Der Einbaum von Moosseedorf : konservatorische Massnahmen zum Erhalt eines neolithischen Bootes aus Lindenholz

Autor(en): **Klügl, Johanna / Moll-Dau, Friederike**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Archäologie Bern : Jahrbuch des Archäologischen Dienstes des Kantons Bern = Archéologie bernoise : annuaire du Service archéologique du canton de Berne**

Band (Jahr): **- (2013)**

PDF erstellt am: **25.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-726702

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Der Einbaum von Moosseedorf

Konservatorische Massnahmen zum Erhalt eines neolithischen Bootes aus Lindenholz

JOHANNA KLÜGL UND FRIEDERIKE MOLL-DAU

1.

Einleitung

Im Juli 2011 wurde bei einer Notgrabung im Strandbad von Moosseedorf ein Einbaum aus Lindenholz entdeckt (Abb. 1). Eine Radiokarbonuntersuchung[1] datiert das Boot in die Mitte des 5. Jahrtausends v. Chr. Der Einbaum ist damit das derzeit älteste bekannte Wasserfahrzeug der Schweiz. Solch grosse Nassholzartefakte aus dem Neolithikum sind für die Archäologie einmalige Funde, allerdings stellen sie Restauratoren aufgrund des hohen Alters und Abbaugrades schon bei der Bergung und Vorbereitung für die Konservierung vor besondere Aufgaben.

Archäologische Fundobjekte aus Holz gehören wie Leder oder Textilien tierischer und pflanzlicher Herkunft zu den organischen Artefakten. Diese Materialien vergehen im Boden viel schneller als Metall oder Keramik. Holz baut sich während der jahrtausendelangen Lagerung im Boden meist vollständig ab. Dass sich der Einbaum von Moosseedorf erhalten hat, ist dem Umstand zu verdanken, dass er in Sedimentschichten unter dem Grundwasserspiegel lag. So blieb ein Gerüst aus zersetzten Holzzellen erhalten. Die abgebauten Holzbestandteile werden durch Wasser ersetzt; dadurch bewahrte das Boot seine ursprüngliche Dimension und den holzartigen Charakter. In diesem Zustand ist das Holz allerdings sehr weich und fragil. Trocknet es unkontrolliert aus, kollabiert es und kann seine Form verlieren. Erst geeignete Konservierungsmassnahmen überführen den Einbaum in einen trockenen und dimensionsstabilen Zustand. Dieser ist Voraussetzung für eine wissenschaftliche Auswertung und eine museale Präsentation.

Um den Abbaugrad des Holzes bereits auf der Grabung zu prüfen, wird der sogenannte Nadeltest angewendet: Lässt sich eine Nadel ohne Widerstand in das Holz einführen, ist das Holz stark abgebaut. Beim Einbaum von Moosseedorf wäre dieser Test sogar mit dem Finger möglich gewesen, so zersetzt erwies sich das Lindenholz. Es mussten deshalb bereits auf der Grabung Massnahmen für eine sichere Bergung und Lagerung ergriffen werden.

2.

Bergung

Die prähistorischen Pfahlbauten am Moossee wurden schon im Jahre 1856 entdeckt. Nicht zuletzt wegen des SJW-Heftes «Die Pfahlbauer am Moossee»[2] ist die Fundstelle sehr bekannt. Es kam daher nicht unerwartet, dass der Neubau des Strandbadgebäudes eine archäologische Rettungsgrabung nötig machte. Diese war für den Zeitraum von April bis August 2011 geplant.

Etwa zwei Wochen vor Abschluss der Grabung kam am nordwestlichen Ende der Grabungsfläche ein längliches, bearbeitetes Holzobjekt zum Vorschein. Nach ersten Freilegungsarbeiten wurde deutlich, dass es sich hierbei um einen sehr grossen Fund handeln musste. Sichtbar wurde ein Stück von 4,7 m Länge und mehr als 50 cm Breite, seine gesamten Ausmasse konnten jedoch nicht bestimmt werden, da sich sein Ende ausserhalb der Grabungsfläche befand. Es lag zudem nicht horizontal im Sediment, sondern führte immer tiefer in die Seekreideschicht hinab (Abb. 2). Die leicht gewölbte Form (Abb. 4, I) und die Bearbeitungsspuren (Abb. 1) deuteten auf die Unterseite eines Wasserfahrzeugs hin. Mit einem Einbaum rechnete man zuerst nicht, da deren Bordwände gewöhnlich mindestens 30 cm hoch sind und das vorliegende Holzobjekt nur eine geringe Höhe aufwies. (Abb. 3).

