (kann durch Berührungen etwas von links nach rechts gekippt werden)</li> </ul>	
Depots	Weisse Partikel <p>Auf dem Sockel sind stellenweise weisse, eckige, kleine Partikel (Ø ca. 0.01 cm) vorhanden, die sehr schwach am Sockel haften.</p>	
	Staub <p>Auf dem Sockel ist eine sehr feine Schicht aus grauem, feinem, schwach haftendem Staub vorhanden.</p>	
Skelett	Degradation der Knochen <p>Die Knochen sind vergilbt, v.a. im Bereich von Klebungen.</p>	
	Fehlstellen an Beschichtung <p>Die Beschichtung der Knorpelmasse des Brustkorbs blättert stellenweise ab. Die darunter liegende, braune Knorpelmasse ist sichtbar.</p>	
	Fehlstellen an Knochen <p>An der Kontaktzone von Metallstütze und Wirbelsäule ist anhand feinen weissen Staubs auf der Metallstütze oberflächlicher Materialverlust durch Abrasion erkennbar.</p>	
	Schwarze Verfärbung <p>An der Kontaktzone von Metallstütze und Wirbelsäule sind schwarzbraune Depots auf dem Wirbelknochen vorhanden.</p>	
Montage / Sockel	Degradation des Klebstoffs <p>Der Klebstoff ist vergilbt und teils brüchig. Stellenweise löst sich das aufgeklebte Textil von den Knochen (u.a. an einem Wirbel und stellenweise an den Händen und Füßen) und geklebte Verbindungen sind mobil (ein Wirbel und die fünftunterste linke Rippe sind nicht mehr an die angrenzenden Knochen geklebt und mobil). Stellenweise ist der Klebstoff brüchig.</p>	
	Geöffneter Draht <p>An der linken Hand ist das Ende eines Drahts aufgewickelt.</p>	
	Korrosion <p>Der Draht, Nägel, Stifte und die Metallstütze aus Eisenlegierung weisen stellenweise rötlich braune Eisenkorrosion auf. Es befinden sich grünliche Korrosionsprodukte auf dem Messingdraht und teils auf den umgebenden Knochen.</p>	

## Python Inv. Nr. 91.2566A

Identifikation		
	Inv. Nr.	91.2566A
	Typologie	Reptil
	Spezies	<i>Python molurus</i>
	Standort Depot	Säugetiere, Schrank 3, untere Etage
	Konservierungskontext	In Holzschrank auf Sockel
	Aussenmasse (L x B x H)	153 x 19 x 70 cm
	Gesamtgewicht	Geschätzt ca. 12 kg (Schwerpunkt: Sockel)
Herstellungsmaterialien		Metallstab (?), Kunststoffstäbe, Klebstoffe
Materialien und Techniken		
Material/Technik	Beschreibung	Abbildung
Skelett	Das Skelett besteht ausschliesslich aus äusserst dünnen, feinen, kurzen Knochen (Ø ca. 0.2 cm). Es ist keine Knorpelmasse vorhanden.	-
Klebung	Alle Verbindungen (Verbindung der Rippen mit Wirbeln und Wirbel untereinander) sind mit einem grossflächig aufgetragenen, harten, gelblich-weißen, opaken, matten Klebstoff geklebt.	
Armatur	Vermutl. verläuft in der gesamten Länge der Wirbelsäule in den Wirbelhöhlräumen ein Armaturstab (vermutl. Messing, Ø ca. 0.2 cm, nicht sichtbar).	-
Kunststoffstäbe	Ans Skelett sind vier schwarz bemalte, transparente Kunststoffrundstäbe (vermutl. PMMA, Ø 1 cm) mit transparentem, leicht weichem Klebstoff (evtl. Heissleim) geklebt.	
Sockel	Das Skelett ist an den Kunststoffstäben an fünf Schrauben an einer vertikal stehenden MDF-Platte (D 1.5 cm, 153 x 70 cm) fixiert, welche mit einer Schraube in der oberen linken Ecke im Schrank fixiert und grösstenteils weiss bemalt ist. Die Kunststoffstäbe sind mit Gummibändern an den Schrauben befestigt. Das Schwanzende ist direkt mit einem Gummiband an einer Schraube befestigt. In der Holzplatte befinden sich zwei weitere lange Schrauben (eine davon rechtwinklig gebogen), die keinen Stützfunktion haben.	
Zustand		
Phänomen	Beschreibung	Abbildung
Mobilität	Unbewegliche Bereiche	-
	Bewegliche Bereiche	
Depots	Staub	-
Skelett	Degradation der Knochen	
Montage / Sockel	Degradation des Klebstoffs	
	Gerissene Gummibänder	








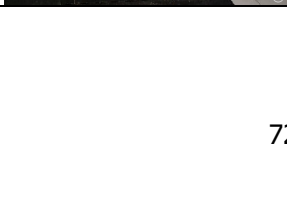
## Strauss Inv. Nr. 92.1010A







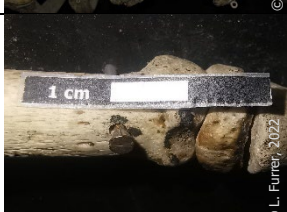
Identifikation		
	Inv. Nr.	92.1010A
	Typologie	Vogel
	Spezies	<i>Struthio camelus</i>
	Standort Depot	Vögel, rollbare Plattform
	Konservierungskontext	Auf rollbarer Plattform auf Sockel, unter Schutzüberzug aus PE-Folie
	Aussenmasse (L x B x H)	120 x 69 x 182 cm
	Gesamtgewicht	Geschätzt ca. 15 kg (Schwerpunkt: Brustbein)
	Herstellungsmaterialien	Klebstoff, Kitt, Metallstab
Materialien und Techniken		
Material/Technik	Beschreibung	Abbildung
Skelett	Das Skelett besteht aus wenigen kleinen, relativ feinen Knochen (Flügel) und mehrheitlich aus dickeren, langen Knochen (u.a. Oberschenkel, Becken) (Ø ca. 0.5-4 cm). Es ist keine Knorpelmasse vorhanden.	-
Draht	Der Schädel ist mit Draht am Armaturstab fixiert.	
Klebung	Alle Verbindungen sind geklebt, wobei der Klebstoff grossflächig aufgetragen ist. Es handelt sich um einen gelblichen, harten, matten, opaken Klebstoff.	
Alte Montagelöcher	An der Mehrzahl der Knochen befinden sich alte Montagelöcher unterschiedlicher Grössen.	
Kittung	Fehlstellen, Risse und alte Montagelöcher sind mit gelblichem, leicht transparentem, hartem Kitt gespachtelt.	
Armatur	In der gesamten Länge der Wirbelsäule verläuft in den Wirbelhohlräumen ein Armaturstab (vermutl. Messing, Ø ca. 1 cm). Es ist anzunehmen, dass auch durch die Beinknochen Armaturstäbe laufen (nicht sichtbar). Diese sind unter den Füßen (kaum sichtbar) in den Sockel geschraubt.	
Sockel	Die Sockelbasis besteht aus einer MDF-Platte (D 2 cm), die auf vier Holzleisten befestigt ist (D 1.5 cm, H 3 cm), in welche die aus den Fussknochen ragenden Armaturstäbe der Beine geschraubt sind. In der Sockelbasis ist eine Stütze mit zwei Schrauben fixiert, welche das Brustbein stützt. Die Stütze besteht aus einer MDF-Basis (D 2 cm, 18 x 18 cm), in welcher ein Metallstab (Eisenlegierung, L 76 cm, Ø 2 cm) fixiert ist. Der Metallstab trägt eine Plattform aus MDF (20 x 20 cm, D 2 cm). Das Brustbein ist mit einem mit Kunststoff ummantelten Kupferdraht an der Stütze fixiert.	 

Zustand			
	Phänomen	Beschreibung	Abbildung
Mobilität	Unbewegliche Bereiche	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle Verbindungen zwischen den Knochen sind unbeweglich.</li> <li>• Alle Verbindungen zwischen Skelett und Sockelbasis sind unbeweglich.</li> </ul>	-
	Bewegliche Bereiche	Die Stütze vibriert und schwingt in der Horizontalen bei Berührung.	
Depots	Glitzernde Partikel	Insbesondere auf dem Klebstoff und Kitt befindet sich eine dünne Schicht aus sehr feinen, weissen, glitzernden Partikeln.	
	Weisse Partikel	Auf der Sockelbasis, der Stütze und den horizontalen Knochenoberflächen im Inneren des Skeletts (z.B. Brustplatte) befinden sich weisse, kantige, grössere Partikel (L ca. 0.5-1 mm).	
Skelett	Fehlstellen an Knochen	An den Kantenzonen und auf den Flächen der Knochen finden sich viele Fehlstellen unterschiedlicher Grössen (Ø ca. 0.1-3 cm), mit rauen, eckigen Kantenzonen. Teile feiner Knochen (u.a. am Schädel) sind abgebrochen.	
	Degradation der Knochen	Fast alle Knochen sind äusserst porös und brüchig. Es sind sowohl feine Risse wie auch lange, breite vorhanden. Bei Reibung mit dem Finger lösen sich kleine Fragmente und Partikel aus den Knochen.	
	Fehlstellen am Skelett	Die linken Fingerknochen sind nahe der Klebestelle abgebrochen und liegen auf der Sockelbasis.	
Montage / Sockel	Degradation des Kitts	Der Kitt ist leicht vergilbt.	
	Degradation des Klebstoffs	Der Klebstoff ist leicht vergilbt. An mehreren Stellen (u.a. Rippen, Schädel) ist das Klebevermögen des Klebstoffs reduziert und die Zonen weisen Risse auf.	








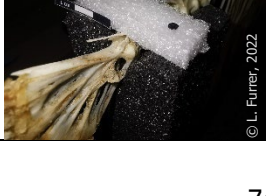


## Walross Inv. Nr. 94.2845








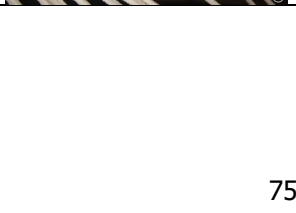
Identifikation		
	Inv. Nr.	94.2845
	Typologie	Meeressäuger
	Spezies	<i>Odobenus rosmarus</i>
	Standort Depot	Säugetiere, Schrank 5, untere Etage
	Konservierungskontext	In Holzschrank auf Sockel
	Aussenmasse (L x B x H)	255 x 50 x 68 cm
	Gesamtgewicht	Geschätzt ca. 20 kg (Schwerpunkt: Sockel)
	Herstellungsmaterialien	Metalldraht, Metallstab, Nägel, Holz, Farbe, Kork
Materialien und Techniken		
Material/Technik	Beschreibung	Abbildung
Skelett	Das Skelett weist mehrheitlich grosse, dicke Knochen auf (Ø ca. 1.5-6 cm). Die Knorpelmasse im Bereich des Brustkorbs ist vorhanden.	-
Draht	Alle Knochen sind durch Metalldrähte (vermutl. Stahl, Ø 0.1 cm) miteinander verbunden. Der Draht verläuft durch gebohrte Löcher in den Knochen und/oder durch deren natürliche Hohlräume. Die Enden des Drahts ragen zu Ösen gebogen aus dem Knochen. Unter den Ösen sind Unterlagscheiben platziert.	
Holzleisten	Die Rippen sind mit Draht an Holzleisten (D 0.3 cm, B 1.5 cm) fixiert.	
Nägel	Die Deckplatten der Wirbel und weitere Knochen sind mit Nägeln (Eisenlegierung) an den angrenzenden Knochen befestigt.	
Kork	Zwischen Schulterblatt und Rippe befindet sich auf beiden Körperseiten jeweils ein Stück Kork, das mit Draht (vermutl. Stahl, Ø 0.1 cm) an Rippe und Schulterblatt befestigt ist.	
Armatur	In der gesamten Länge der Wirbelsäule verläuft in den Wirbelhohlräumen ein Armaturstab (Eisenlegierung, Ø 1.5 cm). Die Armatur ragt aus dem Schädel. Entlang der Armatur stecken an einigen Stellen Holzkeile unterschiedlicher Grösse zwischen Armatur und Wirbelinnenseite. Der erste Beckenwirbel ist mit einer Schraube am Armaturstab fixiert. Die beiden Oberschenkelknochen sind mit einem durch das Becken reichenden Armaturstab (Eisenlegierung, Ø 0.5 cm) miteinander verbunden. In den Oberarmknochen verläuft ebenfalls ein Armaturstab (Eisenlegierung, Ø 1.5 cm).	
Sockel	Die Sockelbasis besteht aus einer grösstenteils schwarz bemalten Holzplatte (Dicke 3 cm, 255 x 31 cm). Darin sind drei grosse Metallstützen (Eisenlegierung, Ø 1.5 cm) fixiert. Auf der mittleren Stütze liegt der Armaturstab auf, auf der vorderen und hinteren Stütze die Wirbel. Zusätzlich sind zwei kleine Metallstützen (Eisenlegierung, Ø 1 cm) im Sockel fixiert, welche die Beinknochen stützen. Die Schwanzflossenknochen sind mit Eisennägeln an zwei vertikal an die Sockelbasis genagelten, schwarz bemalten Holzplatten (Dicke 1.5 cm, ca. 30 x 20 cm) befestigt.	 

Zustand			
Phänomen		Beschreibung	Abbildung
Mobilität	Unbewegliche Bereiche	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbindung Schädel-Halswirbel</li> <li>• Einzelne Wirbel</li> </ul>	
	Bewegliche Bereiche	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mehrheit der Montagen</li> <li>• Vorderfüsse (sind nicht am Sockel fixiert)</li> <li>• Vertikal an die Sockelbasis genagelte Holzplatten (lassen sich in alle Richtungen bewegen)</li> </ul>	
Depots	Staub	Das gesamte Objekt ist von einer grauen, dicken, stark haftenden Schicht aus feinkörnigem Staub bedeckt. Auf der Knorpelmasse des Brustkorbs haftet die Staubschicht besonders stark und ist sehr deckend.	
Skelett	Degradation der Knochen	Einige Knochen sind stellenweise vergilbt. Einige Knochen sind stellenweise braun verfärbt und weisen leicht klebrige, glänzende Depots auf.	
	Schwarze Verfärbung	An der Kontaktzone von Metallstütze und Wirbelsäule sind schwarzbraune Depots auf dem Wirbelknochen vorhanden.	
	Fehlstellen am Skelett	Eine Wirbeldeckplatte hat sich abgelöst und ist lose auf dem Wirbel platziert. Der Nagel ragt aus der Deckplatte.	
	Degradation der Knorpelmasse	Die Knorpelmasse des Brustkorbs ist sehr hart und brüchig und hat sich zurückgezogen. Stellenweise fehlen Teile.	
Montage / Sockel	Gebrochene Holzleisten	Die linke Holzleiste ist an zwei Stellen gebrochen (zwischen der fünft- und viertuntersten Rippe und zwischen zweitunterster und unterster Rippe). Die unterste Rippe ist hängt lose herunter, die zweitunterste Rippe ist nicht mehr in der Leiste befestigt.	
	Korrosion	Der Draht, Nägel, Stifte und die Metallstützen weisen stellenweise Rost auf. An der Kontaktzone von Metallstütze und rechtem Beinknochen befinden sich direkt neben der braunen Verfärbung Abfärbungen der Eisenkorrosion.	

## Wels Inv. Nr. 89.2206

Identifikation		
	Inv. Nr.	89.2206
	Typologie	Fisch
	Spezies	<i>Silurus glanis</i>
	Standort Depot	Gang, Schrank 2, obere Etage
	Konservierungskontext	In Holzschrank auf Sockel
	Aussenmasse (L x B x H)	133 x 36 x 28 cm
	Gesamtgewicht	Ca. 3 kg (Schwerpunkt: Schädel)
	Herstellungsmaterialien	Metalldraht, Kunststoffstäbe, Klebstoffe
Materialien und Techniken		
Material/Technik	Beschreibung	Abbildung
Skelett	Das Skelett besteht mehrheitlich aus äusserst dünnen, feinen, länglichen Knochen (u.a. Rippen, Flossenstrahlen) (Ø ca. 0.2 cm). Die Schädelknochen sind ebenfalls sehr dünnwandig.	-
Draht	Der Schädelbereich ist mehrheitlich mit Draht (vermutl. Stahl, Ø ca. 0.08 cm) montiert. Der Draht verläuft mehrheitlich durch gebohrte Löcher, teils durch die natürlichen Hohlräume der Knochen. Die beiden Enden des Drahts sind umeinandergewickelt.	
Klebung	Alle Verbindungen, bis auf einige im Schädelbereich, sind geklebt, wobei die Klebstoffe grossflächig aufgetragen sind. Es sind zwei unterschiedliche Klebstoffe identifizierbar: Einige Wirbel, der Kunststoffstab und einige Schädelknochen sind mit hartem, weissem, glänzendem, opakem Klebstoff (vermutl. PVA*) geklebt. Die Flossen und viele Rippen sind mit hartem, transparentem, glänzendem, gelblichem Klebstoff (Cyanoacrylat* und/oder Epoxidharz*) geklebt.	
Kunststoffstab	Die Brustflosse ist mit einem transparenten Kunststoffrundstab (vermutl. PMMA, Ø 0.5 cm) mit dem darüberliegenden Wirbel verbunden. Der Stab ist mit weissem, glänzendem Klebstoff (vermutl. PVA*) an den Knochen fixiert.	
Alte Montagelöcher	An Verbindungszonen am Schädel sind alte Montagelöcher unterschiedlichen Durchmessers vorhanden. In vielen Löchern ist Kupferkorrosion, in einigen Klebstoffrest (gelb, transparent) vorhanden.	
Armatur	In der gesamten Länge der Wirbelsäule verläuft in den Wirbelhohlräumen ein Armaturstab aus transparentem Kunststoff (vermutl. PMMA, Ø ca. 0.3 cm). Er ist mit weissem, opakem, glänzendem Klebstoff in die Wirbel geklebt.	
Festigung	Die Flossenstrahlen sind mit einem gelblichen, transparenten, glänzenden Festigungsmittel versehen.	
Sockel	Die Sockelbasis besteht aus einer schwarzen PE-Schaumstoffplatte (D 4 cm, 143 x 36 cm). In der Basis sind mit Nägeln zwei Stützen aus demselben PE-Schaumstoff fixiert, welche die Wirbelsäule an zwei Punkten stützen (Schwanzflossen- und Schädelansatz). Die Wirbelsäule ist durch mit Nadeln an der Stütze fixierten PE-Schaumstoffstücken an den Stützen fixiert.	



Zustand			
Phänomen		Beschreibung	Abbildung
Mobilität	Unbewegliche Bereiche	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle Verbindungen zwischen Knochen.</li> <li>• Kontaktzonen zwischen PE-Schaumstoffstützen und Skelett.</li> </ul>	-
	Bewegliche Bereiche	-	
Depots	Staub	Insbesondere in den Vertiefungen der Wirbel befindet sich stark haftender, grauer, feiner Staub.	
Skelett	Fehlstellen am Skelett	Einige Rippen und Flossenstrahlen der Bauchflosse fehlen ganz.	
	Fehlstellen an Knochen	Bei mehreren Rippen fehlen Bereiche.	
	Deformation	Die Flossenstrahlen sind ausgefranst, verbogen und abgeknickt.	
	Degradation der Knochen	Die Knochen sind stellenweise vergilbt. Insbesondere die platten Knochen (u.a. der Schädel) sind sehr brüchig und rissig. Die Montagelöcher weisen Risse und ausgefranste Kantenzonen auf.	
Montage / Sockel	Korrosion	In einigen alten Montagelöchern befinden sich grüne Kupferkorrosionsprodukte und/oder die Löcher sind grün verfärbt.	
	Degradation des Festigungsmittels	Das Festigungsmittel ist leicht vergilbt.	
	Degradation des Klebstoffs	Einer der beiden Klebstoffe ist stark vergilbt. Der vergilbte Klebstoff löst sich von den Knochen, hat sein Volumen verringert und ist brüchig.	

## Anhang 13: Diagnostik und Prognostik im Hinblick auf Transport und Lagerung

Materialien und Techniken			
Phänomen	Diagnostik	Prognostik	
		Transport <sup>142</sup>	Lagerung
Skelett	Siehe Anhang 3, S. 49.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bruch von Knochen durch Stösse (v.a. feine und Gewicht tragende Knochen).</li> <li>• Deformation der Knorpelmasse durch Stösse und Druck.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evtl. Zunehmen von Weichheit und Porosität durch Luft- oder Kontaktexposition gegenüber organischen Säuren, deren Quelle in erster Linie chemisch instabiles Verpackungsmaterial oder die Montagematerialien sind.<sup>143</sup></li> <li>• Evtl. Rissbildung durch eine schwankende RH.<sup>144</sup></li> <li>• Zunahme der Schädigung durch Schadstoffe bei hoher RH und Temperatur (&gt;55%, &gt;25°C).<sup>145</sup></li> <li>• Vermehrtes Austreten von Fetten bei zu hoher Temperatur.<sup>146</sup></li> <li>• Ausbleichen durch eine zu starke VIS-Strahlungsexposition &gt;150 lux).<sup>147</sup></li> <li>• Materialdegradation und Zunahme der Porosität durch zu starke UV-Strahlungsexposition (&gt; 75 µW/lm).<sup>148</sup></li> <li>• Deformation von feinen Knochen und Knorpelmasse durch Druck von Verpackung.</li> </ul>
Draht	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kupferlegierung</li> <li>• Eisenlegierungen (magnetisch und nicht magnetisch)</li> </ul>	Abrasion der Kantenzone der Montagelöcher durch Vibrationen, welche die Drähte zum Vibrieren bringen.	Korrosion (und dadurch Verfärbung der Knochen) durch eine zu hohe RH (Eisenlegierung: >35-65 %, Kupferlegierung: >35-55 %) und Präsenz von oder durch direkten Kontakt mit chemisch instabilen Verpackungsmaterialien. <sup>149</sup>
Nägel	Eisenlegierungen (magnetisch und nicht magnetisch)	Lösen der Nägel durch Vibrationen und damit Loslösen von Objektteilen.	
Klebung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PVA*</li> <li>• Cyanoacrylat*</li> <li>• Mischung PVA-Cyanoacrylat*</li> <li>• Vlt. Schmelzklebstoffe ("Heissleim")</li> <li>• Vlt. Epoxidharze*</li> <li>• Weitere, unbekannte Substanzen.</li> </ul>	Brüche durch Stösse und damit Loslösen von Objektteilen.	Degradation chemisch instabiler Klebstoffe und damit Reduktion des Klebevermögens (begünstigt durch hohe RH, Temperatur und Strahlungsexposition) und dadurch Loslösen und Degradation der Knochen und Knorpelmasse. <sup>150</sup>
Kittung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vermutl. Fensterkitt.</li> <li>• Weitere, unbekannte Substanzen.</li> </ul>		
Holzleisten	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Weiterleitung von Vibrationen.</li> <li>• Bruch durch Stösse und Druck.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evtl. Freisetzung von organischen Säuren, welche Degradation von Knochen, Knorpel und Metallen fördern.<sup>151</sup></li> <li>• Nahrung für Mikroorganismen und Insekten.<sup>152</sup></li> </ul>
Kork	-		
Textil	Vermutl. Filz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evtl. Isolation von Vibrationen.</li> <li>• Evtl. Schutz vor Abrasion.</li> </ul>	

<sup>142</sup> Die Prognosen zum Transport basieren auf Macron, 2018 [online].

<sup>143</sup> Norris & Waller, 2019, S. 853.

<sup>144</sup> Norris & Waller, 2019, S. 852.

<sup>145</sup> Stone, 1988a [online], S. 3.

<sup>146</sup> Norris & Waller, 2019, S. 853.

<sup>147</sup> Norris & Waller, 2019, S. 853; Stone, 1988a [online], S. 3.

<sup>148</sup> Norris & Waller, 2019, S. 853; Stone, 1988a [online], S. 3.

<sup>149</sup> Logan, 2007 [online], S. 1-3.

<sup>150</sup> Horie, 2010, S. 38-41.

<sup>151</sup> Goffard, 2009 [online].

<sup>152</sup> Strang & Kigawa, 2022 [online].

Materialien und Techniken			
Phänomen	Diagnostik	Prognostik	
		Transport <sup>153</sup>	Lagerung
Beschichtung der Knorpelmasse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unbekannte Substanz (Farbe und/oder Konservierungsmittel)</li> <li>• Bei Herstellung oder späterer Behandlung aufgetragen.</li> </ul>	Abrasion durch Kontakt mit sich bewegendem, abrasivem Verpackungsmaterial.	Vermutl. Konservierung/Verlangsamung der Degradation der Knorpelmasse.
Ergänzung mit Seil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mit Epoxidharz* ummanteltes Seil.</li> <li>• Bemalt oder mit eingefärbtem Epoxidharz* (Substanz unklar).</li> </ul>	Deformation durch Stösse und Druck.	Evtl. Vergilbung (unwahrscheinlich, da neuere Epoxidharz*klebstoffe stabil sind und zudem eine Einfärbung vorhanden ist). <sup>154</sup>
Armatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kupferlegierung (vermutl. Messing).</li> <li>• Eisenlegierung (magnetisch)</li> <li>• Kunststoffrundstab (vermutl. PMMA)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Weiterleitung von Vibrationen (v.a. bei Metallstäben mit kleinerem Ø).</li> <li>• Brüche von Knochen bei Stössen, da die Armatur stabiler ist als die Knochen, in welchen sie verläuft.</li> </ul>	Korrosion (und dadurch Verfärbung der Knochen) durch eine zu hohe RH (Eisenlegierung: >35-65 %, Kupferlegierung: >35-55 %) und Präsenz von oder durch direkten Kontakt mit chemisch instabilen Verpackungsmaterialien. <sup>155</sup>
Kunststoffstäbe	Vermutl. PMMA.	Abbrechen im Bereich der Klebezone bei Stössen.	Keine Entwicklungen zu erwarten.
Alte Montagelöcher	Spuren früherer Montagen mittels Draht.	Grössere, ungekittete Montagelöcher vermindern die mechanische Stabilität der Knochen.	Keine Entwicklungen zu erwarten.
Festigung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unbekannte Substanz (vermutl. Acrylat).</li> <li>• Im Rahmen der Herstellung oder bei späterer Behandlung aufgetragen.</li> </ul>	Keine Entwicklungen zu erwarten.	Im Falle einer chemisch instabilen Substanz: Degradation und damit Reduktion des Festigungsvermögens, Vergilbung, Versprödung und Deformation.
Sockel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Basis aus PE-Schaumstoff, unbemaltem oder bemaltem (Farbstoff unbekannt) Massivholz oder MDF, teils mit aufmodelliertem Gips.</li> <li>• Stützen aus Metall (Eisen- und Kupferlegierungen), Holz oder PE-Schaumstoff.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Weiterleitung von Vibrationen und Stössen, dadurch Abrasion auf Stützpunkten des Skeletts und Brüche.</li> <li>• Lösen von Befestigungen (Schrauben, Nägel) durch Vibrationen.</li> <li>• Kippen des Sockels durch Stösse (v.a. bei hohen Sockeln mit kleiner Standfläche).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unbeschichtetes Holz: Freisetzung von organischen Säuren (MDF: zusätzlich Freisetzung von Formaldehyd), welche Degradation von Knochen, Knorpel und Metallen fördern (eher geringe Auswirkungen, da die meisten Flächen beschichtet sind und es sich um älteres Holz handelt).<sup>156</sup></li> <li>• Farbstoffe: Evtl. Freisetzung von Schadstoffen, welche Degradation von Knochen, Knorpel und Metallen fördern und Verfärbung der Knochen bei direktem Kontakt mit diesen.</li> <li>• Metalle: Korrosion (und dadurch Verfärbung der Knochen) durch eine zu hohe RH (Eisenlegierung: &gt;35-65 %, Kupferlegierung: &gt;35-55 %) und Präsenz von oder durch direkten Kontakt mit chemisch instabilen Verpackungsmaterialien.<sup>157</sup></li> </ul>

<sup>153</sup> Die Prognosen zum Transport basieren auf Macron, 2018 [online].

<sup>154</sup> Müller-Reissmann, 2021b [online].

<sup>155</sup> Logan, 2007 [online], S. 1-3.

<sup>156</sup> Goffard, 2009 [online].

<sup>157</sup> Logan, 2007 [online], S. 1-3.

Zustand				
Phänomen		Diagnostik	Prognostik	
			Transport <sup>158</sup>	Lagerung
Mobilität	Unbewegliche Bereiche	Montagetechnik (geklebte Verbindungen sind generell unbeweglich, Verbindungen mit Draht leicht bis stark beweglich).	Entstehung von Brüchen an Schwachstellen (Klebezonen und/oder fragile Knochen) bei Vibrationen, Stößen und Druck.	Keine Entwicklungen zu erwarten.
	Bewegliche Bereiche		<ul style="list-style-type: none"><li>• Weiterleitung von Vibrationen und Stößen.</li><li>• Deformation und Abrasion an anderen Objektteilen durch Ineinanderstossen.</li></ul>	Keine Entwicklungen zu erwarten.
Depots	Glitzernde Partikel	Möglicherweise Biozidrückstände (evtl. Arsen). <sup>159</sup>	Gesundheitsrisiko bei Manipulationen. <sup>160</sup>	Gesundheitsrisiko bei Manipulationen. <sup>161</sup>
	Weisse Partikel	Aufgrund von Grösse, Farbe und Form vermutl. Knochenpartikel, die sich durch Abrasion vom Skelett gelöst haben.	Keine Entwicklungen zu erwarten.	Entstehung von feuchten Milieus wegen der hygroskopischen Eigenschaften von (Knochen-) Staub, <sup>162</sup> dadurch Degradation der Knochen und Knorpel.
	Staub	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lagerung ohne Staubschutz in nicht staubfreier Umgebung.</li><li>• Evtl. mit Anteilen von Biozid (evtl. Arsen).</li></ul>	Evtl. Gesundheitsrisiko (Freisetzung bei Manipulationen).	<ul style="list-style-type: none"><li>• Entstehung von feuchten, sauren Milieus,<sup>163</sup> dadurch Degradation der Knochen und Knorpel.<sup>164</sup></li><li>• Nahrung für Mikroorganismen und Insekten (können die in der Sammlung vorhandenen Tierpräparate befallen).<sup>165</sup></li></ul>
Skelett	Fehlstellen an Beschichtung der Knorpelmasse	<ul style="list-style-type: none"><li>• Materialalterung.</li><li>• Abrasion.</li></ul>	Vergrößerung bestehender Fehlstellen und Entstehung weiterer Fehlstellen durch Kontakt mit (abrasivem) Verpackungsmaterial.	Evtl. raschere Degradation der Knorpelmasse in Fehlstellen.
	Deformation der Flossenstrahlen	Abrasion und Druck durch inkorrekte Manipulation und Verpackung, teils begünstigt durch Degradation von Knochen und Festigungsmittel.	Verstärkung bestehender Deformationen, Entstehung weiterer Deformationen und Entstehung von Fehlstellen durch Kontakt mit Verpackungsmaterial.	Verstärkung bestehender Deformationen, Entstehung weiterer Deformationen und Entstehung von Fehlstellen durch Kontakt mit Verpackungsmaterial.
	Fehlstellen am Skelett	<ul style="list-style-type: none"><li>• Abbrechen von Teilen wegen Degradation des Klebstoffs.</li><li>• Abbrechen durch Druck bei inkorrektur Manipulation und Verpackung (teils in Kombination mit Degradation des Knochens).</li></ul>	Dissoziation* bereits vom Objekt losgelöster Teile.	Keine Entwicklungen zu erwarten.
	Fehlstellen an Knochen	<ul style="list-style-type: none"><li>• Abbrechen durch Druck bei inkorrektur Manipulation und Verpackung (teils in Kombination mit Degradation des Knochens).</li><li>• Abrieb durch Kontakt mit ungepolsterten Stützen.</li></ul>	Vergrößerung bestehender Fehlstellen und Entstehung weiterer Fehlstellen durch Stösse und/oder Kontakt mit (abrasivem) Verpackungsmaterial.	Keine Entwicklungen zu erwarten.
	Schwarze Verfärbung	Abgefärbte Eisenkorrosion wegen direktem Kontakt der Knochen mit Eisenstützen. <sup>166</sup>	Keine Entwicklungen zu erwarten.	Vergrößerung der verfärbten Bereiche und Verstärkung der Verfärbung.

<sup>158</sup> Die Prognosen zum Transport basieren auf Macron, 2018 [online].

<sup>159</sup> Biozide in Tierpräparaten, 2022 [online].

<sup>160</sup> Biozide in Tierpräparaten, 2022 [online].

<sup>161</sup> Biozide in Tierpräparaten, 2022 [online].

<sup>162</sup> Tétreault, 2021 [online].

<sup>163</sup> Tétreault, 2021 [online].

<sup>164</sup> Norris & Waller, 2019, S. 853.

<sup>165</sup> Tétreault, 2021 [online].

<sup>166</sup> Stone, 1988a [online], S. 2.

			Zustand	
Phänomen		Diagnostik	Prognostik	
			Transport <sup>167</sup>	Lagerung
Skelett	Degradation der Knochen und Knorpel	<ul style="list-style-type: none"><li>• Partielles Austreten von Fetten aus der Knochenmasse aufgrund von Materialalterung und/oder ungenügender Entfettung im Rahmen der Präparation.<sup>168</sup></li><li>• Im Falle starker Degradationen (Brüche, Risse, Porosität): Materialalterung in Kombination mit Herstellung und Konservierung (zu späte Entfettung)<sup>169</sup>, nicht optimalen klimatischen Bedingungen (schwankende und/oder zu hohe Temperatur &amp; RH (&gt;55 %, &gt;25°C) und zu starke Strahlungsexposition (VIS: &gt;150 lux, UV: &gt; 75 µW/lm).<sup>170</sup></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Erhöhte Empfindlichkeit gegenüber allen physikalischen Kräften.</li><li>• Vergrösserung von Rissen und Entstehung weiterer Risse durch Vibrationen und Stösse.</li><li>• Materialverlust durch abrasives Verpackungsmaterial im Bereich von Bruchstellen und porösen Zonen.</li><li>• Entstehung von Brüchen durch Stösse bei porösen Stellen.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Weitere Degradation durch Präsenz von oder durch direkten Kontakt mit chemisch instabilen Verpackungsmaterialien.<sup>171</sup></li><li>• Weitere Degradation durch eine schwankende und/oder zu hohe Temperatur &amp; RH (&gt;55 %, &gt;25°C).<sup>172</sup></li><li>• Weitere Degradation durch eine zu starke Strahlungsexposition (VIS: &gt;150 lux, UV: &gt; 75 µW/lm).<sup>173</sup></li><li>• Deformation von feinen Knochen und Knorpelmasse durch Druck von Verpackung.</li></ul>
	Degradation des Klebstoffs	Degradation chemisch instabiler Substanzen (begünstigt durch hohe RH, Temperatur und Strahlungsexposition). <sup>174</sup>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Erhöhte Empfindlichkeit gegenüber allen physikalischen Kräften.</li><li>• Entstehung von Brüchen und Rissen.</li><li>• Loslösen von Objektteilen (insbesondere bei Schäden am Klebstoff).</li></ul>	Weitere Degradation chemisch instabiler Substanzen (begünstigt durch hohe RH, Temperatur und Strahlungsexposition). <sup>175</sup>
Degradation des Festigungsmittels				
Degradation des Kitts				
Montage / Sockel	Geöffneter Draht	Intentionelle Manipulation (evtl. im Rahmen einer Behandlung)	Keine Entwicklungen zu erwarten.	Keine Entwicklungen zu erwarten.
	Gerissene Gummibänder	<ul style="list-style-type: none"><li>• Materialalterung.</li><li>• Zu grosse Krafteinwirkung an den Gummibändern.</li></ul>	Loslösen (Sturz) der Skelettmontage von ihrem Sockel bei jeglicher leichten Bewegung und dadurch Auseinanderbrechen der gesamten Montage.	Fortschreiten der Materialalterung und damit in der Zukunft Loslösen (Sturz) der Skelettmontage von ihrem Sockel und dadurch Auseinanderbrechen der gesamten Montage.
	Gebrochene Holzleisten	Brechen durch inkorrekte klimatische Bedingungen (Schwankungen der RH) oder Druck bei inkorrekt Manipulation oder Verpackung.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Weiterleitung von Vibrationen und Stössen.</li><li>• Deformation und Abrasion an anderen Objektteilen durch Ineinanderstossen.</li></ul>	Evtl. Entstehung weiterer Brüche durch inkorrekte klimatische Bedingungen (Schwankungen der RH) oder Druck durch Verpackung.
	Korrosion	Zu hohe RH (Eisenlegierung: >35-65 %, Kupferlegierung: >35-55 %), evtl. in Kombination mit durch von chemisch instabilen Verpackungsmaterialien emittierten organischen volatilen Säuren. <sup>176</sup>	Keine Auswirkungen (die Korrosion ist zu schwach fortgeschritten, als dass sie die mechanische Stabilität der Montagen beeinträchtigen würde).	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fortschreiten der Korrosion bei zu hoher RH (Eisenlegierung: &gt;35-65 %, Kupferlegierung: &gt;35-55 %) und in Kombination mit durch von chemisch instabilen Verpackungsmaterialien emittierten organischen volatilen Säuren.<sup>177</sup></li><li>• Verfärben von in direktem Kontakt stehenden Knochen und Montagmaterialien (Kitt und Klebstoffe).</li></ul>

<sup>167</sup> Die Prognosen zum Transport basieren auf Macron, 2018 [online].

<sup>168</sup> Verguin, 2019 [online].

<sup>169</sup> Gespräch mit Martin Zimmerli im Juni 2022.

<sup>170</sup> Stone, 1988a [online], S. 3.

<sup>171</sup> Stone, 1988a [online], S. 2.

<sup>172</sup> Stone, 1988a [online], S. 3.

<sup>173</sup> Stone, 1988a [online], S. 3.

<sup>174</sup> Horie, 2010, S. 38-41.

<sup>175</sup> Horie, 2010, S. 38-41.

<sup>176</sup> Logan, 2007 [online], S. 1-3.

<sup>177</sup> Logan, 2007 [online], S. 1-3.



## **Anhang 14: Vorbereitende Interventionen**

### **Entstaubung**

#### Ziele und Konzept

Mit der Entstaubung soll sowohl der ästhetische Wert der Skelettmontagen vergrössert wie auch die mögliche Biozidkontamination vermindert werden. Zudem ermöglicht die Entstaubung eine weitere eingehende Untersuchung der Exemplare. So können bei der Voruntersuchung übersehene Phänomene identifiziert werden. Ziel ist die Entfernung der oberflächlichen, schwach haftenden Staubdepots. Stark haftende Depots sollen auf den Exemplaren bleiben, da diese vermutlich nur mit einer aufgrund der komplexen Formen zeitaufwändigen Feuchtreinigung entfernt werden könnten und der Fokus dieser Arbeit nicht auf der Reinigung der Skelettmontagen liegt.

Die Entstaubung soll aus Platzgründen in den Reserveräumen und Lagermöbeln vorgenommen werden. So werden die Skelettmontagen auch so wenig wie möglich manipuliert. Die Entstaubung soll entsprechend der Arbeitsweise des MHNN mittels Staubsauger mit Bürstenaufsatz und Pinsel durchgeführt werden. So können auch schwer erreichbare Stellen entstaubt werden. Arbeitsschutzmassnahmen aufgrund der möglichen Biozidkontamination umfassen folgende Punkte:

- Verwendung eines nur für die Entstaubung kontaminierter Exemplare genutzten Staubsaugers mit HEPA 2- oder HEPA 3-Filter.
- Tragen von FFP2- oder FFP3-Maske, Tyvek®-Anzug, Nitril-Handschuhen und Schutzbrille.
- Die fachgerechte Entsorgung und Reinigung der verwendeten Arbeitsgeräte wird durch das Museumspersonal sichergestellt.

#### Durchführung und Bilanz

Die Entstaubung konnte bei allen Skelettmontagen erfolgreich mittels Staubsauger mit Bürstenaufsatz und Pinsel durchgeführt werden (Abb. 42). Die Ergebnisse sind gut sichtbar und der ästhetische Wert konnte merklich vergrössert werden, da die Knochen nach der Entstaubung wieder ihre weisslich-gelbe Farbe aufweisen. Einzig bei der Walross-Skelettmontage hat die Entstaubung mit Staubsauger und Pinsel nicht ausgereicht, um alle Staubdepots zu entfernen: Der Staub ist hier stark haftend und in grossen Mengen vorhanden, was einerseits auf das vermutlich höhere Alter der Skelettmontage sowie die porösen und wegen austretenden Fetten teils leicht klebrigen Knochen zurückzuführen ist. Mit einer Feuchtreinigung (beispielsweise mit Wattestäbchen oder Textil und Wasser)<sup>178</sup> hätte möglicherweise mehr Staub entfernt werden können. Trotzdem sind auch bei dieser Skelettmontage die Resultate der Entstaubung deutlich sichtbar (Abb. 43).

---

<sup>178</sup> Stone, 1988a [online], S. 3.

## **Klebung**

### Ziele und Konzept

Lose oder abgefallene Knochen oder Knochenfragmente sollen auf Wunsch von Lucile Ruynat wenn möglich vor dem Verpacken angeklebt werden, um einen Verlust im Rahmen des Transports zu verhindern. So kann auch der wissenschaftliche Wert der Skelettmontagen vergrössert werden. Wenn eine Klebung nicht möglich ist (weil ein Knochen nicht platziert werden kann oder an der Bruchstelle der Materialverlust sehr gross ist), sollen die Stücke der Skelettmontage separat beigelegt werden.

Die Klebung soll mit einem reversiblen, alterungsbeständigen Klebstoff durchgeführt werden. Nach Absprache mit Louise Robert und unter Berücksichtigung entsprechender Angaben in der Fachliteratur soll Paraloid™ B72, B44 oder eine Mischung davon eingesetzt werden.<sup>179</sup> Die geeignete Paraloid™-Konzentration soll getestet werden.

### Durchführung und Bilanz

Aus Gründen der Verfügbarkeit wurde zur Klebung 1:1 Paraloid™ B72 und B44 in 1:1 Ethylacetat und Ethanol verwendet. Für die Klebung von Bruchstellen mit intakten Kantenzone wurde eine 20%ige Lösung Paraloid™ eingesetzt, die mithilfe eines Zahnstochers in die Bruchzone getropft wurde (Abb. 44). Für Bruchkanten mit Fehlstellen wurde eine 40%ige Lösung eingesetzt (Pinselauftrag), da bei einem Versuch mit der 20%igen Lösung die Knochen nicht geklebt werden konnten. Während der Trocknung wurden die Knochen mit PE-Schaumstoffstücken in der erforderlichen Position fixiert. Knochen, die auch mit Hilfe von Martin Zimmerli nicht wieder an ihrer ursprünglichen Stelle platziert werden konnten, wurden den Skelettmontagen in einem PE-Druckverschlussbeutel beigegeben, der am Sockel fixiert wurde.

Bei einigen Bruchkanten war der Materialverlust an den Kantenzone so stark, dass kaum mehr Kontaktflächen zwischen den zwei Fragmenten vorhanden waren (Abb. 45). Daher sind Klebungen dieser Brüche auch mit der 40%igen Lösung noch sehr fragil. Möglicherweise hätte hier der Einsatz einer Charge (beispielsweise aus Glasperlen) ein besseres Ergebnis geliefert, weil damit die Fehlstellen hätten aufgefüllt werden können. Auf die Durchführung einer Testreihe mit unterschiedlichen Chargen, Klebstoffen und Lösemitteln wurde verzichtet, da es sich dabei nicht um die Hauptthematik dieser Arbeit handelt.

---

<sup>179</sup> Für die Verwendung von Paraloid™ B72 siehe u.a. Aughey et al., 2016, S. 226. Für die Verwendung von Paraloid™ B44 siehe u.a. Beaulieu, 2010, S. 207.



Abb. 42: Entstaubung des Walrosses mit Staubsauger und unter Einhaltung der Schutzmassnahmen.

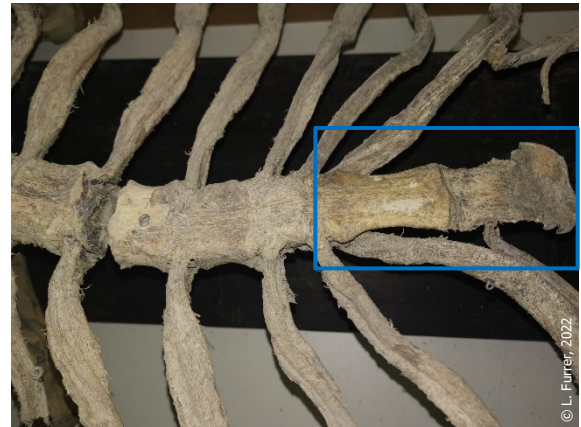


Abb. 43: Zwischenresultat der Entstaubung der Knorpelmasse des Walrosses. Blau: Entstaube Zone.

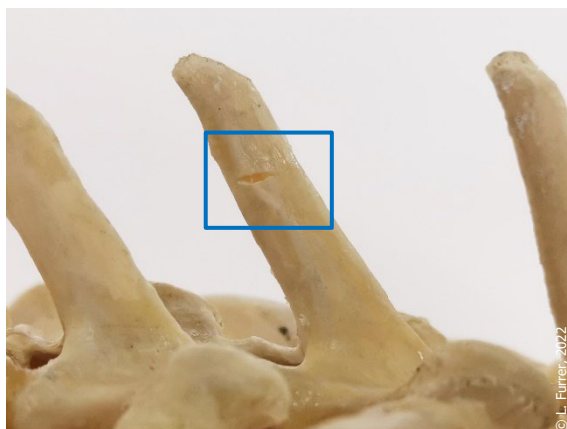


Abb. 44: Ergebnis der Klebung eines abgebrochenen Wirbelsäulenfragments mit 20%iger Klebstofflösung. Blau: Klebezone.



Abb. 45: Verbindung von mobilem Schädel und Wirbelsäule des Straussenskeletts. Diese Zone könnte möglicherweise durch mit einer Charge versehenen Klebstoff geklebt werden.

## Anhang 15: Testreihe zur Schockdämpfungskapazität

### Ziel

Die Testreihe soll zeigen, ob der für die Polsterung der Transportverpackung gewählte PUR-Ether-Schaumstoff (Dichte:  $32 \text{ kg/m}^3$ , Dicke: 5 cm) in Kombination mit dem für die Lagerverpackung gewählten PE-Schaumstoff über ausreichende Schockdämpfungseigenschaften verfügt. Zudem soll ermittelt werden, in welcher Kombination die Schaumstoffe hierfür angeordnet werden und wie gross die Polsterflächen sein müssen.

### Testaufbau, Prototyp und getestete Materialien



Abb. 46: Falltest ohne PU-Ether und 3 PE-Streifen ( $2 \times 20 \times 2.5 \text{ cm}$ ).