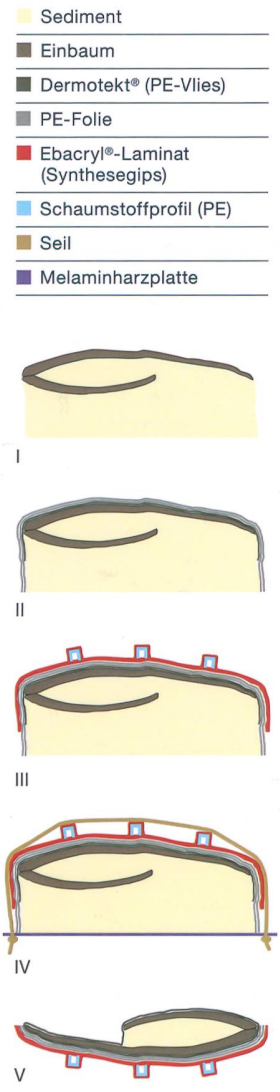
1 Hafner et al. 2012, 75–76.
2 Hans Zulliger, Die Pfahlbauer am Moossee. Schweizerisches Jugendschriftenwerk 18. Zürich 1933.

Abb. 1: Der Einbaum vom Moossee, Unter- (a) und Oberseite (b). Länge: 5,75 m, Breite: 0,68 m.

Abb. 2: Unterseite des Bootes in Fundlage. Der Einbaum liegt bis zu 3 m tief unter den schwarzen Kulturschichten der Siedlung in einem Bett aus Seekreide.

Abb. 3: Der Schiffsbug auf einem Sockel aus Seekreide.

Abb. 4: Schematische Darstellung der Arbeitsschritte I–V:



Fehlstellen im Bootsrumpf zeigten, dass die Holzwand nur wenige Zentimeter dick war (Abb. 1). Das Holz war zudem so weich, dass es sein Eigengewicht nicht mehr tragen konnte. Die Bergung en bloc, das heisst mit dem umgebenden Erdreich, gewährleistet eine sichere und schnelle Bergung. Dazu sollte eine passgenaue torsionsstabile Kapsel und eine feste Unterlage hergestellt und diese mit Seilen zusammengebunden werden, um das so stabilisierte Holzobjekt schliesslich mit einem Lastenkran aus der Grabungsfläche zu heben.

Für die Herstellung der Kapseln wurde ein Laminatsystem gewählt. Dieses bestand aus einem Glasfaservlies, das mit einer Acrylemulsion[3] und Gips[4] versteift wurde. Mit dem Ebacryl®[5]-System war es möglich, sehr schnell dimensionsstabile und leichte Formen zu erzeugen. Das Holzobjekt zeigte bereits in Fundlage (Abb. 2) zwei durch die gesamte Breite gehende Bruchstellen (Abb. 1). Die Bergung sollte daher in mindestens drei Teilen erfolgen, wobei das erste zu bergende Fragment mit 2,7 m Länge das grösste war. Um eine unkontrollierte Austrocknung zu verhindern, wurde auf die gereinigte Holzoberfläche zunächst ein wassergesättigtes Polyestervlies[6] gelegt und das Fragment in eine dünne PE-Folie eingepackt (Abb. 4, II). Anschliessend begann die Anfertigung der Kapsel. Hierfür wurde das Glasfaservlies[7] auf 80 cm lange und 10 bis 15 cm breite Streifen zugeschnitten. Diese wurden mit Ebacryl® getränkt und danach sorgfältig an die abgedeckte Oberfläche des Bootes angelegt. Das Tränken der Streifen liess sich sehr gut mit einer Malerrolle in einer flachen Wanne durchführen (Abb. 5). Es wurden insgesamt drei Schichten Laminat aufgebracht, wobei unter die letzte Schicht zwei Schaumstoffprofile in Längsrichtung und Seile in Querrichtung als Verstärkung eingearbeitet wurden (Abb. 4, III und Abb. 6). Die Ränder wurden zusätzlich mit einer vierten Laminatschicht versehen. Am Tag darauf[8] wurden gelochte Mela-