Bei der Testart handelt es sich um einen Falltest. Die Fallhöhe wurde auf 60 cm festgelegt, da es wahrscheinlich ist, dass die Skelettmontagen trotz ihrer Grösse streckenweise von Hand getragen werden. Als Testgerät wurde der Impact-Rekorder ShockLog® 298 der HE-Arc verwendet. Das Gerät und die verwendeten Einstellungen werden im nachfolgenden Abschnitt behandelt. Als Prototyp diente eine mit Sand gefüllte, mit Klebeband verschlossene Kartonröhre (Länge: 58.5 cm, Ø: 15.5 cm) (Abb. 46 und 47). Das Gesamtgewicht mit

Testgerät wurde auf 5 kg angesetzt. Damit entspricht es dem Gewicht der leichteren Skelettmontagen und der Falltest kann von einer Person allein durchgeführt werden ohne Risiko, den Boden zu beschädigen. Die runde Aussenform der Kartonröhre eignet sich, da so die Kontaktfläche mit dem Polstermaterial, wie bei den Skelettmontagen mit ihren komplexen Formen, relativ klein ist.

Getestet wurden Kombinationen unterschiedlich grosser PU-Ether-Schaumstoff- (Dichte:  $32 \text{ kg/m}^3$ , Dicke: 5 cm) und PE-Schaumstoffplatten (Ethafoam®, Dichte:  $35 \text{ kg/m}^3$ , Dicke: 2 und 5 cm). Der PE-Schaumstoff wurde direkt unter der Kartonröhre platziert, so wie er auch in der "inneren Kiste" mit den Skelettmontagen in direktem Kontakt steht. Der PU-Ether-Schaumstoff wurde zwischen zwei Sperrholzplatten platziert, um eine gleichmässige Gewichtsverteilung zu erreichen.

Um vergleichbare Ergebnisse zu erhalten, wurde für alle Schaumstoffe eine Länge von 20 cm definiert, die ungefähr dem Durchmesser der Kartonröhre entspricht. Die Breite der Schaumstoffe wurde variiert, um unterschiedlich grosse Polsterflächen zu erhalten:

- Die Mindestbreite für alle Schaumstoffe wurde auf 1.33 mal grösser als die Dicke des Schaumstoffs festgelegt, um ein Verbiegen der Polster zu verhindern. Für die 2 cm dicken PE-Schaumstoffe wurde dementsprechend eine Mindestbreite von 2.5 cm gewählt, für die 5 cm dicken PE- und PU-Schaumstoffe eine Mindestbreite von 6.5 cm.

- Die optimale Breite des PU-Ether-Schaumstoffs (Variante 3) wurde mit Hilfe der dynamischen Polsterungskurve des Materials ermittelt (Anhang 5, S. 53). Die optimale Polsterfläche beträgt bei einem Gewicht von 5 kg und einer Polstermaterialdicke von 5 cm 714 cm<sup>2</sup>:

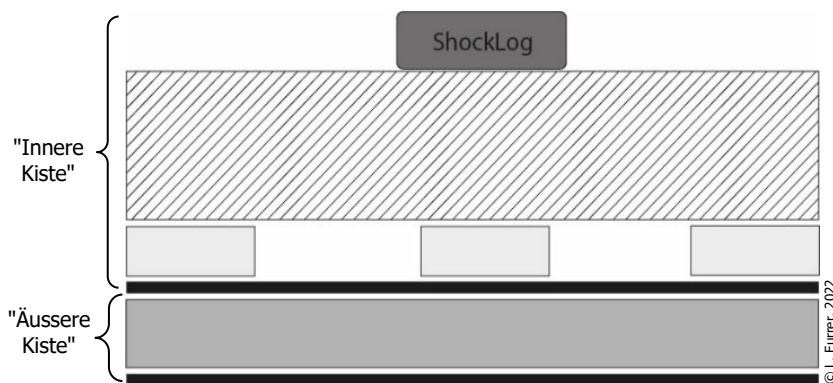
$$\frac{\text{Masse des Transportguts}}{\text{Optimale statische Belastung des Schaumstoffs}} = \frac{5 \text{ kg}}{0.007 \text{ kg/cm}^2} = 714 \text{ cm}^2$$

- Um drei Polster der Länge 20 cm zu erhalten, wurde folgende Berechnung angestellt, um die Breite der drei Polster (12 cm) zu ermitteln:

$$\frac{714}{20} = 35.7 \quad \frac{35.7}{3} = 12$$

- Die maximale Breite des PU-Ether-Schaumstoffs (Variante 4) ergibt sich durch die Länge der Kartonröhre und beträgt folglich 60 cm.

Alle diese Varianten wurden miteinander kombiniert. Pro Variante wurden jeweils drei Fälle durchgeführt, um anschliessend den Mittelwert der drei Fälle verwenden zu können. Insgesamt wurde der Prototyp in verschiedenen Verpackungsvariationen 57 mal aus einer Höhe von 60 cm fallen gelassen.



Prototyp: Mit Sand gefüllte Kartonröhre (5 kg, 58.5 x 15.5 cm).



PE-Schaumstoff (Ethafoam®, 35 kg/m<sup>3</sup>)

- Variante 1: Drei Polster von 2 x 2.5 x 20 cm
- Variante 2: Drei Polster von 2 x 5 x 20 cm
- Variante 3: Drei Polster von 5 x 6.5 x 20 cm
- Variante 4: Drei Polster von 5 x 13 x 20 cm



PU-Ether-Schaumstoff (32 kg/m<sup>3</sup>)

- Variante 1: Ohne PU-Ether-Schaumstoff
- Variante 2 – Minimale Polsterfläche: Drei Polster von 5 x 6.5 x 20 cm
- Variante 3 – Optimale Polsterfläche: Drei Polster von 5 x 12 x 20 cm
- Variante 4 – Maximale Polsterfläche: Ein Polster von 5 x 60 x 20 cm



Sperrholzplatte (0.6 x 60 x 20 cm)

Abb. 47: Illustration des Prototyps.

### ShockLog® 298-Gerät und Einstellungen

Als Messgerät wurde der von der HE-Arc zur Verfügung gestellt Impact-Recorder ShockLog® 298 der Firma SpotSee verwendet. Das Gerät zeichnet alle Schocks, die den in den Einstellungen definierten Parametern entsprechen, während einem definierten Zeitraum als Beschleunigung [g] auf. Die Beschleunigung kann in drei Richtungen (X = vertikal, Y = horizontal und Z = vorne-hinten) aufgezeichnet werden. Die Messwerte können anschliessend mit der dazugehörigen Software am Computer in eine Excel-Tabelle exportiert werden. Um aussagekräftige Messwerte zu erhalten, müssen vor dem Test mithilfe der Software die Geräteeinstellungen angepasst werden. Die Einstellungen des Messgeräts wurden auf Basis der Bachelorarbeit von Gaëlle Liengme und des Benutzerhandbuchs vorgenommen:<sup>180</sup>

- *Threshold Option:* Mit der *Threshold Option* kann der Modus der Aufzeichnung gewählt werden. Hier wurde die Einstellung *Link XYZ* gewählt. Damit gelten für alle drei Richtungen der Aufzeichnung die gleichen, nachfolgend beschriebenen Einstellungen.
- *Range:* Mit der *Range* wird die maximal aufgezeichnete Beschleunigung [g] definiert. Beschleunigungen, welche die *Range* um mehr als 20 % überschreiten, werden nicht aufgezeichnet. Bei einer zu hoch gewählten *Range* reduziert sich die Genauigkeit der Messungen. Ohne Polstermaterial würde der Prototyp bei einem Fall aus 60 cm einen Schock von geschätzt 100 g erfahren.<sup>181</sup> Hier wurde dementsprechend eine *Range* von 100 g gewählt. Damit werden Beschleunigungen von bis zu 120 g aufgezeichnet.
- *Wake:* Mit dem *Wake*-Wert wird definiert, ab welchem Prozentsatz der *Range* das Gerät eine Aufzeichnung beginnt. Hier wurde der *Wake*-Wert auf 10 % festgelegt. Das bedeutet, dass das Gerät die Aufzeichnung ab einer Beschleunigung von 10 g (10 % der auf 100 g definierten *Range*) beginnt. So können auch kleine Schocks gemessen werden.
- *Warn:* Der *Warn*-Wert definiert, ab welchem Prozentsatz der *Range* das Gerät die erfahrene Beschleunigung speichert. Hier wurde der *Warn*-Wert auf 20 % festgelegt. Das Gerät speichert also Beschleunigungen ab 20 g (20 % der auf 100 g definierten *Range*).
- *Alarm:* Mit dem *Alarm*-Wert wird bestimmt, ab welchem Prozentsatz der *Range* das Gerät einen Alarm aussendet (rot blinkt) und in der Software als "Alarm" markiert. Hier wurde der *Warn*-Wert auf 20 % festgelegt. Dieser Parameter spielt insbesondere bei der Überwachung von Transporten eine Rolle. Im Rahmen dieses Tests ist dieser Wert nicht relevant.
- *Drop out:* Mit dem *Drop out*-Wert wird festgelegt, ab welchem Prozentsatz der *Range* das Gerät die Aufzeichnung wieder beendet. Dieser Wert sollte dementsprechend nicht tiefer als der *Wake*-Wert sein. Hier wurde dementsprechend ein Wert von 5 % gewählt.

---

<sup>180</sup> Liengme, 2015, S. 81; ShockLog® 298 User Manual, 2019, S. 27-29.

<sup>181</sup> Macron, 2020 [online], S. 23, Tab. 7.

## Ergebnisse und Interpretation

Die Messwerte wurden aus der Software in eine Excel-Tabelle exportiert. Von jedem der drei Fälle pro Variante wurde jeweils die gemessene Beschleunigung verwendet zur Berechnung des Mittelwerts. Die Ergebnisse finden sich in der untenstehenden Tab. 3.

Die Werte liegen allesamt in einem erwartbaren Bereich, weshalb sie als aussagekräftig interpretiert werden können. Es bestätigt sich die Erwartung, dass die Verwendung von PU-Ether-Schaumstoff zu tieferen Beschleunigungen führt. Grundsätzlich führt die Kombination von PE- und PU-Ether-Schaumstoff nicht zu höheren Beschleunigungen. Ideal scheint eine Kombination aus 5 cm dickem PE-Schaumstoff und 5 cm dickem, der optimalen Polsterfläche entsprechendem PU-Ether-Schaumstoff zu sein. Die Grösse der Fläche des PE-Schaumstoffs scheint hierbei nicht relevant zu sein. Die Verwendung der maximal möglichen Fläche von PU-Ether führt, wie die dynamischen Polsterungskurven aufzeigen, nicht zu besserer Dämpfung. Die Beschleunigung liegt aber auch hier unter dem gewählten Schockfragilitätswert von 40 – 60 g.

Tab. 3: Zusammenfassung der Messwerte der Falltests. Es handelt sich um den Mittelwert aus drei Messungen. Blau: Beschleunigungen < 40 g. Gelb: Beschleunigungen > 40 g.

		PE Länge: 20 cm				
		Ohne PE	Dicke: 2 cm		Dicke: 5 cm	
			Breite: 2.5 cm	Breite: 5 cm	Breite: 6.5 cm	Breite: 13 cm
PU-Ether Länge: 20 cm Dicke: 5 cm	Breite					
	Ohne PU	-	61 g	39 g	42 g	71 g
	6.5 cm	69 g	37 g	29 g	33 g	50 g
	13 cm	35 g	21 g	40 g	19 g	20 g
	60 cm	23 g	25 g	26 g	28 g	27 g

© L. Furrer, 2022

## Bilanz

Die Testreihe ist nur bedingt aussagekräftig, da weder Prototyp noch Verpackung genau der geplanten Verpackung entsprechen. Die Ergebnisse wären zudem genauer, wenn mehr als drei Fälle pro Variante durchgeführt und die Fälle nicht von Hand ausgeführt worden wären. Von einer Testreihe zu den Vibrations- und Schockdämpfungskapazitäten mithilfe von Testfahrten wurde abgesehen, da sich die Durchführung einer solchen nach Konsultation von Fachliteratur als kompliziert und wenig aussagekräftig erwies, dies insbesondere dann, wenn nicht derselbe Fahrzeugtyp wie beim Umzug verwendet werden kann (der Fahrzeugtyp war bei Abschluss dieser Arbeit noch nicht definiert).<sup>182</sup>

<sup>182</sup> Lächli et al., 2014.



## Anhang 16: Vorgehen bei der Herstellung der Lagerverpackungen

### Stützkonstruktion

Bei der Arbeit mit PE-Schaumstoff diente Schlichting, 1994 als Grundlage.<sup>183</sup> Die Stützen wurden mit Cutter aus 5 cm und 10 cm dicken PE-Schaumstoff zugeschnitten. Zum Zerteilen der 10 cm dicken PE-Schaumstoffplatten, die für hohe und lange Stützen eingesetzt wurden, um ein Verbiegen zu verhindern, wurde eine Holzsäge verwendet.

Zur Herstellung von Stützen komplexer Form wurden Schablonen aus Karton angefertigt: Eine Kartonplatte wurde hinter oder unter das einzubettende Skelettteil gehalten und dessen Umriss mit Bleistift nachgezeichnet. Danach wurde der Karton auf diese Form zugeschnitten und die Passform überprüft (Abb. 48). Die Umrisse der Schablone wurden auf den PE-Schaumstoff übertragen und mit Cutter zugeschnitten (Abb. 49). Mit einem Heissluftföhn wurden querstehend an die Stützen eine bis zwei Schaumstoffplatten angeschweisst, um eine T- oder Kreuzförmige Standfläche für die Stütze zu erreichen, was die Stabilität vergrössern und einfaches Kippen verhindern soll.

Neben Stützen wurden auch Abstandhalter mit gebogenen PE-Schaumstoffstreifen konstruiert, die dazu dienen, fragile Zonen vor Kontakt mit der Staubschutzhülle zu schützen. Die Kontaktzonen mit Skeletteilen wurden mit Tyvek® überzogen, welches mit einem Falzbein in zuvor eingefügten Kerben im PE-Schaumstoff fixiert wurde. Die Abstandhalter wurden mit säurefreien\* Baumwollbändern direkt an stabilen Zonen des Skeletts fixiert. Es wurde darauf geachtet, Knoten zu verwenden, die sich einfach wieder lösen lassen.



Abb. 48: Für die Herstellung der Kopfstütze des Kängurus wurde zuerst eine Schablone aus Karton gefertigt.

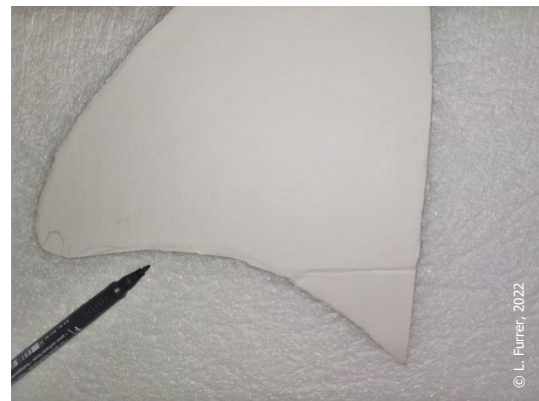


Abb. 49: Die Umrisse der Schablone wurden auf die PE-Platte übertragen und anschliessend mit Cutter geschnitten.

Die Stützen wurden mit säurefreiem\* Baumwollband an der Kartonwabenplatte fixiert. Ihre Position wurde vorgängig definiert, indem das Skelett auf der Wabenplatte platziert wurde und die Position der zu stützenden Teile mit Bleistift auf der Wabenplatte markiert wurde. Zur Befestigung der Stützen wurde die Wabenplatte und der Schaumstoff mit einer Ahle gelocht. Danach wurden Baumwollbänder durch die Löcher gezogen und auf der Unterseite der Wabenplatte verknotet. Es wurde darauf geachtet, die

---

<sup>183</sup> Schlichting, 1994 [online].



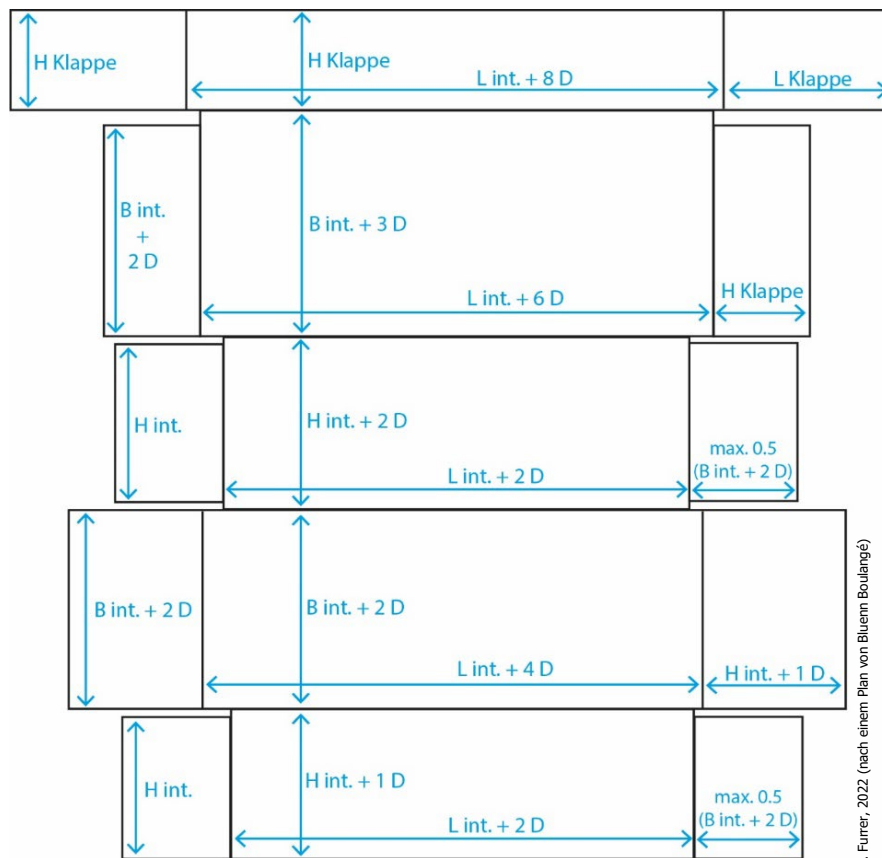
Bänder stark anzuziehen, um den Stützen grösstmögliche Stabilität zu verleihen. Die Löcher in den Stützen wurden zudem auf ca. 1/3 der Gesamthöhe der Stütze gesetzt. So konnte mehr Stabilität erreicht werden, da auf diese Weise ein grösserer Teil der Stütze auf die Wabenplatte gezogen wurde. Die Löcher in der Wabenplatte wurden sowohl direkt um die Stützen herum platziert wie auch mit einem kleinen Abstand. Dies ermöglichte ebenfalls eine höhere Stabilität. Die Löcher wurden mit Kunststoffnieten versehen, da es sonst durch den starken Zug zu einem Ausreissen des PE-Schaumstoffs und der Wabenplatte kommen könnte. Um die Wabenplatte zusätzlich zu versteifen, wurden wiederum durch Baumwollbänder auf der Unterseite drei Längsverstrebungen fixiert. Die Baumwollbänder wurden auf der Oberseite der Platte verknotet, damit die Stützkonstruktion über eine ebene Standfläche verfügt. Die Längsverstrebungen wurden nicht direkt an der Kante, sondern etwas im Inneren der Platte positioniert. Damit entsteht eine Grifffläche, die das Hochheben und Manipulieren der Platte erleichtert.

### **Kartonschachtel**

Zur Fabrikation der Schachtel wurde ein Plan des Moduls AW 3 von Bluenn Boulangé adaptiert (Abb. 50). Es handelt sich um eine Schachtel mit inneren Klappen für den Bodenteil und äusseren Klappen für den Deckelteil (Abb. 51). Da die Schachtel zu gross war, um aus einem Karton hergestellt werden zu können, wurden zwei Kartonplatten der Grösse 300 x 180 cm kombiniert (Abb. 52). Vor der Fabrikation der Schachtel wurde ein Prototyp im Massstab 1:6 angefertigt, um zu testen, ob der adaptierte Plan für die Schachtel aus zwei Teilen funktionsfähig ist. Aus der einen Platte wurde der Deckelteil, aus der anderen der Bodenteil hergestellt. Die beiden Teile überlagerten sich an Boden und Rückwand, wobei der Deckelteil aussen und der Bodenteil innen liegt. So konnte eine gute Stabilität des Bodens erreicht werden. Der Deckelteil musste der Kartondicke entsprechend (3 mm) grösser sein, damit er um den Bodenteil herum gefaltet werden konnte. Bevor die Kartons mit grossen Kunststoffdrucknieten (Ø Kopf: 1.2 cm) miteinander verbunden wurden, wurden sie temporär mit Klammern fixiert, um allenfalls noch Änderungen vornehmen zu können. Dabei stellte sich heraus, dass der Deckelteil relativ schwer war und die leere Schachtel mit offenem Deckel nach hinten zu kippen drohte. Daher wurde die Höhe der Deckelklappen von 25 cm auf 10 cm verkürzt. So konnte das Gewicht des Deckels ausreichend reduziert werden, um ein Umkippen der Schachtel zu verhindern und trotzdem eine ausreichend stabile geschlossene Schachtel zu erhalten.

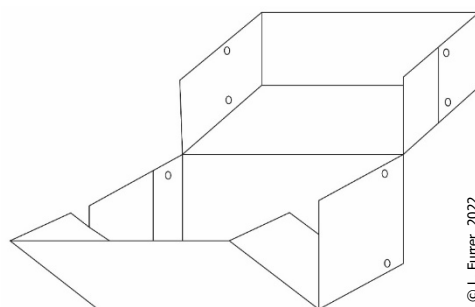
## Staubschutz

Für die Staubschutzhüllen wurden die Aussenmasse der Skelettmontagen verwendet. Die Masse wurden mit einem Permanentmarker auf den LDPE-Folien aufgezeichnet und diese mit der Schere zugeschnitten. Die Öffnungen bis auf die Unterseite wurden mittels eines Schweißgeräts mit einer einfachen Schweißnaht geschlossen. Danach wurde die Hülle auf die Skelettmontage gestülpt und die genauen Umrissse der Skelettmontage mit einem Permanentmarker aufgezeichnet. Entlang dieser Markierungen wurde wiederum eine Schweißnaht angefügt und die überstehenden Bereiche mit einer Schere abgeschnitten. So konnte eine passgenaue Schutzhülle hergestellt werden.



© L. Furrer, 2022 (nach einem Plan von Bluenn Boulangé)

Abb. 50: Plan für eine Kartonschachtel mit horizontaler Öffnung und verbundenem Deckelteil.  
 L: Länge; B: Breite; H: Höhe; D: Kartondicke; int.: innen.  
 Illustration nach einem Plan von Bluenn Boulangé, HE-Arc Modul AW3.



© L. Furrer, 2022

Abb. 51: Illustration des gewählten Schachteltyps.

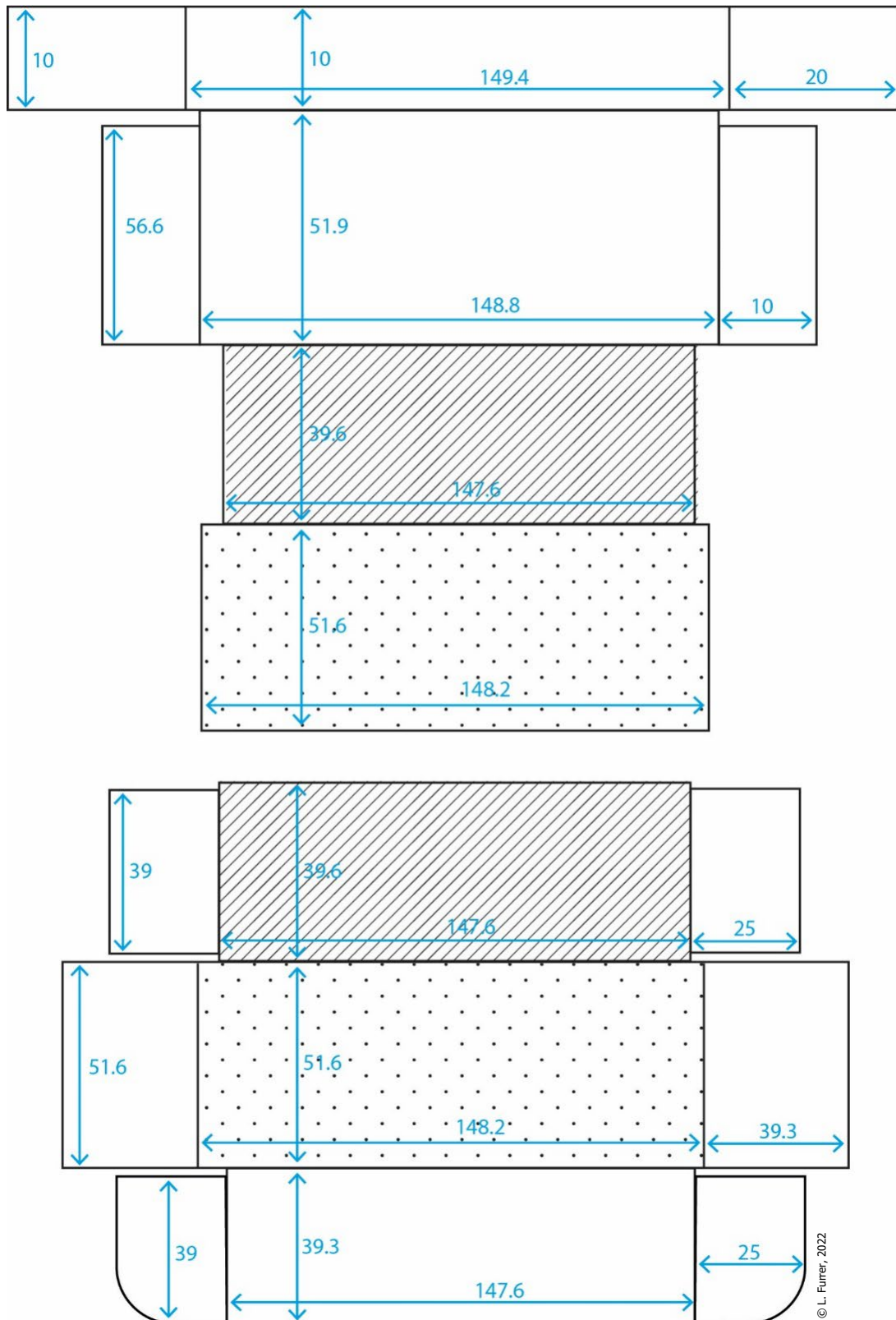


Abb. 52: Plan der Schachtel (Einheit: cm). Oben: Deckelteil. Unten: Bodenteil. Gepunktete Flächen: Boden. Schraffierte Flächen: Rückwand. Der Deckelteil wird ausserhalb des Bodenteils mit Drucknieten angebracht.

## **Anhang 17: Vorgehen bei der Herstellung der Transportverpackungen**

### **Adaptiertes Doppelkistensystem**

Für den Strauss wurde in einem ersten Schritt der Sockel (das Podest) mit Spanngurten stabilisiert. Bei den anderen Montagen wurde das Skelett mit Baumwollbändern fest mit dem Sockel oder der Stützstruktur verbunden. Während dem Verpacken wurde von unten nach oben gearbeitet: Zuerst wurden die unteren Teile der Skelette immobilisiert (die Füße und Beine) und zuletzt der höchste Punkt (der Schädel), da sich die Mobilität mit zunehmender Entfernung zum Fixierungspunkt vergrössert. Dies war insbesondere beim sehr hohen Strauss (ca. 180 cm) wichtig. Für die Herstellung der Verpackungselemente aus Ethafoam® wurde gleich wie bei der Herstellung der Lagerverpackungen vorgegangen (Anhang 16, S. 87). Es wurden, zusammengefasst, drei Typen von Transportverpackungselementen eingesetzt:

- Keile (z.B. Abb. 59): Neben diesen Schienen und Einbettungselementen wurden in Hohlräumen zwischen mobilen, stabilen Knochen Keile aus PE-Schaumstoff platziert, um eine Immobilisierung zu erreichen. Die Form der Keile wurde auf den Umriss der zu stützenden Knochen zugeschnitten.
- Schienen (z.B. Abb. 72): Für die Fixierung besonders fragiler, mobiler Skeletteile wurden, zusätzlich zu Einbettungselementen,, aus PE-Schaumstoff-Bändern "Schienen" zugeschnitten, an welchen die Knochen mit Baumwollbändern fixiert wurden. Damit konnte die Mobilität stark reduziert werden. Zudem kann so das Herunterfallen des Knochens verhindert werden, falls sich dieser während des Transports lösen sollte.
- Einbettung (z.B. Abb. 74): Einbettungselemente wurden entweder eingesetzt, um Skeletteile mit unregelmässigem Umriss grossflächig zu immobilisieren oder sie derart zu schützen und einzubetten, dass sie über eine ausreichend grosse Fläche verfügen, um durch die Querverstrebungen der äusseren Holzkiste gestützt werden zu können. Fragile Zonen wurden zum Schutz vor Kontakt mit der Staubschutzhülle oder vor Stössen eingebettet. Hierbei wurde darauf geachtet, dass fragile Knochen nicht mit der Einbettung in Kontakt kommen, um Brüche zu verhindern.

Die drei Verpackungselementtypen wurden mit Baumwollbändern, die durch Löcher in den PE-Elementen gezogen wurden, fest mit dem Sockel oder der Stützkonstruktion und dem Skelett verbunden. Um die Platzierung der Baumwollbänder und Knoten möglichst eindeutig zu gestalten wurde darauf geachtet, so wenige Baumwollbänder wie möglich einzusetzen. Um ein einfaches Entpacken zu ermöglichen, wurden Knoten verwendet, die sich wieder lösen lassen. Zudem wurden die verschiedenen Verpackungselemente der inneren Kiste mit mit Permanentmarker beschriftetem säurefreiem\* Papier, das in Einschnitte in die Elemente gesteckt wurde, markiert, um ihre Platzierung nachvollziehbar in der Verpackungsanleitung beschreiben zu können.

Die offene Holzkiste für das Känguru konnte aus Zeitgründen nicht wie geplant während des Praktikums der Autorin im MHNN durch den Schreiner des Museums realisiert werden. Der Schreiner verfügte jedoch bereits im Vorfeld dieser Arbeit über die Ausmessungen der Skelettmontage und wird die offene Holzkiste nach Abschluss dieser Arbeit herstellen. Die Holzkiste für den Strauss war vorhanden, aber

aus Zeitgründen konnte der Boden der Kiste nicht wie geplant vom Schreiner mit einer geschlossenen Holzplatte versehen werden. Daher konnte dieser Verpackungsprozess nicht abgeschlossen werden. Für die Polsterung der Sockelstandfläche wurden von der Autorin zwei PU-Ether-Schaumstoff zugeschnitten, die übereinandergelegt werden können, da lediglich eine Schaumstoffplatte durch das hohe Gewicht der Skelettmontage komplett komprimiert wird. In der Verpackungsanleitung wird die Platzierung der Skelette in der Holzkiste beschrieben und Zonen bezeichnet, die durch Holzelemente gestützt werden können. Von der Erstellung genauer Pläne für die Platzierung der Skelette in der Holzkiste wurde abgesehen, da beim Abschluss dieser Arbeit keine Informationen über die Dicke der Holzplatten zur Abdeckung des Bodens und die exakten Masse der Holzkisten vorlagen.

### **Doppelkistensystem**

Für die Herstellung der PE-Elemente wurde gleich wie bei der Herstellung der Lagerverpackungen vorgegangen. Es wurden zwei Verpackungselementtypen in der inneren Kiste eingesetzt:

- Keile (Abb. 81): Zur Fixierung der Wirbelsäule wurden vier Keile hergestellt. Um deren Platzierung nachvollziehbar in der Verpackungsanleitung beschreiben zu können, wurden sie mit säurefreiem\* Papier, das in Einschnitte in die Elemente gesteckt wurde, markiert. Zusätzlich wurden die gleichen Markierungen und die Umrisse der Elemente auf der Wabenplatte wie geplant mittels Transotype® aufgeklebtem säurefreiem\* Papier angebracht.
- Einbettung (Abb. 82): Der Schädel wurde zwecks Fixierung und Stützung passgenau partiell eingebettet. Zur Herstellung der Einbettung wurde eine Schablone aus Karton hergestellt, um das fragile Skelett nicht unnötig manipulieren zu müssen.

Die offene Holzkiste konnte aus Zeitgründen nicht wie geplant während des Praktikums der Autorin im MHNN durch den Schreiner des Museums realisiert werden. Dieser wird die offene Holzkiste nach Abschluss dieser Arbeit herstellen. Bei der Berechnung der optimalen Polsterfläche hat sich herausgestellt, dass mit dem gewählten PU-Ether nur sehr kleine Polster (eine Gesamtfläche von 571 cm<sup>2</sup>, also zum Beispiel ein Polster von 50 x 11 cm) erforderlich sind:

$$\frac{\text{Masse der inneren Kiste}}{\text{Optimale statische Belastung des Schaumstoffs}} = \frac{4 \text{ kg}}{0.007 \text{ cm}^2} = 571 \text{ cm}^2$$

Für die Herstellung der Polster wurde die optimale Polsterfläche nicht berücksichtigt, da diese Polster im Vergleich mit der Schachtel sehr klein und damit nicht gleichmässig verteilt werden könnten und bei der Verwendung einer offenen Kiste als äussere Kiste stark komprimiert oder gar nicht fixiert worden wären. Es wurde daher von der Autorin entschieden, die Schachtel mit insgesamt zehn PU-Ether-Polstern der Grösse 20 x 40 cm zu polstern. So wird die optimale Polsterfläche pro Längsseite zwar überschritten (20 x 40 x 2 = 1600 cm<sup>2</sup>), dafür wird aber ein Knicken der Polster verhindert; die Polster lassen sich auch problemlos in der offenen äusseren Kiste fixieren und deren Anordnung ist einfach nachvollziehbar. Die Testreihe hat zudem bestätigt, dass auch bei einem Überschreiten der optimalen Polsterfläche die Schockdämpfungskapazität immer noch im erforderlichen Bereich liegt und keine Beschleunigungen über 40 g, dem definierten Schockfragilitätsfaktor, erreicht werden.

## Anhang 18: Dokumentation der konzipierten und realisierten Verpackungen

### Känguru Inv. Nr. 94.1060

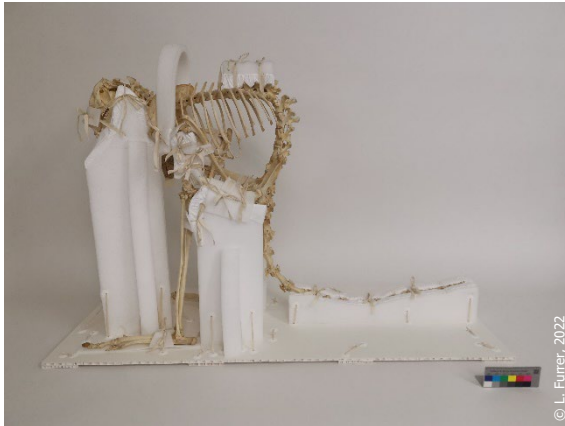


Abb. 53: Lagerverpackung und innerer Teil der Transportverpackung. Seite A.

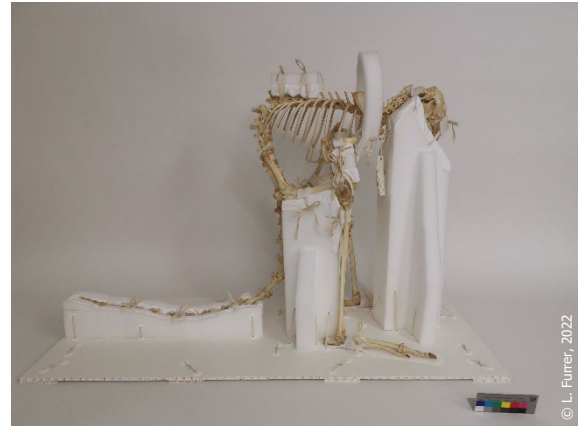


Abb. 54: Lagerverpackung und innerer Teil der Transportverpackung. Seite B.



Abb. 55: Lagerverpackung und innerer Teil der Transportverpackung mit PE-Staubschutzhülle. Seite B.

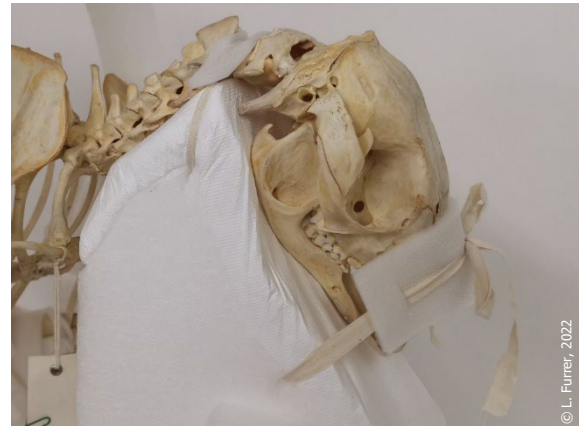


Abb. 56: Kopfstütze.



Abb. 57: Abstandhalter der Lagerverpackung zum Schutz der fragilen Schulterzone und Wirbelsäule.



Abb. 58: Element zum Schutz einer stabilen Zone der Wirbelsäule, die durch Holzelemente in der äusseren Kiste stabilisiert werden soll.





Abb. 59: Keil der Transportverpackung, zur Stabilisierung der Armknochen. Seite B.



Abb. 60: Beinstütze. Seite B.



Abb. 61: Detail der Einbettung der Schwanzwirbel.



Abb. 62: Fixierung der Fussknochen und Stützen auf der Wabenplatte.

### Orang-Utan Inv. Nr. 94.1334A

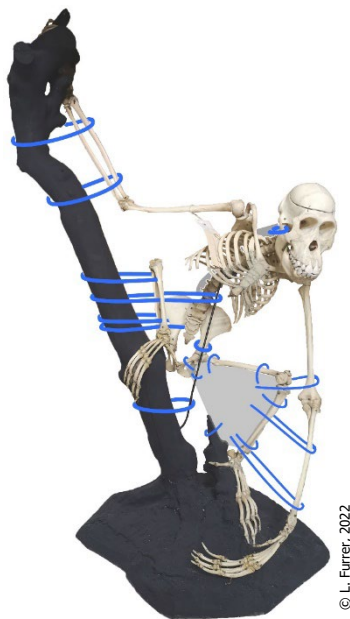


Abb. 63: Illustration der konzipierten Transportverpackung. Blau: säurefreie\* Baumwollbänder. Grau: PE-Schaumstoff.

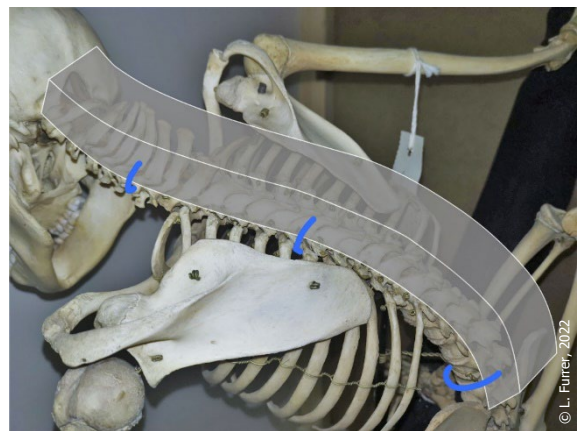


Abb. 64: Wirbelsäulenschutz der Transportverpackung, bestehend aus PE-Schaum (grau), der mit säurefreiem\* Baumwollband (blau) an der Wirbelsäule fixiert ist.

**Python Inv. Nr. 91.2566A**

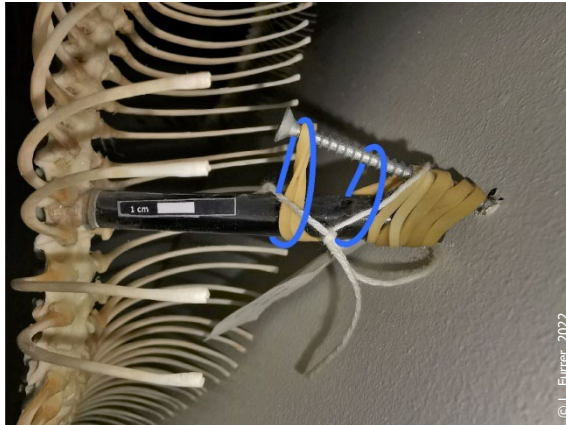


Abb. 65: Illustration der Fixierung der Kunststoffstäbe an den Schrauben in der MDF-Rückwand mit Nylon-Kabelbindern (blau).

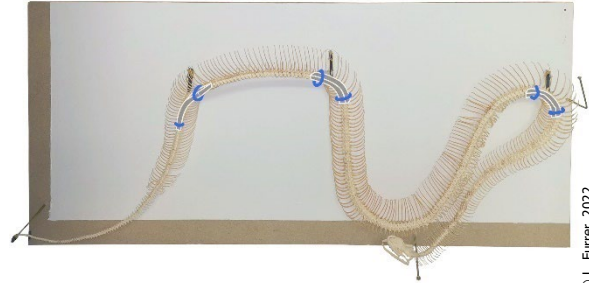


Abb. 66: Illustration der Platzierung der mit säurefreiem\* Baumwollband (blau) fixierten PE-Schaumstoffelemente (grau), die der Stabilisierung in der inneren Kiste dienen.

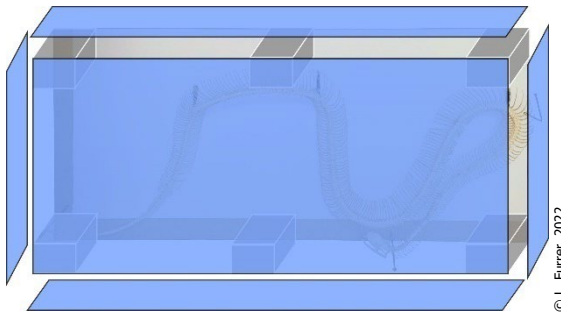


Abb. 67: Innere Kiste der Transportverpackung aus Karton- oder Holzplatten (blau), die auf PE-Schaumstoff (grau) aufliegen und mit Spanngurten aneinander fixiert werden.

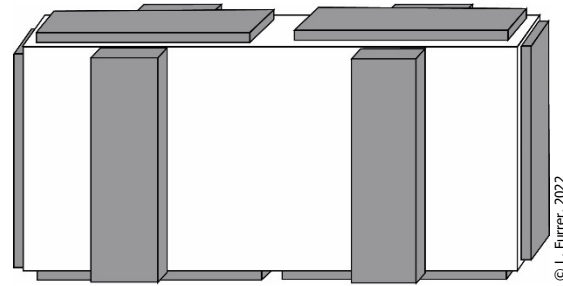


Abb. 68: Illustration der Anordnung der Polster aus PU-Ether-Schaumstoff (32 kg/m<sup>3</sup>, 5 x 15 x 70 cm, hier grau) um die innere Kiste (weiss) herum.

**Strauss Inv. Nr. 92.1010A**



Abb. 69: Innerer Teil der Transportverpackung.



Abb. 70: Stütze unter Brustbein.





Abb. 71: Schutz der Schwanzwirbelsäule.



Abb. 72: Schiene zur Fixierung des Schädels.



Abb. 73: Abstandhalter und Schiene der Lagerverpackung zum Schutz der fragilen Flügelzone.



Abb. 74: Element zur Einbettung der Wirbelsäule, welches zu deren Stabilisierung und zum Schutz der fragilen Wirbelteile dient.

### Walross Inv. Nr. 94.2845

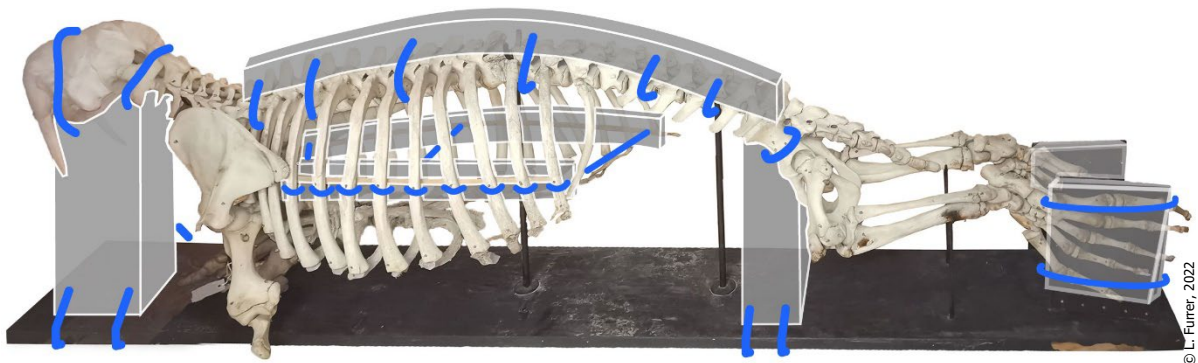


Abb. 75: Illustration der Verpackung. Grau: PE-Schaumstoff. Blau: Säurefreie\* Baumwollbänder.

**Wels Inv. Nr. 89.2206**

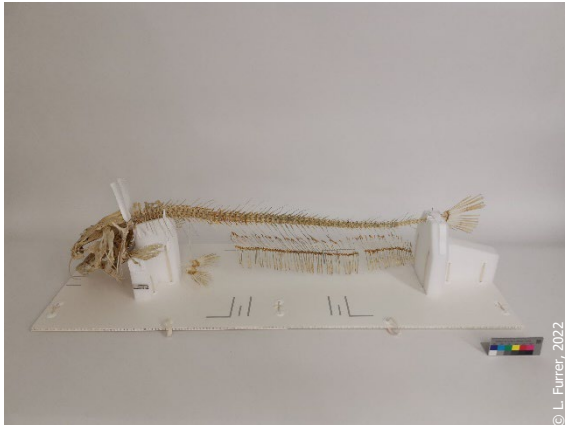


Abb. 76: Stützkonstruktion der Lagerverpackung bestehend aus Wabenplatte und PE-Schaumstoffstützen. Auf der Wabenplatte befinden sich mit Transotype® angeklebte, säurefreie\* Papierstreifen, welche die Platzierung der Transportverpackungselemente markieren.



Abb. 77: Stütze unter Nacken und Vorderflossen. Unter dem Nacken ist ein Tyvek®-Streifen platziert, an welchem das Skelett wenn nötig hochgehoben werden kann.

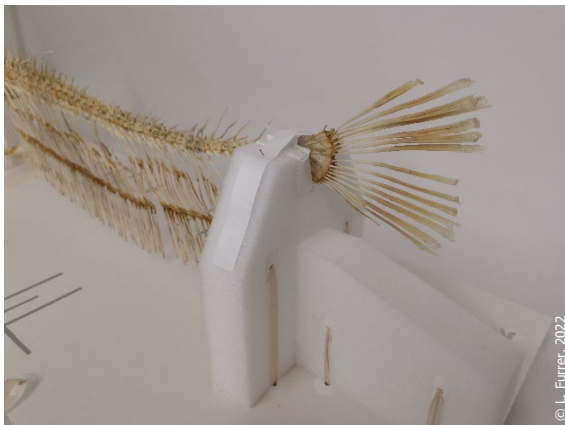


Abb. 78: Stütze unter Schwanzflosse. Die Flosse ist mit einem mit Insektennadeln fixierten Tyvek®-Streifen an der Stütze befestigt. An diesem Streifen kann das Skelett wenn nötig angehoben werden.

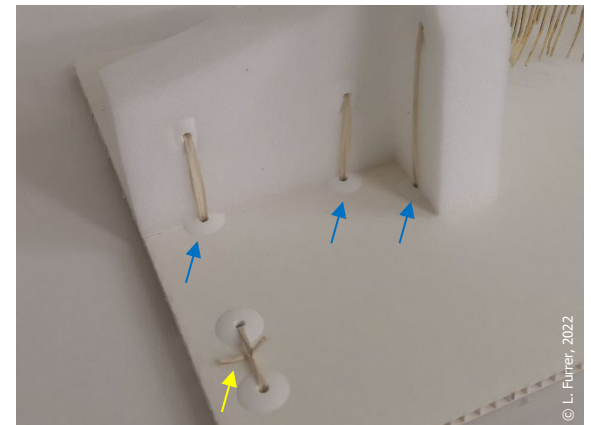


Abb. 79: Befestigung der Schwanzflossenstütze auf der Wabenplatte mit durch PP-LDPE-Drucknieten gezogene säurefreie\* Baumwollbänder (blau). Befestigung der Querverstrebung mit den gleichen Materialien. Die Baumwollbänder wurden auf der Oberseite der Platte verknotet, um eine ebene Standfläche zu garantieren (gelb).

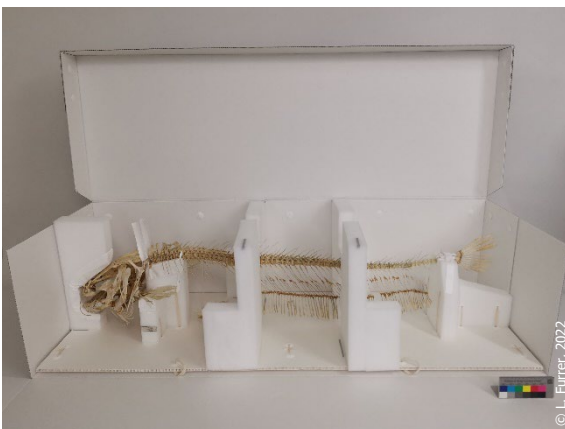
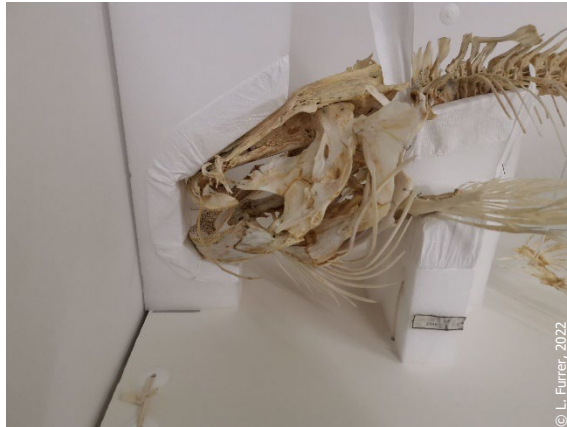


Abb. 80: Kombinierte Lager- und Transportverpackung.



Abb. 81: PE-Schaumstoffelemente und Markierungen für die Platzierung.



*Abb. 82: Kopfstütze der Transportverpackung.*



*Abb. 83: Vorderseite der Kartonschachtel.*



*Abb. 84: Rückwand der Kartonschachtel. Deckel- und Bodenteil der Schachtel sind mit weissen PP-LDPE-Drucknieten verbunden. Die oberen fünf Nieten hätten idealerweise noch weiter oben (näher bei der Faltstelle des Deckels) platziert werden sollen.*



## Anhang 19: Verpackungsanleitungen

### Anleitung für die Verpackung grossformatiger Skelettmontagen

#### WARUM VERPACKEN?

Skelettmontagen können beim Transport leicht beschädigt werden: Sie sind bestehen aus vielen verschiedenen, fragilen, beweglichen Teilen. Sie benötigen eine angemessene Verpackung, um das Skelett zu stabilisieren und zu polstern. Das Berücksichtigen dieser zweiseitigen Anleitung kann einen sicheren Transport ermöglichen.

#### VORAB ZU BEACHTEN

- Risiko von toxischen Bioziden: Skelett nur mit sauberen **Handschuhen** passender Grösse berühren. Bei allfälliger vorgängiger **Entstaubung**: Schutzmassnahmen beachten (FFP2/3 Maske, Schutzkleidung, Handschuhe).
- Risiko von Stürzen und Schäden: Bei **Deplatzierung** aus der Reserve: Sockel & Skelett mit Spanngurten auf dem Hubwagen oder dem Rollwagen fixieren.

#### BENÖTIGTE MATERIALIEN

- Notizblock, Schreibzeug, Taschenlampe, Doppelmeter.
- Spanngurte, säurefreie Baumwollbänder.
- Polyethylen-Schaumstoff (PE): Dichter als der PUR-Schaumstoff (z.B. 35 kg/m<sup>3</sup>). Unterschiedliche Grössen & Dicken.
- PE-Vlies (z.B. Tyvek®): Unterschiedliche Grössen.
- Polyurethan-Ether-Schaumstoff (PUR): Geringere Dichte als der PE-Schaumstoff (z.B. 32 kg/m<sup>3</sup>). 1-2 Platten (übereinander platziert bei schweren Exemplaren). Dicke: 5 cm. Grösse entsprechend Sockelstandfläche.
- PE-Schutzhülle: Grösse mindestens entsprechend den Aussenmassen des Skeletts.
- Holzrahmen: Grösse entsprechend Aussenmassen des Skeletts + mindestens 5 cm auf jeder Seite.
- Bei allfälligen Klebungen: Paraloid™ B72 oder B44, Ethanol, Ethylacetat.
- Eventuell säurefreie Kartonplatten.

#### WIE VORGEHEN? (Detaillierte Anleitung folgt auf S. 2)

1. **Zustand** erfassen um stabile und fragile Zonen zu identifizieren.
2. Bewegliche Teile **fixieren**, stabile Zonen **stützen**, fragile Zonen **schützen**.
3. Stabilisiertes Skelett in **Holzrahmen** platzieren und **Polstern**.
4. Holzrahmen **markieren**.
5. Funktionalität der Verpackung **kontrollieren** und allenfalls **Korrekturen** vornehmen.

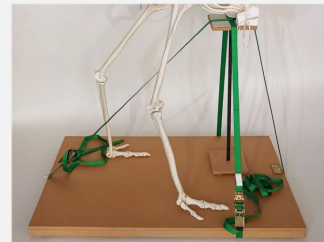
#### BEISPIELE



Fragile, dünne Knochen auf der Wirbelsäule



Fragile Bruchstelle.



Stabilisierung des Sockels mit Spanngurten.



Fixierung eines mobilen Schädels mit PE-Schaumstoff & Bändern.



PE-Schaumstoff-Stütze unter stabilem Oberschenkelknochen.



Schutz fragiler Flügel mit PE-Schaumstoff-Bändern.

### 1. ZUSTAND ERFASSEN: Probleme & Lösungen erkennen

- **Gewicht** einschätzen oder wiegen: Wie schwer ist das Skelett mit dem Sockel zusammen? Wie ist das Gewicht verteilt?
- **Dimension**: Wie gross sind die Aussenmasse von Sockel & Skelett zusammen?
- **Mobilität**: Welche Teile des Sockels und welche Knochen bewegen sich, welche sind unbeweglich?
- **Kontaktzonen** identifizieren: Wo befinden sich Kontaktzonen zwischen Skelett & Sockel & einzelnen Knochen?
- **Fragilität & Stabilität**: Wo befinden sich Brüche, Risse, Fehlstellen, bewegliche & dünne Knochen? Wo befinden sich dicke, stabile, intakte Knochen?



### 2. FIXIEREN, STÜTZEN & SCHÜTZEN: Verhindern von Brüchen & Rissen

- Wenn **kein Sockel** vorhanden ist: Eine PE-Schaumstoff- oder säurefreie Kartonplatte als Standfläche verwenden. Die Platte darf sich nicht verbiegen unter dem Gewicht. Das Skelett darf nirgends über die Platte herausragen. Das Skelett mit Bändern oder PE-Schaumstoffstreifen auf der Platte fixieren. Unter stabile Zonen (z.B. Oberschenkel, Becken, Wirbelsäule) Stützen aus PE-Schaumstoff platzieren und mit Bändern fixieren. Das Skelett fest mit Bändern an den Stützen fixieren.
- **Zuerst den Sockel stabilisieren**. Danach das Skelett stabilisieren.
- Mit der **Stabilisierung des Skeletts unten (bei den Füßen) beginnen**. Von unten nach oben weitermachen. Oberster Punkt (z.B. Schädel) zuletzt bearbeiten.

1. **Kleben** loser Knochen: Klebung mit Paraloid™ B72 oder B44 (z.B. 40% in 1:1 Ethanol-Ethylacetat). Vollständig trocknen lassen!
2. **Stabilisieren** des Sockels: Bewegliche, lose Stützen und Teile mit Schrauben, Spanngurten oder Bänder stabilisieren.
3. **Kontaktzonen** schützen: Zwischen Sockel & Skelett, sich berührende Knochen & raue PE-Schaumstoffflächen eine Zwischenlage aus dünnem PE-Schaumstoff (z.B. Plastazote®) oder Tyvek® platzieren.
4. **Fixieren** vom Skelett am Sockel: Skelett an stabilen Zonen mit Bändern oder Spanngurten am Sockel fixieren.
5. **Fixieren** beweglicher Knochen: Baumwollbänder und PE-Schaumstoffstücke verwenden, um bewegliche Knochen durch Zusammenbinden oder mithilfe von auf die Skelettform zugeschnittenen PE-Schaumstoff-Elementen zu stabilisieren.
6. **Schützen** fragiler Zonen: Keine Baumwollbänder an fragilen Zonen anbringen (z.B. dünne, brüchige Knochen). PE-Schaumstoff um die fragile Zone herum platzieren, um deren Kontakt mit Holzrahmen oder PE-Hülle zu verhindern.
7. **Schützen** stabiler Zonen: An stabile Zonen, die später mit Holzelementen stabilisiert werden sollen, auf die Form zugeschnittene PE-Schaumstoffstücke anbringen (z.B. auf stabile Bereiche der Wirbelsäule).



### 3. EINRAHMEN UND POLSTERN: Schutz vor Stössen und Vibrationen

1. **Staubschutz**: PE-Schutzhülle über das Skelett stülpen.
2. **Polster**: PUR-Schaumstoffplatten (Dicke: 5 cm) in den Holzrahmen legen. Zwei PUR-Schaumstoffplatten übereinanderlegen, wenn das Skelett schwer ist. So wird der Schaumstoff nicht komplett komprimiert.
3. **Holzrahmen**: Skelett im Holzrahmen auf den PUR-Schaumstoffplatte platzieren.
4. **Spanngurte**: Sockelbasis mit mindestens zwei Spanngurten im Holzrahmen fixieren. Nur so weit anziehen, dass das Polstermaterial nicht komplett komprimiert wird.
5. **Holzelemente**: Skelett an stabilen Stellen mithilfe von in den Holzrahmen geschraubten Holzelementen fixieren. Kontaktzonen zwischen Skelett (PE-Schutzhülle) & Holzelementen mit PUR-Schaumstoff (Dicke: 5 cm) polstern.
6. **Tür**: Türelement des Holzrahmens an den vorhandenen Bohrlöchern anschrauben.



### 4. MARKIEREN: Verhindern von Objektverlust

- **QR-Code** an gut sichtbarer Stelle mit Bostitch auf den Holzrahmen befestigen.



### 5. KONTROLLIEREN & KORRIGIEREN: Sichergehen

- Bewegt sich das Skelett im Holzrahmen? → Spanngurte leicht anziehen & weitere Holzelemente an stabilen Zonen platzieren.
- Bewegen sich einzelne Knochen? → Vorhandene Bänder anziehen oder zusätzliche Bänder an stabilen Zonen platzieren.

## Instructions d'emballage pour des squelettes montés de grand format

### POURQUOI ?

Les squelettes montés peuvent facilement être endommagés pendant le transport : ils sont constitués de nombreuses pièces différentes, fragiles et mobiles. Ils nécessitent un emballage adéquat pour assurer la stabilité et l'amortissement. La prise en compte de ces deux pages d'instructions peut permettre un transport en sécurité.

### REMARQUES PRÉALABLES

- Risque biocides et toxiques : porter des **gants** parfaitement ajustés et propres. En cas de dépoussiérage préalable : respecter les mesures de protection (masque FFP2/3, vêtements de protection, gants).
- Risque de chute et de désolidarisation : en cas de déplacement hors de la réserve : attacher le socle & le squelette sur le transpalette ou le chariot à l'aide de sangles.

### MATÉRIAUX NÉCESSAIRES

- Papier, stylo, lampe de poche, double mètre.
- Sangles, rubans de coton non acides.
- Mousse de polyéthylène (PE) : Plus dense que le mousse PUR (p. ex. 35 kg/m<sup>3</sup>) ; Différentes formats et épaisseurs
- Intissé PE (p. ex. Tyvek®) : Différentes formats.
- Mousse de polyuréthane d'éther (PUR) : Moins dense que le mousse PE (p.ex. 32 kg/m<sup>3</sup>) ; 1-2 plaques empilées l'une sur l'autre pour des spécimens plus lourds ; épaisseur : 5 cm ; dimensions : identiques à la surface du socle.
- Housse en film PE thermosoudé : dimensions identiques aux dimensions extérieures du squelette ou plus grand.
- Châssis en bois : dimensions identiques aux dimensions extérieures du squelette + au moins 5 cm sur chaque côté.
- En cas de collages : Paraloid™ B72 ou B44, éthanol, Acétate d'éthyle.
- Eventuellement carton non acide.

### DÉMARCHE (instructions détaillées : p. 2)

1. Evaluer l'**état de conservation** du squelette, afin d'identifier des zones fragiles et stables.
2. **Immobiliser** les parties mobiles, **soutenir** les zones stables, **protéger** les zones fragiles.
3. Placer le squelette stabilisé dans un châssis en bois et placer le matériau de rembourrage.
4. **Marquer** le châssis.
5. **Vérifier** la fiabilité de l'emballage et apporter les **corrections** nécessaires.

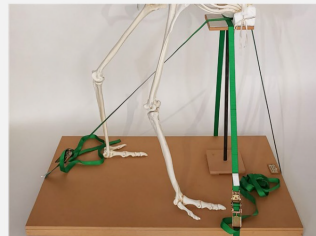
### EXEMPLES



Os fragiles et fins de la colonne vertébrale.



Cassure fragile.



Stabilisation du socle avec des sangles.



Fixation d'un crâne mobile avec de la mousse PE & des rubans.



Support en mousse PE sous un fémur stable.



Protection des ailes fragiles avec des bandes de mousse PE.

### 1. EVALUER L'ÉTAT DE CONSERVATION : identifier les problèmes et les solutions

- Estimer le **poids** ou peser : Quel est le poids du squelette avec le socle ? Comment le poids est-il distribué ?
- **Dimensions** : quelles sont les dimensions extérieures du socle & du squelette ?
- **Mobilité** : quelles zones du socle et quels os bougent, lesquelles sont immobiles ?
- Identifier les **zones de contact** : Où se trouvent les zones de contact entre le squelette & le socle & les os ?
- **Fragilité & stabilité** : où se trouvent les cassures, les fissures, les lacunes & les os fins ? Où se trouvent les os épais, stables et intacts ?



### 2. FIXER, SOUTENIR & PROTÉGER : attention aux cassures, fissures et lacunes

- S'il n'y a **pas de socle** : utiliser une plaque de mousse PE ou de carton non acide comme plateau. La plaque ne doit pas se déformer sous le poids. Le squelette ne doit pas dépasser de la plaque. Fixer le squelette sur la plaque à l'aide de rubans ou de bandes de mousse PE. Placer des pièces en mousse PE sous les zones stables (p. ex. fémur, hanche, colonne vertébrale) et les attacher avec des rubans sur la plaque. Attacher fermement le squelette aux pièces PE à l'aide de rubans.
  - **Stabiliser d'abord le socle**. Ensuite, stabiliser le squelette.
  - **Commencer la stabilisation du squelette par le bas** (au niveau des pieds). Continuer de bas en haut. Traiter le point le plus haut (par ex. le crâne) en dernier.
1. **Collage** des os détachés : Collage avec Paraloid™ B72 ou B44 (p. ex. 40% dans de l'acétate d'éthyle 1:1 (volume/volume)). Laisser sécher complètement !
  2. **Stabiliser** le socle : Stabiliser les supports et les parties mobiles et détachées à l'aide des vis, des sangles ou des rubans.
  3. **Protéger** les zones de contact : Placer une couche intermédiaire de mousse PE fine (p. ex. Plastazote®) ou de Tyvek® entre le socle & le squelette, les os qui se touchent & sur les surfaces rugueuses du mousse PE.
  4. **Attacher** le squelette au socle : fixer le squelette au socle au niveau des zones stables à l'aide de sangles ou de rubans.
  5. **Fixation** des os mobiles : Utiliser des rubans et des pièces de mousse PE pour stabiliser les os mobiles en les nouant ensemble ou en utilisant des pièces de mousse PE ajustées à la morphologie des squelettes.
  6. **Protéger** les zones fragiles : Ne pas placer de rubans sur les zones fragiles (p. ex. os fins et friables). Placer de la mousse PE autour de la zone fragile pour éviter tout contacts avec le châssis ou la housse en film PE.
  7. **Protéger** les zones stables : Placer des pièces de mousse PE taillées sur mesure sur les zones stables qui seront stabilisées ensuite avec des éléments en bois (p. ex. sur les zones stables de la colonne vertébrale).



### 3. ENCADREMENT ET REMBOURRAGE : protection contre les chocs et les vibrations

1. Protection contre la **poussière** : enfiler la housse en film PE sur le squelette depuis le haut.
2. **Rembourrage** : placer des plaques de mousse PUR (épaisseur : 5 cm) dans le châssis. Superposer deux plaques de mousse PUR si le squelette est lourd.
3. **Mise en châssis** : Placer le squelette dans le châssis sur la plaque de mousse PUR.
4. **Attacher** la base du socle dans le châssis à l'aide de deux sangles. Serrer suffisamment pour solidariser les deux éléments, sans comprimer les plaques de mousse PUR.
5. **Stabiliser** : Stabiliser le squelette à l'aide de pièces de bois vissées dans le châssis. Rembourrer les zones de contact entre le squelette (housse en PE) et les éléments en bois avec de la mousse PUR (épaisseur : 5 cm).
6. **Porte** : Visser la porte du châssis grâce aux trous de perçage existants.



### 4. MARQUER : éviter la perte

- Agrafier le **QR-Code** à un endroit bien visible du châssis.



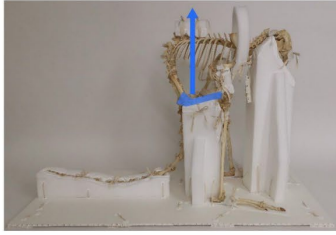
### 5. CONTRÔLER & CORRIGER : être sûr

- Du jeu entre le squelette et le châssis ? → Serrer les sangles et placer des éléments en bois supplémentaires.
- Certains os bougent ? → Resserrer les bandes existantes ou ajouter des rubans supplémentaires.



## Verpackungsanleitung: Känguruskelett Inv. Nr. 94.1060

### VORAB ZU BEACHTEN

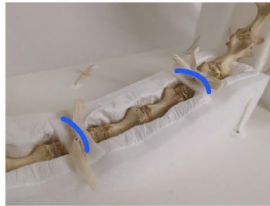


- Wenn notwendig: Skelett nur an den Oberschenkelknochen hochheben.
- Idealerweise zu zweit Arbeiten.
- Saubere Handschuhe passender Grösse tragen.
- Die Baumwollbänder stark anziehen.
- Knoten verwenden, die sich wieder öffnen lassen.
- Zusätzliche Baumwollbänder nur an Dicken, stabilen Knochen ohne Risse oder Brüche platzieren.
- Der PUR-Schaumstoff darf nicht komplett komprimiert werden, weil er sonst nicht mehr dämpft.

### FIXIEREN: Verhindern von Brüchen, Rissen & Fehlstellen



1. Füße auf dem Sockel fixieren.



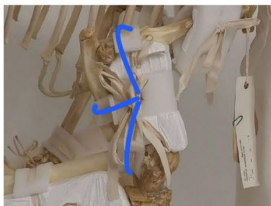
2. Schwanz am Sockel fixieren.



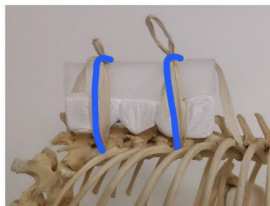
3. Linker Unter- & Oberschenkel & Arm am Sockel befestigen.



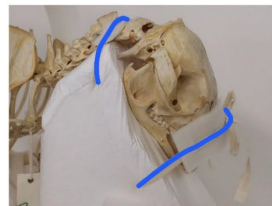
4. Rechter Unter- & Oberschenkel am Sockel befestigen.



5. Element A rechts zwischen Ellenbogen & Oberschenkel platzieren, Element B links.



6. Element C auf Wirbelsäule fixieren.

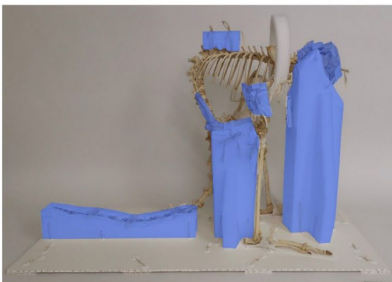


7. Kopf & Nacken am Sockel fixieren.



8. Element D am linken & rechten Oberarm fixieren um die fragile Schulterpartie zu schützen.

### EINRAHMEN & POLSTERN: Schutz vor Stössen & Vibrationen



Stabile Stellen, die durch Holzelemente gestützt werden können.

9. PE-Schutzhülle von oben über das Skelett stülpen.
10. Eine PUR-Schaumstoffplatte (Dicke: 5 cm, Fläche: wie Sockelfläche = 135 x 55 cm) auf dem Boden des Holzrahmens platzieren.
11. Skelett im Holzrahmen platzieren auf der PUR-Schaumstoffplatte.
12. Sockelbasis mit einem Spanngurt im Holzrahmen fixieren. Nur so weit anziehen, dass das Polstermaterial nicht komplett komprimiert wird.
13. Skelett an stabilen Stellen mithilfe von in den Holzrahmen geschraubten Holzelementen fixieren. Kontaktzonen zwischen Skelett (PE-Schutzhülle) & Holzelementen mit PUR-Schaumstoff (Dicke: 5 cm) polstern.
14. Türelement des Holzrahmens an den vorhandenen Bohrlöchern anschrauben.

### MARKIEREN: Verhindern von Objektverlust

15. QR-Code mit Bostitch auf den Holzrahmen befestigen.

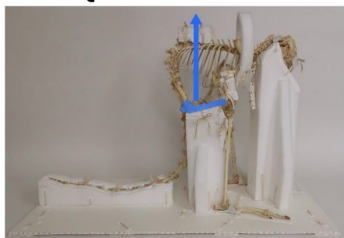
### KONTROLLIEREN & KORRIGIEREN: Sicheergehen

- Ist das Skelett fest im Rahmen fixiert? → Spanngurte anziehen & weitere Holzelemente an stabilen Zonen platzieren.
- Bewegen sich einzelne Knochen? → Vorhandene Bänder anziehen oder zusätzliche Bänder an stabilen Zonen platzieren.



## Instructions d'emballage : Kangourou n° inv. 94.1060

### REMARQUES PRÉALABLES



- Si nécessaire : Soulever le squelette uniquement par les fémurs.
- Idéalement, travailler à deux.
- Porter des gants parfaitement ajustés et propres.
- Serrer fortement les rubans.
- Faire des nœuds faciles à défaire.
- Placer des rubans supplémentaires uniquement sur des os épais et stables, sans fissures ni cassures.
- Ne pas comprimer la mousse polyuréthane (PUR) pour conserver sa capacité d'amortissement.

### FIXATION : attention aux cassures, fissures & lacunes



1. Attacher les pieds sur le socle.



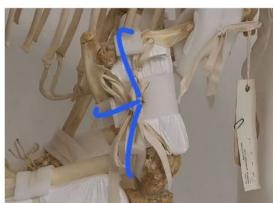
2. Attacher la queue au socle.



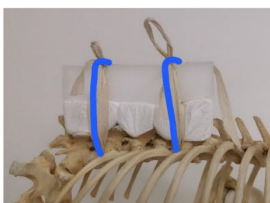
3. Attacher la jambe gauche & le bras gauche au socle.



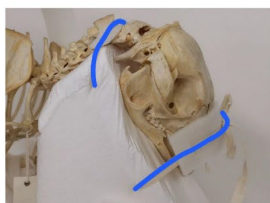
4. Attacher la jambe droite au socle.



5. Placer la pièce A entre le coude et la jambe droite, la pièce B à gauche.



6. Attacher la pièce C sur la colonne vertébrale.

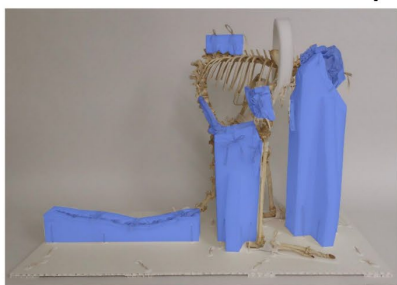



7. Attacher la tête et la nuque sur le socle.



8. Attacher la pièce D au bras gauche & droit pour protéger la partie fragile des épaules.

### ENCADREMENT & REMBOURRAGE : protection contre les chocs & les vibrations



 Zones stables pouvant être soutenues par des éléments en bois.

9. Enfiler la housse en PE sur le squelette depuis le haut.
10. Placer une plaque de mousse sPUR (dimensions : identiques à la surface du socle = 5 x 135 x 55 cm) sur le fond du châssis.
11. Placer le squelette au châssis sur la plaque de mousse PUR.
12. Attacher la base du socle dans le châssis à l'aide de deux sangles. Serrer suffisamment pour solidariser les deux éléments, sans comprimer les plaques de mousse PUR.
13. Stabiliser le squelette à l'aide de pièces de bois vissées dans le châssis en bois. Rembourrer les zones de contact entre le squelette (housse en PE) et les éléments en bois avec de la mousse PUR (épaisseur : 5 cm).
14. Visser la porte du châssis aux trous de perçage existants.

### MARQUER : éviter la perte

15. Attacher le code QR au châssis.

### CONTRÔLER & CORRIGER : être sûr

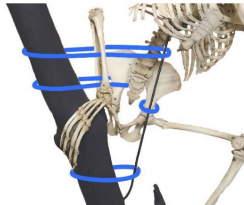
- Du jeu entre le squelette et le cadre ? → Serrer les sangles et placer des éléments en bois supplémentaires.
- Certains os bougent ? → Resserrer les bandes existantes ou ajouter des rubans supplémentaires.

## Verpackungsanleitung: Orang-Utan-Skelett Inv. Nr. 94.1334A

### VORAB ZU BEACHTEN

- Idealerweise zu zweit Arbeiten.
- Saubere Handschuhe passender Grösse tragen.
- Die Baumwollbänder stark anziehen.
- Knoten verwenden, die sich wieder öffnen lassen.
- Zwischen PE-Schaumstoff & Knochen Tyvek® platzieren, um Abrasion zu verhindern.
- Baumwollbänder nur an Dicken, stabilen Knochen ohne Risse oder Brüche platzieren.
- Der PUR-Schaumstoff darf nicht komplett komprimiert werden, weil er sonst nicht mehr dämpft.

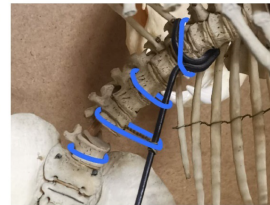
### FIXIEREN: Verhindern von Brüchen, Rissen & Fehlstellen



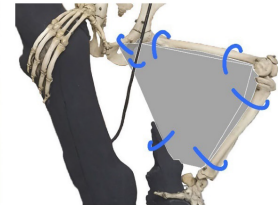
1. Stütze an Sockel fixieren. Hüfte an Stütze und an Sockel fixieren.



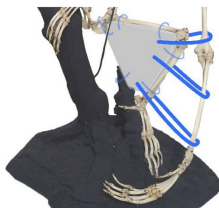
2. Rechter Oberschenkel am Sockel fixieren.



3. Zwischen Skelett & Stütze dünnen PE-Schaumstoff platzieren. Skelett an der Stütze fixieren. Loser Wirbel fixieren.



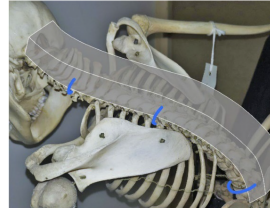
4. PE-Element in linker Kniebeuge platzieren. Element an Stütze und Sockel fixieren. Danach an Knochen fixieren.



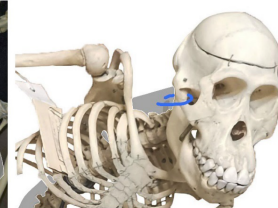
5. Linker Arm an linkem Bein fixieren. Zwischen den Knochen dünnen PE-Schaumstoff platzieren.



6. Rechter Arm am Sockel fixieren.



7. PE-Element auf der Wirbelsäule fixieren.



8. Schädel am PE-Element auf der Wirbelsäule fixieren.

### EINRAHMEN & POLSTERN: Schutz vor Stössen & Vibrationen



9. PE-Schutzhülle von oben über das Skelett stülpen.
10. Zwei PUR-Schaumstoffplatten übereinander (Dicke: 5 cm, Fläche: wie Sockelfläche = 75 x 45 cm) auf dem Boden des Holzrahmens platzieren.
11. Skelett im Holzrahmen platzieren auf den PUR-Schaumstoffplatten.
12. Sockelbasis mit zwei Spanngurten im Holzrahmen fixieren. Nur so weit anziehen, dass das Polstermaterial nicht komplett komprimiert wird.
13. Skelett an stabilen Stellen mithilfe von in den Holzrahmen geschraubten Holzelementen fixieren. Kontaktzonen zwischen Skelett (PE-Schutzhülle) & Holzelementen mit PUR-Schaumstoff (Dicke: 5 cm) polstern.
14. Türelement des Holzrahmens an den vorhandenen Bohrlöchern anschrauben.

 Stabile Stellen, die durch Holzelemente gestützt werden können.

### MARKIEREN: Verhindern von Objektverlust

15. QR-Code mit Bostitch auf den Holzrahmen befestigen.

### KONTROLLIEREN & KORRIGIEREN: Sichergehen

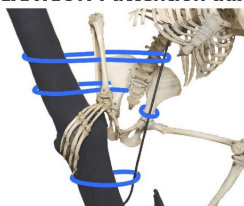
- Ist das Skelett fest im Rahmen fixiert? → Spanngurte anziehen & weitere Holzelemente an stabilen Zonen platzieren.
- Bewegen sich einzelne Knochen? → Vorhandene Bänder anziehen oder zusätzliche Bänder an stabilen Zonen platzieren.

## Instructions d'emballage : Orang-Outan n° inv. 94.1334A

### REMARQUES PRÉALABLES

- Idéalement, travailler à deux.
- Porter des gants parfaitement ajustés et propres.
- Serrer fortement les rubans.
- Faire des nœuds faciles à défaire.
- Placer du Tyvek® entre la mousse PE & les os pour éviter l'abrasion.
- Placer des rubans supplémentaires uniquement sur des os épais et stables, sans fissures ni cassures.
- Ne pas comprimer la mousse polyuréthane (PUR) pour conserver sa capacité d'amortissement.

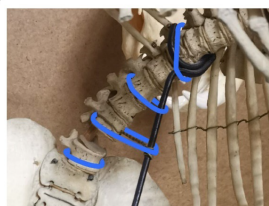
### FIXATION : attention aux cassures, fissures & lacunes



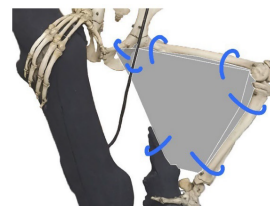
1. Attacher la tige en métal à la branche. Attacher la hanche au support en métal et à la branche.



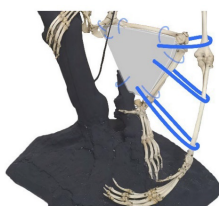
2. Attacher le fémur droit à la branche.



3. Placer une fine mousse PE entre les vertèbres et la tige en métal. Attacher la colonne vertébrale au support en métal. Immobiliser la vertèbre mobile.



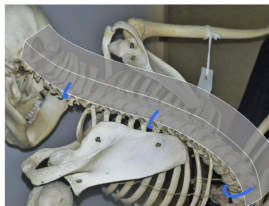
4. Attacher une pièce de mousse PE à la jambe gauche. Attacher la pièce à la tige en métal et à la petite branche.



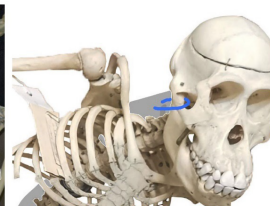
5. Attacher le bras gauche à la jambe gauche.



6. Attacher le bras droit à la branche.



7. Attacher une pièce de mousse PE à la colonne vertébrale.



8. Attacher le crâne à la pièce en PE sur la colonne vertébrale.

### ENCADREMENT & REMBOURRAGE : protection contre les chocs & les vibrations



- Enfiler la housse en PE sur le squelette depuis le haut.
- Placer une plaque de mousse PUR (dimensions : identiques à la surface du socle = 5 x 75 x 45 cm) sur le fond du châssis.
- Placer le squelette dans le châssis sur la plaque de mousse PUR.
- Attacher la base du socle au châssis à l'aide de deux sangles. Serrer suffisamment pour solidariser les deux éléments, sans comprimer les plaques de mousse PUR.
- Stabiliser le squelette à l'aide de pièces de bois vissées dans le châssis en bois. Rembourrer les zones de contact entre le squelette (housse en PE) et les éléments en bois avec de la mousse PUR (épaisseur : 5 cm).
- Visser la porte du châssis grâce aux trous de perçage existants.

 Zones stables pouvant être soutenues par des éléments en bois.

### MARQUER : éviter la perte

15. Attacher le code QR au châssis.

### CONTRÔLER & CORRIGER : être sûr

- Du jeu entre le squelette et le châssis ? → Serrer les sangles et placer des éléments en bois supplémentaires.
- Certains os bougent ? → Resserrer les bandes existantes ou ajouter des rubans supplémentaires.

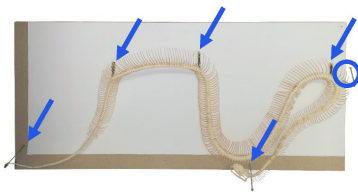


## Verpackungsanleitung: Python Inv. Nr. 91.2566A

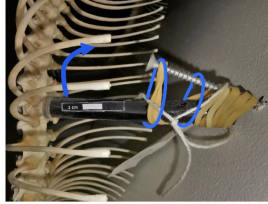
### VORAB ZU BEACHTEN

- Idealerweise zu zweit Arbeiten.
- Saubere Handschuhe passender Grösse tragen.
- Lose oder abgefallene Skeletteile vorab mit Paraloid™ B72 oder B44 in Ethanol-Ethylacetat kleben (40%). Komplet트 trocken lassen.
- Baumwollbänder ausschliesslich an der Wirbelsäule platzieren, nicht an den Rippen oder am Schädel.
- Die Baumwollbänder stark anziehen.
- Knoten verwenden, die sich wieder öffnen lassen.
- Zwischen PE-Schaumstoff & Knochen Tyvek® platzieren, um Abrasion zu verhindern.
- Der PUR-Schaumstoff darf nicht komplett komprimiert werden, weil er sonst nicht mehr dämpft.

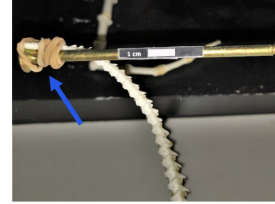
### FIXIEREN: Verhindern von Brüchen, Rissen & Fehlstellen



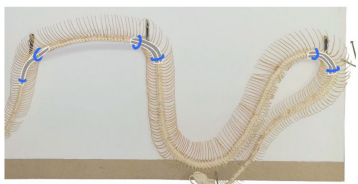
1. Eine Schraube nach der anderen weiter in Rückwand schrauben, bis sie max. 10 cm aus der Platte ragen. Lose Schrauben austauschen. Gebogene Schraube (Kreis) entfernen.



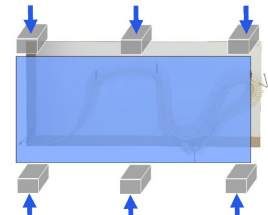
2. Kunststoffstäbe mit je zwei Kabelbindern fest ab Schrauben fixieren. Die Stützen sollen eng an den Schrauben anliegen. Gummibänder entfernen.



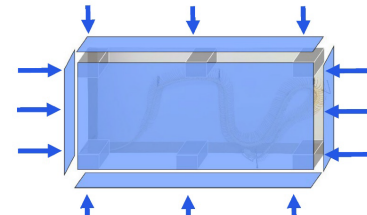
3. Schwanzende & Schädel mit Baumwollbändern an Schrauben fixieren. Zwischen Schraube & Knochen dünnen PE-Schaumstoff platzieren. Gummibänder entfernen.



4. Drei PE-Elemente auf Wirbelsäule fixieren (bei den Stützen). Die Elemente sollen nur auf der Wirbelsäule aufliegen, nicht auf den Rippen.

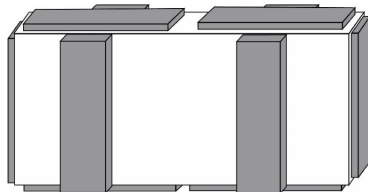


5. PE-Schutzhülle von oben über das Skelett und die Rückwand stülpen. Steife Karton- oder Holzplatte (Grösse: wie Rückwand = 153 x 70 cm) auf den PE-Elementen platzieren. PE-Elemente einschieben, damit die Platte überall gleichmässig gestützt ist.



6. An den restlichen offenen Seiten steife Karton- oder Holzplatten platzieren. Alle Platten mit Spanngurten miteinander fixieren. Die Platten sollen gleichmässig auf den PE-Elementen aufliegen.

### EINRAHMEN & POLSTERN: Schutz vor Stössen & Vibrationen



■ PUR-Schaumstoffplatten (5 x 15 x 70 cm)

- 10 PUR-Schaumstoffplatten (Dicke: 5 cm, Fläche: 15 x 70 cm) auf dem Boden des Holzrahmens platzieren.
- Verpacktes Skelett im Holzrahmen platzieren.
- PUR-Schaumstoffplatten entsprechend der Illustration in regelmässigen Abständen um die Schachtel anordnen.
- Türelement des Holzrahmens an den vorhandenen Bohrlöchern anschrauben.

### MARKIEREN: Verhindern von Objektverlust

11. QR-Code mit Bostitch auf den Holzrahmen befestigen.

### KONTROLLIEREN & KORRIGIEREN: Sichergehen

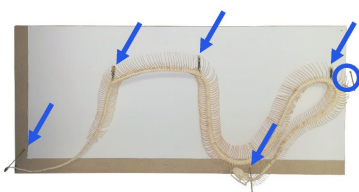
- Ist das Skelett fest zwischen den Platten fixiert? → Grösse der PE-Elemente anpassen & Spanngurte anziehen.
- Ist das Skelett fest im Holzrahmen fixiert? → Spanngurte anziehen & weitere Holzelemente an stabilen Zonen platzieren.

## Instructions d'emballage : Python n° inv. 91.2566A

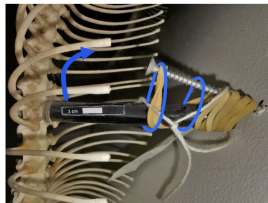
### REMARQUES PRÉALABLES

- Idéalement, travailler à deux.
- Porter des gants parfaitement ajustés et propres.
- Si nécessaire : Coller préalablement les os détachés avec du Paraloid™ B72 ou B44 dans de l'acétate d'éthyle (40%). Laisser sécher complètement.
- Serrer fortement les rubans.
- Faire des nœuds faciles à défaire.
- Placer du Tyvek® entre la mousse PE & les os pour éviter l'abrasion.
- Placer des rubans supplémentaires uniquement sur des os épais et stables, sans fissures ni cassures.
- Ne pas comprimer la mousse polyuréthane (PUR) pour conserver sa capacité d'amortissement.

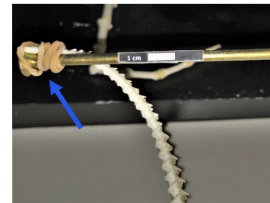
### FIXATION : attention aux cassures, fissures & lacunes



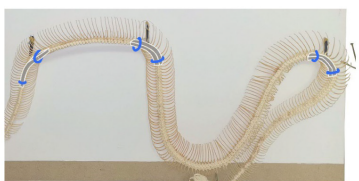
1. Revisser les vis et remplacer les vis défectueuses. Retirer la vis pliée (cercle).



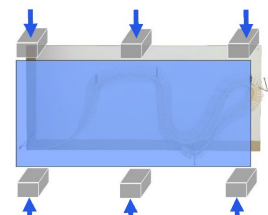
2. Attacher les tiges en plastique aux vis à l'aide de deux colliers de serrage. Les tiges doivent être bien serrées contre les vis. Enlever les élastiques.



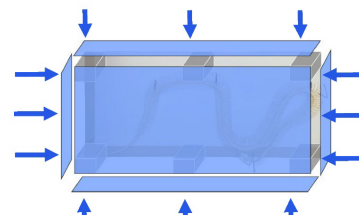
3. Attacher l'extrémité de la queue et le crâne aux vis avec des rubans. Placer de la mousse PE fine entre les vis & les os. Enlever les élastiques.



4. Attacher trois pièces de PE sur la colonne vertébrale au niveau des tiges en plastique. Les pièces ne doivent reposer que sur la colonne vertébrale, pas sur les côtes !

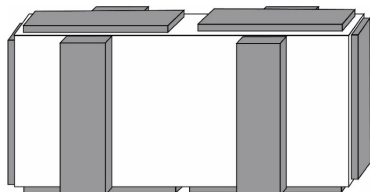


5. Enfiler la housse en PE sur le squelette depuis le haut. Placer une plaque de carton ou de bois rigide sur les pièces en PE (dimensions : identiques à la taille du panneau arrière = 153 x 70 cm). Placer des pièces en PE entre les deux plaques.



6. Placer des plaques de carton ou de bois sur les côtés restants. Attacher toutes les plaques entre elles à l'aide de sangles. Les plaques doivent reposer uniformément sur les pièces en PE.

### ENCADREMENT & REMBOURRAGE : protection contre les chocs & les vibrations



- Préparer 10 plaques de mousse PUR (dimensions : 5 x 15 x 70 cm)
- Placer la boîte dans le châssis.
- Placer les plaques de mousse PUR autour de la boîte à espaces réguliers, comme indiqué sur l'illustration.
- Visser la porte du châssis grâce aux trous de perçage existants.

■ Mousse PUR (5 x 15 x 70 cm)

### MARQUER : éviter la perte

11. Attacher le code QR au châssis.

### CONTRÔLER & CORRIGER : être sûr

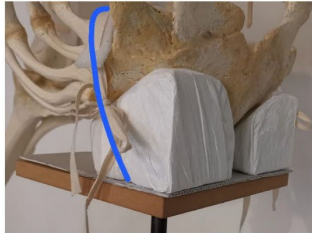
- Du jeu entre le squelette et les plaques ? → Ajuster la taille des pièces en PE & serrer les sangles.
- Du jeu entre le squelette et le châssis ? → Serrer les sangles et placer des éléments en bois supplémentaires.

## Verpackungsanleitung: Straussenskelett Inv. Nr. 92.1010A

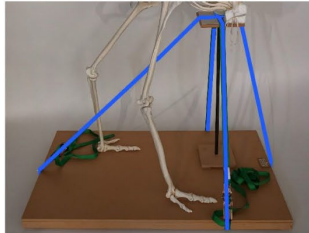
### VORAB ZU BEACHTEN

- Idealerweise zu zweit Arbeiten.
- Saubere Handschuhe passender Grösse tragen.
- Bänder stark anziehen.
- Knoten verwenden, die sich wieder öffnen lassen.
- Zusätzliche Bänder nur an Dicken, stabilen Knochen ohne Risse oder Brüche platzieren.
- Der PUR-Schaumstoff darf nicht komplett komprimiert werden, weil er sonst nicht mehr dämpft.

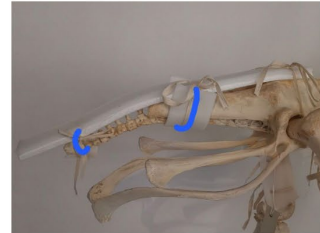
### FIXIEREN: Verhindern von Brüchen, Rissen & Fehlstellen



1. Element A unter Brustbein platzieren.



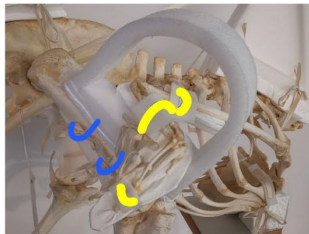
2. Zwei Spanngurte anbringen um das Podest zu immobilisieren & Element A auf dem Podest zu fixieren.



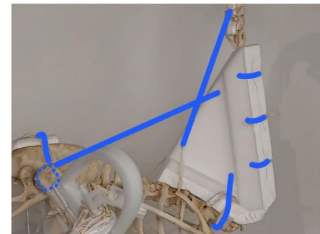
3. Element B auf dem Ende der Wirbelsäule fixieren.



4. Element C auf dem Kopf platzieren.



5. Element D1 (gelb) am rechten Flügel fixieren. Element D2 (blau) am rechten Oberschenkel fixieren. Element D1 an Element D2 fixieren. Elemente E1 & E2 auf dieselbe Weise auf der linken Seite anbringen.



6. Element F auf dem Hals anbringen. An der Wirbelsäule fixieren und an den Hüftknochen. Element C (Kopfteil) an Element F fixieren.

### EINRAHMEN & POLSTERN: Schutz vor Stössen & Vibrationen



7. PE-Schutzhülle von oben über das Skelett stülpen.
8. Zwei PUR-Schaumstoffplatten (Dicke: 5 cm, Fläche: wie Sockelfläche = 120 x 70 cm) übereinander auf dem Boden des Holzrahmens platzieren.
9. Skelett im Holzrahmen platzieren auf den PUR-Schaumstoffplatten.
10. Sockelbasis mit zwei Spanngurten im Holzrahmen fixieren. Nur so weit anziehen, dass das Polstermaterial nicht komplett komprimiert wird.
11. Skelett an stabilen Stellen mithilfe von in den Holzrahmen geschraubten Holzelementen fixieren. Kontaktzonen zwischen Skelett (PE-Schutzhülle) und Holzelementen mit PUR-Schaumstoff (Dicke: 5 cm) polstern.
12. Türelement des Holzrahmens an den vorhandenen Bohrlöchern anschrauben.

 Stabile Stellen, die durch Holzelemente gestützt werden können.

### MARKIEREN: Verhindern von Objektverlust

13. QR-Code mit Bostitch auf den Holzrahmen befestigen.

### KONTROLLIEREN & KORRIGIEREN: Sichergehen

- Ist das Skelett fest im Rahmen fixiert? → Spanngurte anziehen & weitere Holzelemente an stabilen Zonen platzieren.
- Bewegen sich einzelne Knochen? → Vorhandene Bänder anziehen oder zusätzliche Bänder an stabilen Zonen platzieren.



### Instructions d'emballage : Autruche n° inv. 92.1010A

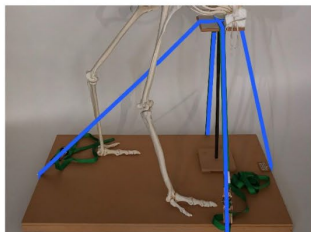
#### REMARQUES PRÉALABLES

- Idéalement, travailler à deux.
- Porter des gants parfaitement ajustés et propres.
- Serrer fortement les rubans.
- Faire des nœuds faciles à défaire.
- Placer des rubans supplémentaires uniquement sur des os épais et stables, sans fissures ni cassures.
- Ne pas comprimer la mousse polyuréthane (PUR) pour conserver sa capacité d'amortissement.

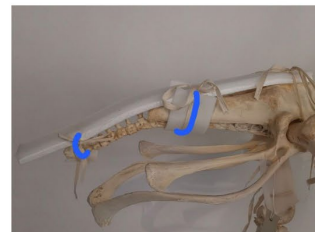
#### FIXATION : attention aux cassures, fissures & lacunes



1. Placer l'élément A sous le sternum.



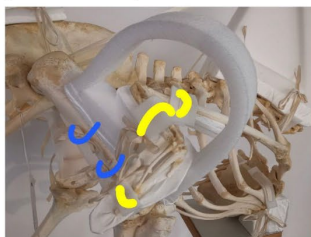
2. Placer deux sangles pour immobiliser le piédestal & nouer la pièce A sur le piédestal.



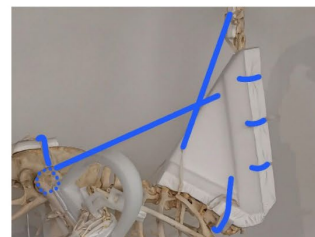
3. Placer la pièce B sur l'extrémité de la colonne vertébrale.



4. Placer la pièce C sur la tête.



5. Placer la pièce D1 (jaune) sous l'aile droite. Placer la pièce D2 (bleu) au fémur droit. Attacher la pièce D1 à la pièce D2. Placer les pièces E1 & E2 de la même manière sur le côté gauche.



6. Placer la pièce F sur le cou. Attacher à la colonne vertébrale et aux os de la hanche. Attacher la pièce C (tête) à la pièce F.

#### ENCADREMENT & REMBOURRAGE : protection contre les chocs & les vibrations



- Enfiler la housse en PE sur le squelette depuis le haut.
- Placer deux plaques de mousse PUR (dimensions : identiques à la surface du socle = 5 x 120 x 70 cm) l'une sur l'autre sur le fond du châssis.
- Placer le squelette dans le châssis sur les plaques de mousse PUR.
- Attacher la base du socle au châssis à l'aide de deux sangles. Serrer suffisamment pour solidariser les deux éléments, sans comprimer les plaques de mousse PUR.
- Stabiliser le squelette à l'aide de pièces de bois vissées dans le châssis en bois. Rembourrer les zones de contact entre le squelette (housse en PE) et les éléments en bois avec de la mousse PUR (épaisseur : 5 cm).
- Visser la porte du châssis aux trous de perçage existants.

 Zones stables pouvant être soutenues par des éléments en bois.

#### MARQUER : éviter la perte

- Attacher le code QR au châssis.

#### CONTRÔLER & CORRIGER : être sûr

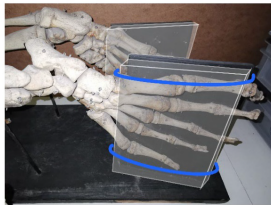
- Du jeu entre le squelette et le châssis ? → Serrer les sangles et placer des éléments en bois supplémentaires.
- Certains os bougent ? → Resserrer les bandes existantes ou ajouter des rubans supplémentaires.

## Verpackungsanleitung: Walrossskelett Inv. Nr. 94.2845

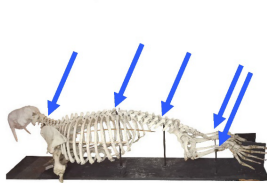
### VORAB ZU BEACHTEN

- Idealerweise zu zweit Arbeiten.
- Saubere Handschuhe passender Grösse tragen.
- Die Baumwollbänder stark anziehen.
- Knoten verwenden, die sich wieder öffnen lassen.
- Zwischen PE-Schaumstoff & Knochen Tyvek® platzieren, um Abrasion zu verhindern.
- Baumwollbänder nur an Dicken, stabilen Knochen ohne Risse oder Brüche platzieren.
- Der PUR-Schaumstoff darf nicht komplett komprimiert werden, weil er sonst nicht mehr dämpft.

### FIXIEREN: Verhindern von Brüchen, Rissen & Fehlstellen



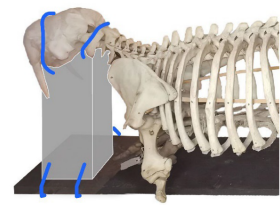
1. Fussstützen neu anschrauben oder mit Spanngurten am Sockel fixieren. Füsse an Stützen mit PE-Platten fixieren.



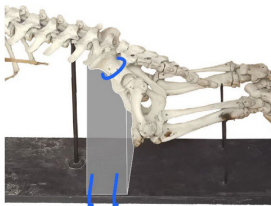
2. Zwischen Skelett & Stützen dünnen PE-Schaumstoff platzieren. Skelett auf den Stützen fixieren.



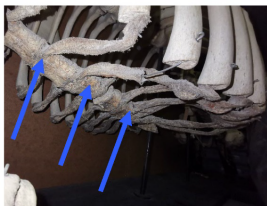
3. Arme so auf dem Sockel platzieren, dass sie nicht darüber hinausragen. Mit PE-Platten auf dem Sockel fixieren.



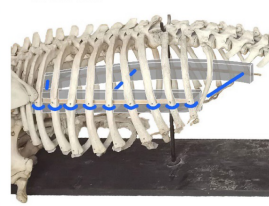
4. Schädel stützen: Zwischen Schädel & Sockel eine PE-Stütze klemmen. PE-Stütze am Sockel fixieren. Schädel an PE-Stütze fixieren.



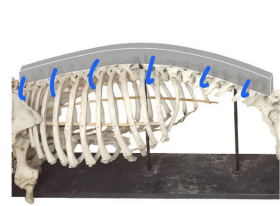
5. Hüfte stützen: Zwischen Hüfte & Sockel eine PE-Stütze klemmen. PE-Stütze am Sockel fixieren. Hüfte an PE-Stütze fixieren.



6. Brustbein stützen: Eine PE-Stütze zwischen Brustbein & Sockel klemmen. Stütze darf nur Brustbein berühren, nicht Rippen!



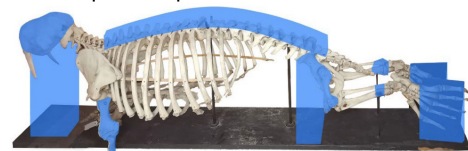
7. Rippen beider Körperseiten an je einer PE-Platte fixieren, die im Brustkorb platziert ist. Die beiden PE-Platten durch den Brustkorb hindurch aneinander fixieren.



8. Auf der Wirbelsäule eine PE-Platte fixieren. An der Wirbelsäule fixieren, nicht an den Rippen.

### EINRAHMEN & POLSTERN: Schutz vor Stössen & Vibrationen

- PE-Schutzhülle von oben über das Skelett stülpen.
- Zwei PUR-Schaumstoffplatten übereinander (Dicke: 5 cm, Fläche: wie Sockelfläche = 255 x 35 cm) auf dem Boden des Holzrahmens platzieren.
- Skelett im Holzrahmen platzieren auf den PUR-Schaumstoffplatten.
- Sockelbasis mit zwei Spanngurten im Holzrahmen fixieren. Nur so weit anziehen, dass das Polstermaterial nicht komplett komprimiert wird.



13. Skelett an stabilen Stellen mithilfe von in den Holzrahmen geschraubten Holzelementen fixieren. Kontaktzonen zwischen Skelett (PE-Schutzhülle) & Holzelementen mit PUR-Schaumstoff (Dicke: 5 cm) polstern.

13. Skelett an stabilen Stellen mithilfe von in den Holzrahmen geschraubten Holzelementen fixieren. Kontaktzonen zwischen Skelett (PE-Schutzhülle) & Holzelementen mit PUR-Schaumstoff (Dicke: 5 cm) polstern.

14. Türelement des Holzrahmens an den vorhandenen Bohrlöchern anschrauben.

### MARKIEREN: Verhindern von Objektverlust

- QR-Code mit Bostitch auf den Holzrahmen befestigen.

### KONTROLLIEREN & KORRIGIEREN: Sichergehen

- Ist das Skelett fest im Rahmen fixiert? → Spanngurte anziehen & weitere Holzelemente an stabilen Zonen platzieren.
- Bewegen sich einzelne Knochen? → Vorhandene Bänder anziehen oder zusätzliche Bänder an stabilen Zonen platzieren.

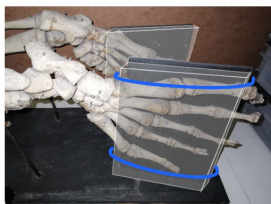


## Instructions d'emballage : Morse n° inv. 94.2845

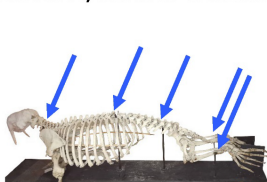
### REMARQUES PRÉALABLES

- Idéalement, travailler à deux.
- Porter des gants parfaitement ajustés et propres.
- Serrer fortement les rubans.
- Faire des nœuds faciles à défaire.
- Placer du Tyvek® entre la mousse PE & les os pour éviter l'abrasion.
- Placer des rubans supplémentaires uniquement sur des os épais et stables, sans fissures ni cassures.
- Ne pas comprimer la mousse polyuréthane (PUR) pour conserver sa capacité d'amortissement.

### FIXATION : attention aux cassures, fissures & lacunes



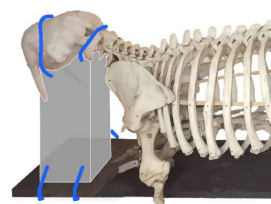
1. Revisser les supports de pieds ou les attacher au socle avec des sangles. Attacher les pieds aux supports avec des plaques en mousse PE et des rubans.



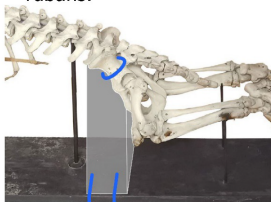
2. Placer de la mousse PE fine entre les os et les tiges en métal. Attacher le squelette sur les supports en métal avec des rubans.



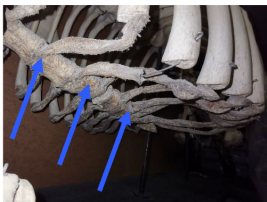
3. Attacher les bras sur le plateau à l'aide de plaques en PE et des rubans.



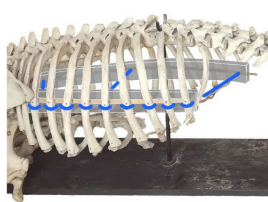
4. Soutenir le crâne : Placer une pièce en PE entre le crâne et le plateau. Attacher la pièce au plateau. Attacher le crâne à la pièce en PE.



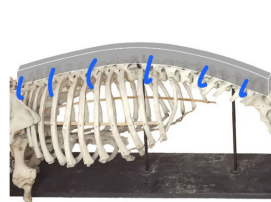
5. Soutenir la hanche : Placer des pièces en PE entre la hanche et le plateau. Attacher les pièces en PE au plateau. Attacher la hanche aux pièces en PE.



6. Soutenir le sternum : Placer des pièces en PE entre le sternum et le plateau. La pièce en PE ne doit toucher que le sternum, pas les côtes !



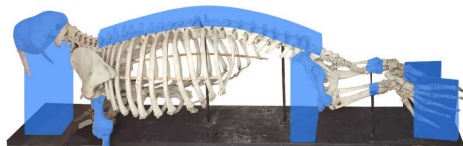
7. Attacher les côtes à une plaque en PE placée à l'intérieur du thorax. Attacher les deux plaques de PE l'une à l'autre à travers du thorax.



8. Attacher une pièce de PE sur la colonne vertébrale à l'aide des rubans. Attacher les rubans à la colonne vertébrale, pas aux côtes.

### ENCADREMENT & REMBOURRAGE : protection contre les chocs & les vibrations

1. Enfiler la housse en PE sur le squelette depuis le haut.
2. Placer une plaque de mousse PUR (dimensions : identiques à la surface du socle = 5 x 255 x 35 cm) sur le fond du châssis.
3. Placer le squelette au châssis sur la plaque de mousse PUR.



■ Zones stables pouvant être soutenues par des éléments en bois.

4. Attacher la base du socle dans le châssis à l'aide de deux sangles. Serrer suffisamment pour solidariser les deux éléments, sans comprimer les plaques de mousse PUR.
5. Stabiliser le squelette à l'aide de pièces de bois vissées dans le châssis en bois. Rembourrer les zones de contact entre le squelette (housse en PE) et les éléments en bois avec de la mousse PUR (épaisseur : 5 cm).

6. Visser la porte du châssis grâce aux trous de perçage existants.

### MARQUER : éviter la perte

9. Attacher le code QR au châssis.

### CONTRÔLER & CORRIGER : être sûr

- Du jeu entre le squelette et le châssis ? → Serrer les sangles et placer des éléments en bois supplémentaires.
- Certains os bougent ? → Resserrer les bandes existantes ou ajouter des rubans supplémentaires.

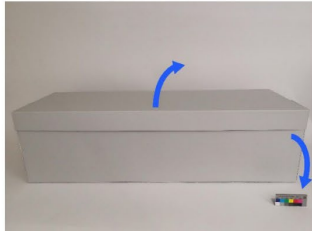
## Verpackungsanleitung: Welsskelett Inv. Nr. 89.2206

### VORAB ZU BEACHTEN

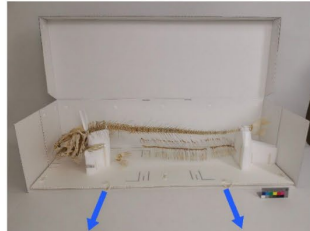


- Skelett nicht berühren! Wenn notwendig: Skelett an den Tyvek®-Bändern bei Schädel & Schwanzflosse hochheben.
- Idealerweise zu zweit Arbeiten.
- Saubere Handschuhe passender Grösse tragen.
- Der PUR-Schaumstoff darf nicht komplett komprimiert werden, weil er sonst nicht mehr dämpft.

### FIXIEREN: Verhindern von Brüchen, Rissen & Fehlstellen



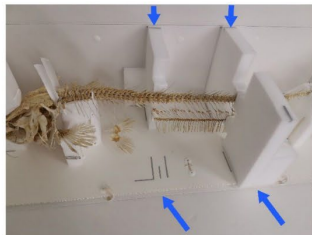
1. Deckel der Kartonschachtel nach oben hin öffnen. Er ist mit der Schachtel verbunden. Vorderseite der Schachtel herunterklappen.



2. Sockel an den zwei Fingerschlaufen aus der Schachtel ziehen.



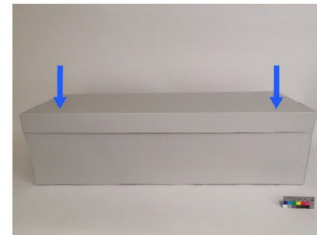
3. Kopfstütze unter den Schädel schieben.



4. Vier Stützen auf den Markierungen auf dem Sockel platzieren. Die Stützen mit den horizontalen Markierungen befinden sich auf der Rückseite, jene mit den vertikalen Markierungen an der Vorderseite.

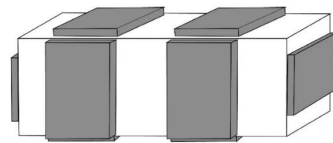


5. Sockel zurück in die Schachtel schieben. Vorderseite der Schachtel hockklappen.



6. Deckel der Kartonschachtel herunterklappen. Sicherstellen, dass er komplett geschlossen ist (leichter Druck notwendig).

### EINRAHMEN & POLSTERN: Schutz vor Stößen & Vibrationen



7. 10 PUR-Schaumstoffplatten bereitlegen (Grösse: 5 x 20 x 40 cm).
8. Schachtel im Holzrahmen platzieren.
9. PUR-Schaumstoffplatten entsprechend der Illustration in regelmässigen Abständen um die Schachtel anordnen.
10. Türelement des Holzrahmens an den vorhandenen Bohrlöchern anschrauben.

 PUR-Schaumstoffplatten (5 x 20 x 40 cm).

### MARKIEREN: Verhindern von Objektverlust

11. QR-Code mit Bostitch auf den Holzrahmen befestigen.

### KONTROLLIEREN & KORRIGIEREN: Sichergehen

- Ist die Schachtel fest im Rahmen fixiert? → Bei sichtbaren Hohlräumen & starkem Rutschen PE-Schaumstoff zwischen Holzrahmen & PUR-Schaumstoff platzieren.

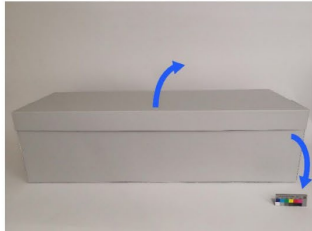
## Instructions d'emballage : Silure n° inv. 89.2206

### REMARQUES PRÉALABLES



- Ne pas toucher le squelette ! Si nécessaire : Soulever le squelette par les bandes Tyvek® au niveau du crâne & de la nageoire caudale.
- Idéalement, travailler à deux.
- Porter des gants parfaitement ajustés et propres.
- Ne pas comprimer la mousse polyuréthane (PUR) pour conserver sa capacité d'amortissement.

### FIXATION : attention aux cassures, fissures & lacunes



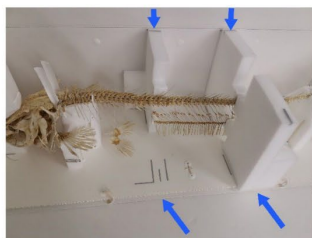
1. Soulever le couvercle de la boîte en carton vers le haut. Il est relié à la boîte. Ouvrir la partie avant de la boîte.



2. Tirer le plateau de la boîte en le tenant par les deux rubans.



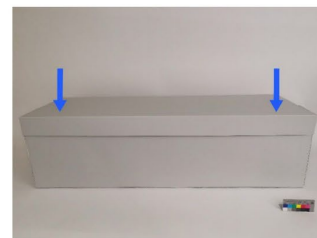
3. Insérer le support pour la tête sous le crâne.



4. Placer les quatre pièces sur les marquages du plateau. Les pièces avec les marquages horizontaux se trouvent à l'arrière, ceux avec les marquages verticaux à l'avant.

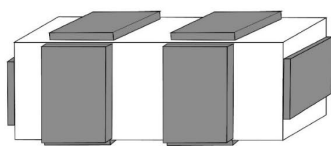


5. Pousser le plateau dans la boîte. Relever la partie avant de la boîte.



6. Rabattre le couvercle de la boîte. S'assurer qu'il est complètement fermé (une légère pression est nécessaire).

### ENCADREMENT & REMBOURRAGE : protection contre les chocs & les vibrations



■ Mousse PUR (dimensions : 5 x 20 x 40 cm)

7. Préparer 10 plaques de mousse PUR (dimensions : 5 x 20 x 40 cm).
8. Placer la boîte dans le châssis.
9. Placer les plaques de mousse PUR autour de la boîte à espaces réguliers, comme indiqué sur l'illustration.
10. Visser la porte du châssis aux trous de perçage existants.

### MARQUER : éviter la perte

11. Attacher le code QR au châssis.

### CONTRÔLER & CORRIGER : être sûr

- Du jeu entre le squelette et le châssis ? → En cas de vides visibles et de glissement important, placez de la mousse PE entre le cadre en bois & la mousse PUR.

## Anhang 20: Verwendetes Verpackungsmaterial

Produktname	Spezifikationen	Verwendung	Lieferant
Archivpapier 047 graublau	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gebleichte Cellulose</li> <li>• Ligninfrei</li> <li>• Säurefrei* (pH 7.5-10)</li> <li>• Lösemittel- &amp; weichmacherfreier Dispersionsklebstoff</li> </ul>	Lagerverpackung Wels (Markierung der Wabenplatte und Schachtel)	Klug Conservation Walter Klug GmbH & Co. KG
Baumwollband naturweiss	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Säurefrei*</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lagerverpackung (Fixierung, Fingerschlaufen an Sockelbasis)</li> <li>• Transportverpackung (Fixierung)</li> </ul>	C.T.S. Srl
Einrastniete weiss	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LDPE-Scheibe</li> <li>• PP-Kopf</li> <li>• Ø Kopf: 1.2 cm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbindungen bei Kartonschachtel</li> <li>• Lagerverpackung (Abschluss von Löchern in Wabenplatte und Ethafoam®)</li> </ul>	Essentra Components GmbH
Ethafoam® 220 weiss	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PE-Schaumstoff</li> <li>• Geschlossenzellig</li> <li>• Dichte: 35 kg/m³</li> <li>• Dicke: 2 cm, 5 cm, 10 cm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lagerverpackung (Stützen, Keile)</li> <li>• Transportverpackung (Stützen, Keile)</li> </ul>	Vibraplast AG
LDPE- Schlauchfolie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LDPE-Folie, transparent</li> <li>• Silikon- &amp; weichmacherfrei</li> <li>• Folienstärke: 100 µm</li> </ul>	Lagerverpackung (Staubschutzhülle)	Medewo AG
Plastazote® LD 29 weiss	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PE-Schaumstoff</li> <li>• Vernetzt, geschlossenzellig</li> <li>• Dichte: ca. 29 kg/m³</li> <li>• Dicke: 0.5 cm</li> </ul>	Lagerverpackung (Zwischenlage)	Vibraplast AG
PUR Polyether Flachschaumstoff weiss	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PUR-Ether-Schaumstoff</li> <li>• Offenzellig</li> <li>• Dichte: 29-35 kg/m³</li> <li>• Dicke: 5 cm</li> </ul>	Transportverpackung (Polsterung)	Vibraplast AG
Transotype®	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Doppelseitiges Montageklebeband</li> <li>• Säure- &amp; lösungsmittelfrei</li> </ul>	Klebung des Archivpapiers für die Markierung in der Lagerverpackung des Wels	Gerstaecker Schweiz AG
Tyvek® 1622 E	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spinnvlies aus HDPE-Fasern</li> <li>• Flächengewicht: 41 g/m²</li> <li>• Säurefrei*</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lagerverpackung (Lage zwischen Ethafoam® und Knochen)</li> <li>• Transportverpackung Lage zwischen Ethafoam® und Knochen)</li> </ul>	C.T.S. Srl
Wellpappe FW 3.0 mm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einwelliger Wellkarton aus naturweissem Karton mit Oberseite aus hellgrauem Archivkarton</li> <li>• Dicke: 0.3 cm</li> <li>• Flächengewicht: 570g/m²</li> <li>• Gebleichte Cellulose</li> <li>• Ligninfrei</li> <li>• Säurefrei* (pH 7.5-10)</li> <li>• Stärkeklebstoff (pH 7-8)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verpackung (Schachtel) Wels</li> <li>• Verpackung (Brustbeinstütze) Strauss</li> </ul>	Klug Conservation Walter Klug GmbH & Co. KG
Wabe 071 naturweiss	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wabenplatte</li> <li>• Gebleichte Cellulose</li> <li>• Ligninfrei</li> <li>• Säurefrei* (pH 7.5-10)</li> <li>• Lösemittel- &amp; weichmacherfreier Dispersionsklebstoff</li> </ul>	Lagerverpackung (Basis der Stützstruktur für Wels und Känguru)	Klug Conservation Walter Klug GmbH & Co. KG



## Anhang 21: Produktdatenblätter



### Technisches Datenblatt

Archivpapier 047 – graublau



**Beschreibung:**

Alterungsbeständige, farbige, durchgefärbte Papierqualitäten für Zwischenlagen und Mappen. Veredelte Oberfläche, schmutzabweisend, trocken wischfest, radierfähig und mit vorzüglicher Lichtechtheit.

**Lagerformate:**

101 x 173 cm

**Materialeigenschaften:**

- 100 % gebleichte Cellulose
- ohne Verwendung von Recyclingfasern
- frei von verholzten Fasern
- Kappa-Zahl 1 – 2 = ligninfrei
- pH 7,5 – 10,0 = säurefrei (nach ISO 6588-1:2020)
- Alkalipuffer > 3 % natürliches Calciumcarbonat (GCC)
- Leimung: neutral/synthetisch (ohne Zusatz von Alaun)
- Leimung nach Cobb60 < 25
- ohne optische Aufheller
- Lichtechtheit ca. 7 – 8 (= vorzüglich) nach Wollskala (DIN EN ISO 105-B02)
- kein Ausbluten nach DIN ISO 16245:2012
- Oberfläche verfestigt (verschmutzungsarm, radierfähig)
- Photographic Activity Test (PAT) nach ISO 18916:2007 bestanden

Weitere Informationen wie rechtsverbindliche Qualitätsgarantie, Zertifikate unabhängiger Prüfeinrichtungen und Hinweise zur Verarbeitung stehen im Internet unter [klug-conservation.de](http://klug-conservation.de) bereit.

© KLUG-CONSERVATION, 2022; Die Angaben in diesem technischen Datenblatt basieren auf unseren Kenntnissen und Erfahrungen in der Praxis. Wegen der Fülle möglicher Einflüsse bei der Verarbeitung und Anwendung sind eigene Tests unerlässlich. Eine rechtlich verbindliche Zusicherung bestimmter Verarbeitungseigenschaften kann aus unseren Angaben nicht abgeleitet werden. Irrtümer, Falschbezeichnungen, Schreib- oder Kopierfehler und Änderungen sind vorbehalten.

# KLUG CONSERVATION

---

## Technisches Datenblatt

Wabe 071 – naturweiß



### Beschreibung:

Wabenplatte aus garantiert alterungsbeständigem Karton, hergestellt auf der technologischen Grundlage der DIN EN ISO 9706. Insbesondere eignet sie sich als Rückwand für großformatige Kunstwerke wie z. B. Graphiken, Plakate, Tapeten, Textilien und Gemälde.

### Lagerformate:

140 x 200 cm, 125 x 140 cm, 140 x 250 cm

### Materialeigenschaften:

#### Rohpapier

- 100 % gebleichte Cellulose
- ohne Verwendung von Recyclingfasern
- frei von verholzten Fasern
- Kappa-Zahl 1 – 2 = ligninfrei
- pH 7,5 – 10,0 = säurefrei (nach ISO 6588-1:2020)
- Alkalipuffer > 2 % natürliches Calciumcarbonat (GCC)
- Leimung: neutral/synthetisch (ohne Zusatz von Alaun)
- ohne optische Aufheller
- Photographic Activity Test (PAT) nach ISO 18916:2007 bestanden

#### Kaschierleim

- Dispersionsklebstoff frei von Lösemitteln und Weichmachern
- pH ca. 7,0

Diese Qualität entspricht der technologischen Grundlage folgender Normen:

#### DIN EN ISO 9706

Information und Dokumentation – Papier für Schriftgut und Druckerzeugnisse – Voraussetzungen für die Alterungsbeständigkeit

#### ANSI/ NISO Z.39.48

American National Standard for Permanence of Paper for Publications and Documents in Libraries and Archives

#### DIN 6738:2007

höchste Lebensdauerklasse LDK 24-85

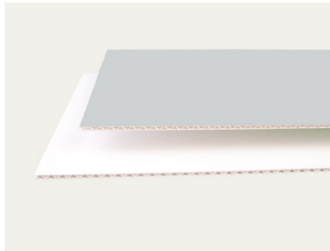
Weitere Informationen wie rechtsverbindliche Qualitätsgarantie, Zertifikate unabhängiger Prüfeinrichtungen und Hinweise zur Verarbeitung stehen im Internet unter [klug-conservation.de](http://klug-conservation.de) bereit.

© KLUG-CONSERVATION, 2022; Die Angaben in diesem technischen Datenblatt basieren auf unseren Kenntnissen und Erfahrungen in der Praxis. Wegen der Fülle möglicher Einflüsse bei der Verarbeitung und Anwendung sind eigene Tests unerlässlich. Eine rechtlich verbindliche Zusicherung bestimmter Verarbeitungseigenschaften kann aus unseren Angaben nicht abgeleitet werden. Irrtümer, Falschbezeichnungen, Schreib- oder Kopierfehler und Änderungen sind vorbehalten.

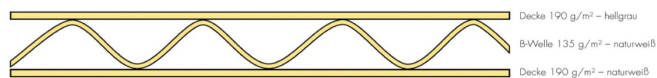
# KLUG CONSERVATION

## Technisches Datenblatt

Wellpappe – FW 3.0 mm - 570 g/m<sup>2</sup>



FW 3.0 mm



### Beschreibung:

Wellpappe aus alterungsbeständigem, naturweißem Karton. Dicke der Wellpappe 3,0 mm. Oberseite aus Archivkarton hellgrau.

### Lagerformate:

100 x 172 cm, 110 x 172 cm, 215 x 165 cm, 180 x 245 cm

### Materialeigenschaften:

#### Rohpapier

- 100 % gebleichte Cellulose
- ohne Verwendung von Recyclingfasern
- frei von verholzten Fasern
- Flächengewicht 570 g/m<sup>2</sup>
- Kappa-Zahl < 5 = ligninfrei
- pH 7,5 – 10,0 = säurefrei (nach ISO 6588-1:2020)
- Alkalipuffer > 2 % natürliches Calciumcarbonat (GCC)
- Leimung: neutral/synthetisch (ohne Zusatz von Alaun)
- Oberflächenleimung: Cobb60 nach ISO 535 < 25
- Lichtechtheit ca. 7 – 8 (= vorzüglich) nach Wollskala (DIN EN ISO 105-B02)
- ohne optische Aufheller
- kein Ausbluten nach DIN ISO 16245:2012
- sehr hohe Abriebfestigkeit nach DIN 53109:2008
- Oberfläche verfestigt (verschmutzungsarm, radierfähig)
- Photographic Activity Test (PAT) nach ISO 18916:2007 bestanden

#### Klebstoff Wellpappe

- Stärkeklebstoff
- pH 7,0 – 8,0
- nassfeste Verklebung

Diese Qualität entspricht der technologischen Grundlage folgender Normen:

#### DIN EN ISO 9706

Information und Dokumentation – Papier für Schriftgut und Druckerzeugnisse – Voraussetzungen für die Alterungsbeständigkeit

#### DIN ISO 16245 - Typ A

Information und Dokumentation Schachteln, Archivmappen und andere Umhüllungen aus zellulosehaltigem Material für die Lagerung von Schrift- und Druckgut aus Papier und Pergament.

#### NF Z 40-014

Anforderungen und Kriterien für die Auswahl von Papier und Pappe zur Erhaltung von Dokumenten auf Papier und Schriftrollen

© KLUG-CONSERVATION, 2022; Die Angaben in diesem technischen Datenblatt basieren auf unseren Kenntnissen und Erfahrungen in der Praxis. Wegen der Fülle möglicher Einflüsse bei der Verarbeitung und Anwendung sind eigene Tests unerlässlich. Eine rechtlich verbindliche Zusicherung bestimmter Verarbeitungseigenschaften kann aus unseren Angaben nicht abgeleitet werden. Irrtümer, Falschbezeichnungen, Schreib- oder Kopierfehler und Änderungen sind vorbehalten.

ANSI/ NISO Z.39.48

American National Standard for Permanence of Paper for Publications and Documents in Libraries and Archives

DIN 6738:2007

höchste Lebensdauerklasse LDK 24-85

Weitere Informationen wie rechtsverbindliche Qualitätsgarantie, Zertifikate unabhängiger Prüfeinrichtungen und Hinweise zur Verarbeitung stehen im Internet unter [klug-conservation.de](http://klug-conservation.de) bereit.

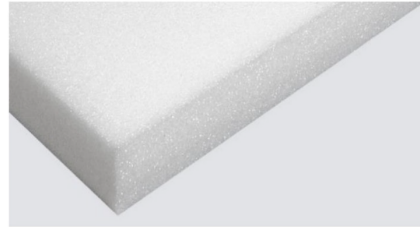
© KLUG-CONSERVATION, 2022; Die Angaben in diesem technischen Datenblatt basieren auf unseren Kenntnissen und Erfahrungen in der Praxis. Wegen der Fülle möglicher Einflüsse bei der Verarbeitung und Anwendung sind eigene Tests unerlässlich. Eine rechtlich verbindliche Zusicherung bestimmter Verarbeitungseigenschaften kann aus unseren Angaben nicht abgeleitet werden. Irrtümer, Falschbezeichnungen, Schreib- oder Kopierfehler und Änderungen sind vorbehalten.



## TECHNISCHE DATEN



### PE Ethafoam® 220 Verpackungsschaumstoffe schwarz/weiss



#### PRODUKTBESCHREIBUNG

Ethafoam Verpackungsprodukte bieten wirkungsvolle Lösungen für selbst die schwierigsten Anwendungen. Ethafoam zeichnet sich durch eine gute Haltbarkeit aus, zeigen kaum Abnutzung und überbieten mit diesen Eigenschaften andere Verpackungsschäume.

Kurz gesagt bildet Ethafoam mit diesen Eigenschaften und der Beweglichkeit der Produkte die beste Lösung für Langzeitanwendungen.

Ethafoam sind der Industriestandard für Schutzverpackungen für eine breite Produktpalette, die von empfindlichen medizinischen Instrumenten bis zu schweren Geräten und militärischen Bewaffnungen reicht. Ethafoam sind in einer Vielzahl von Dichten und von Größen, sowie auch in antistatischen und flammhemmenden Zusammensetzungen erhältlich.

Alle Ethafoam Produkte bieten eine langlebige, kompakte und zuverlässige Lösung mit ausgezeichnetem Feuchtigkeits- und Chemikalienwiderstand. Zudem sind Ethafoam einfach in der Bearbeitung und können in einem grossen Temperaturspektrum eingesetzt werden.

Lassen Sie sich von uns beim Entwurf Ihrer Verpackung helfen, welche folgende Herausforderungen bewältigen muss:

- Schutz vor Beschädigung
- Erschütterung
- Verkratzen
- Materialtransport
- Lagerung
- Feuchtigkeit

#### PRODUKTE

Ethafoam Verpackungsprodukte sind führend im Bereich der unvernetzten Schaumgummiverpackungen. Ethafoam bestehen aus extrudiertem Polyäthylen, sind kompakt, elastisch, energieabsorbierend und können in einem grossen Temperaturbereich eingesetzt werden. Die langlebigen, geschlossenzelligen Schäume sind in diversen Dichten, Farben und Größen erhältlich.

Sie erfüllen somit die Bedürfnisse für hochwertige Polsterverpackungen, militärische Verpackungen, Elektronikschutz-Verpackungen (antistatisch), Anwendungen der Automobilindustrie, Materialtransporte, Sport u. Freizeit-ausrüstung sowie Flugzeugsitzen. Ethafoam Produkte sind wieder verwertbar und haben einen ausgezeichneten Feuchtigkeits- und Chemikalienwiderstand. Ethafoam sind auch mit anti-statischen und flammhemmenden Eigenschaften lieferbar.

Die leichte Bearbeitbarkeit (stanzen, zuschneiden, spalten, schweissen...) erlaubt es Ihnen, leistungsfähige Verpackungen zu äusserst wettbewerbsfähigen Kosten zu verwirklichen.

Die Angaben erfolgen nach bestem Wissen und technischen Kenntnissen. Vorbehalten bleiben Änderungen.

**Vibraplast AG**  
Wittenwilerstrasse 25  
8355 Aadorf

T +41 (0)52 368 00 50

info@vibraplast.ch  
www.vibraplast.ch

## TECHNISCHE DATEN



### TECHNISCHE DATEN / TECHNICAL DATA

Spezifikation <i>specifications</i>	Methode <i>method</i>	Masseinheit <i>unit</i>	Wert <i>value</i>
Ethafoam			220-E
Dichte / <i>density (skin to skin)</i>	DIN 53420	Kg/m <sup>3</sup>	35
Eigenschaften (Durchschnittswerte) / <i>properties (average values)</i>			
Bruchdehnung / <i>elongation at break</i>	DIN 53571	%	60
Zugfestigkeit / <i>tensile strength</i>	DIN 53571	kPa	300
Stauchhärte / <i>compression hardness</i> (Druckspannung / <i>pressure relaxation</i> ) bei 10 % Verformung / <i>with deformation</i> bei 25 % Verformung / <i>with deformation</i> bei 50 % Verformung / <i>with deformation</i>	ASTM D 3575	kPa	40 55 110
Druckverformungsrest / <i>compression set</i> 22 h/23° C / 50 % nach / <i>after 24 h</i>	DIN 53572	%	5
Wasseraufnahme / <i>absorption</i> 24 h Unterwasserlagerung / <i>underwater storage</i>	DIN 53428	Vol. %	2
Wärmeleitfähigkeit / <i>heat conductivity</i> (bei / <i>with 20 ° C</i> )	DIN 52612	W/(K·m)	0,062
Reissfestigkeit / <i>tensile strength</i>	DIN 53575	N/mm	1,2

Farben / colors: weiss / white, schwarz / black

Die Angaben erfolgen nach bestem Wissen und technischen Kenntnissen. Vorbehalten bleiben Änderungen.

**Vibraplast AG**  
Wittenwilerstrasse 25  
8355 Aadorf

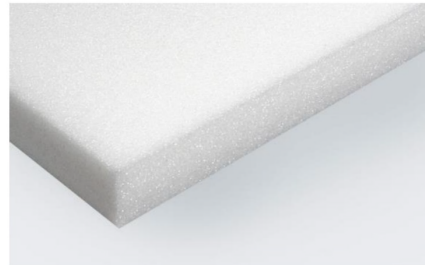
T +41 (0)52 368 00 50

info@vibraplast.ch  
www.vibraplast.ch

## TECHNISCHE DATEN



### Plastazote® LD29 PE Verpackungsschaumstoffe schwarz/weiss



#### PRODUKTBESCHREIBUNG

Der vernetzte PE-Schaumstoff eignet sich für hochwertige Schutz- und Präsentationsverpackungen aller Art. Die feine Zellstruktur verleiht dem Produkt ein seidenähnliches Aussehen. Dieses tolle Material wird in einer Vielzahl von Branchen eingesetzt. Die PE Schaumstoffe bieten wir im Standard-Plattenformat oder auf Kundenwunsch individuell zugeschnitten und konfektioniert an. Bestellen Sie in wenigen Klicks dieses qualitativ hochstehende Produkt.

<b>Materialbasis</b>	LDPE, vernetzt	DIN ISO 1629
Basis		
<b>Rohdichte</b>	Ca. 29 kg/m³	DIN 53 420
Density		
<b>Allg. Beschreibung</b>	Geschlossenzelliger, weichelastischer PE-Schaumstoff, Zellengrösse: ca. 0.2 mm	DIN 7726
General Indications		
<b>Gebrauchstemperatur</b>	-70°C bis +105°C	Ohne Norm
Temperatur range		
<b>Brandverhalten</b>	Bestanden ab 8 mm Dicke und mehr	FMVSS 302
Flammability		
<b>Freibewitterung</b>	Leichte Versprödung der Oberfläche	DIN 53386
Outdoor exposure		
<b>Ozonbeständigkeit</b>	Rissbildstufe 0	DIN 53509
Ozone test		
<b>Korrosionsverhalten</b>	Auf blankem Cu: keine Korrosion	DIN 53 428
Corrosion	Auf blankem Ag: keine Korrosion	
<b>Schwund linear</b>	2% max. (24h bei 70°C und 10mm Dicke)	Ohne Norm
Linear shrinkage		
<b>Wasseraufnahme</b>	1% max.	DIN 53 428
Water absorption		
<b>Druckverformungsrest</b>	50 – 60% bei 23°C bzw. 100% bei 70°C	DIN 53517
Compression set		
<b>Stauchhärte</b>	ca. 38 kPa	ASTM-D 1056.
Copression-Deflection		

Die Angaben erfolgen nach bestem Wissen und technischen Kenntnissen. Vorbehalten bleiben Änderungen.

**Vibraplast AG**  
Wittenwilerstrasse 25  
8355 Aadorf

T +41 (0)52 368 00 50

info@vibraplast.ch  
www.vibraplast.ch

## TECHNISCHE DATEN



<b>Zugfestigkeit</b> Tensile strength	> 400 kPa	DIN 53571
<b>Bruchdehnung</b> Elongation at break	> 125 %	DIN 53571
<b>Rückprallelastizität</b> Rebound resilience	35 – 45 %	DIN 53512
<b>Lieferform</b> Sheet sizes	Blöcke m. Fabrikationshaut ca. 1.850 x 1.000 x 35mm bzw. 2000 x 1000 x 42 oder 52 mm gross je nach Lagerbestand und daraus gespaltene, dünnere Platten. Das Material kann weiterverarbeitet werden durch Schneiden, Sägen, Stanzen, Kleben, Fräsen, Schleifen und Beschichten mit Haftkleber. <b>Allg. Masstoleranzen nach DIN 7715 P3</b>	

### Beispiele für die Chemikalienbeständigkeit:

#### einsetzbar (+):

Wasser, Meerwasser, Kochsalzlösung, Waschmittel, Alkohol, Glycerin, Glykol, Säuren und Laugen in handelsüblicher Konzentration, Kohlensäure, Silikonöl, Fotochemikalien, Aceton, Alaun wässrig, Öle und Fette, Schwefelsäure 50 % Flusssäure 30 % u.a.

#### bedingt einsetzbar (0):

Kraftstoffe, Nitroverdünnung, aromatische und chlorierte Kohlenwasserstoffe, Fettsäuren, Dichlorbenzol, Heizöl, Paraffin, Terpentin, u.a.

#### Nicht zu empfehlen (-):

Acetylaceton, Ether, Benzol, Toluol, Xylol, Butan-Gas, Butanol, Chlor feucht und trocken, Dampf, Isooctan, Kerosin, Dichlormethan, Phenol, Schwefelkohlenstoff, Vinylchlorid u.a.

#### **Bemerkung:**

Die vorstehenden Hinweise entbinden den Anwender nicht von eigenen Versuchen.

Zellpolyethylen LD 29 schwarz/weiss enthält keine besondere überwachungsbedürftigen Abfälle (Stoffe) nach der TA-Abfall vom 01.04.1991 wie z.B. Cadmium, Blei, FCKW, Formaldehyd usw.

Es kann deshalb unter Beachtung der örtlichen Abfallentsorgungsbestimmungen auf Hausmülldeponien oder in Hausmüllverbrennungsanlagen entsorgt werden.

Die Angaben wurden sorgfältig ermittelt, eine Haftung ist jedoch ausgeschlossen. Im Übrigen verweisen wir auf die Prüfvorschriften zu den technischen Datenblättern für Schaumstoffe. Sollten die nicht vorliegen, bitte wir Sie diese anzufordern.

Die Angaben erfolgen nach bestem Wissen und technischen Kenntnissen. Vorbehalten bleiben Änderungen.

**Vibraplast AG**  
 Wittenwilerstrasse 25  
 8355 Aadorf

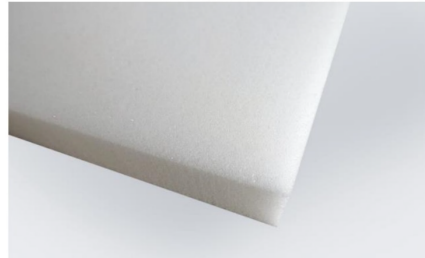
T +41 (0)52 368 00 50

info@vibraplast.ch  
 www.vibraplast.ch

## TECHNISCHE DATEN



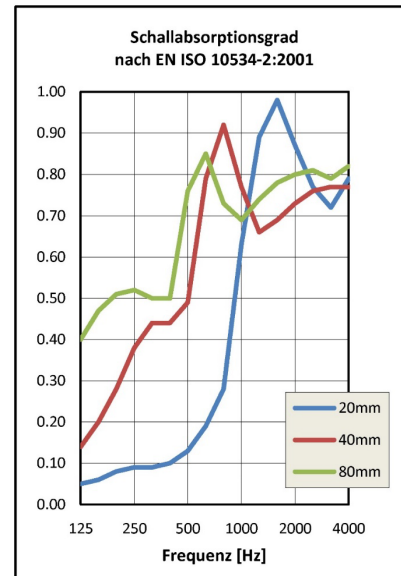
### PUR-Polyether Flachschaumstoffe 30 kg/m<sup>3</sup> weiss



#### PRODUKTBESCHREIBUNG

Hochflexibler PU Ether Weichschaumstoff mit einem Raumgewicht von 30 kg/m<sup>3</sup> und einer offenzelligen Struktur. Das Material mit der Farbe Weiss eignet sich gut als Matratzenschaumstoff, Polsterschaumstoff oder als Verpackungsmaterial. Dieser PU-Ether Schaumstoffe bieten wir im Standard-Plattenformat in verschiedenen Dicken oder auf Kundenwunsch individuell zugeschnitten und konfektioniert an.

DATEN	Norm	Wert	Einheit
Farbe		weiss	
Zellenstruktur		gemischt	
Rohdichte / Raumgewicht (Min./Max.)	ISO 845	29	kg/m <sup>3</sup>
		35	
Druckspannung / Stauchhärte (Min./Max.)	ISO 3386-1	3.40	kPa
		4.60	
Druckverformungsrest	ISO 1856	5	%
Zugfestigkeit	ISO 1798	80	kPa
Bruchdehnung	ISO 1798	100	%
Temperaturbeständigkeit (Min./Max.)		-40	°C
		120	
Brandverhalten			



#### LIEFERFORMEN

Als Plattenware im Standardformat 2030x1000mm in den Dicken bis 1000mm (Rollenware auf Anfrage).

Fertigteile, gestanzt oder zugeschnitten mit Form und Abmessungen gemäss Vorgabe bzw. Zeichnung können auf Kundenwunsch hergestellt werden.

Optionale Ausrüstung mit Selbstklebeschicht oder kaschierten Oberflächen

Die Angaben erfolgen nach bestem Wissen und technischen Kenntnissen. Vorbehalten bleiben Änderungen.

**Vibraplast AG**  
Wittenwilerstrasse 25  
8355 Aadorf

T +41 (0)52 368 00 50

info@vibraplast.ch  
www.vibraplast.ch