3 Ebacryl EM-1®: wässrige Acrylharzemulsion.
4 Ebacryl L-1®: alpha-Calciumsulfat-Halbhydrat.
5 Es handelt sich um Materialien, die ungiftig und geruchsarm sind, was bei einem Ausseneinsatz auf der Grabung und sommerlichen Temperaturen von grossem Vorteil ist. Für die Verarbeitung von Ebacryl® ist das Tragen von Schutzhandschuhen notwendig, Augenschutz wird beim Anrühren empfohlen, wohingegen Atemschutz nicht nötig ist. Das Laminatsystem wird vom Hersteller als witterungsbeständig bezeichnet, so dass es auch für den Einsatz im feuchten/nassen Milieu geeignet ist. Das Ebacryl®-System wird im Verhältnis 2:1, also beispielsweise 5 kg Ebacryl L-1®-Pulver zu 2,5 kg Emulsion EM-1® angerührt. Hersteller: Ebalta Kunststoff GmbH Erlbacher Strasse 100, D-91541 Rothenburg ob der Tauber; Bezug: Langer AG, 4123 Allschwil.
6 Dermotekt®.
7 Produktbezeichnung: Glasstapelfasergewebe, M1-Glaskomplex; Bezug: Composite Solutions AG, 3018 Bern. Bei der Verarbeitung des Glasfaservlieses ist Atemschutz erforderlich (Atemschutzmaske P1/P2).
8 Die Anfertigung des Laminats dauerte etwa einen halben Tag. Dieses ist grundsätzlich nach 8 bis 12 Stunden ausgehärtet und belastbar.

Abb. 5: Situation auf der Grabung, bei der das Bugfragment mit Glasfaservlies und Ebacryl laminiert wird.

minharzplatten von 70 × 30 cm Grösse vorsichtig von der Seite unter das Objekt geschoben. Es waren sieben Melaminharzplatten nötig, um das erste Fragment vom Untergrund zu trennen. Diese Arbeit war aufgrund des begrenzten Platzes und des schlammigen Untergrundes nicht einfach. In die Lochung der Platten wurden Seile gezogen, damit das Fragment mit Gurten gehoben werden konnte (Abb. 4, IV und Abb. 6). Dieser Block wurde nun an einem Balken befestigt und mittels eines Portalkrans mit Flaschenzug[9] aus der Grabungsfläche gehoben. Auf stabilem geraden Untergrund wurde dieser vorsichtig umgedreht und die Melaminharzplatten entfernt.

Aufgrund des Gewichtes wurde entschieden, die Freilegung und Reinigung der Bootsoberseite noch auf der Grabung vorzunehmen (Abb. 4, V). Hierbei gab das Holzobjekt sein Geheimnis preis. Es wurden Teile der Bordwand sichtbar, womit nun offensichtlich war, dass es sich bei dem Objekt um einen Einbaum handelt. Die dünnen und mit der Zeit instabil gewordenen Bordwände wurden vermutlich durch den Druck des Sediments durch die jahrtausendwährende Lagerung um fast 90 Grad nach innen gebogen. (Abb. 7).

Nach dem Transport dieses ersten Fragments in den Archäologischen Dienst wurde es dort zunächst mit einem Bewässerungsschlauch feucht gehalten und dann aber bald in ein Bad mit

Abb. 6: Eingekapseltes Bugfragment, bei dem die versteifenden Längsstreben gut sichtbar werden.

9 600g/m²; Bezug: Steinmetzwerkzeuge Paulus, D-54413 Grimburg.

Abb. 7: Bugfragment nach dem Heben, Wenden und Reinigen. Die durch den Bodendruck nach innen gebogene 1 bis 2 cm starke Bordwand ist deutlich zu sehen.

Leitungswasser gegeben, wofür ein 8 m langes Wasserbecken[10] aufgebaut wurde. Damit wurde verhindert, dass das Objekt unkontrolliert austrocknet oder durch den Sauerstoff mikrobielle Abbaureaktionen stattfinden. In gleicher Weise wurde nun die Bergung des zweiten Fragmentes durchgeführt (Abb. 8).

Stratigrafisch befand sich der Einbaum unter den Holzfunden von 3750 v. Chr. in der Seekreide und ist daher vermutlich noch älter als diese. Um den Einbaum in seiner gesamten Länge bergen zu können, wurde die Grabung zweimal erweitert. Ein Holzverschlag sicherte während der letzten Erweiterung das bereits teilweise eingekapselte dritte Fragment. Das Abpumpen des Grundwassers wurde zudem so eingestellt, dass es sich während der weiteren Grabung unter der Wasseroberfläche befand. Nachdem der Abschluss endlich freigelegt war, wurde die Kapsel fertiggestellt und das dritte und letzte Fragment in Anwesenheit von etwa 60 Personen im Rahmen einer öffentlichen Grabungsführung gehoben.

Abb. 8: Situation auf der Grabung. Die Arbeitsbedingungen in der entwässerten und schlammigen Grube während des Laminierens und Hebens mit einem Portalkran waren schwierig.

Sowohl die Anfertigung der Kapsel als auch die Bergung des letzten Fragments bedeuteten eine Herausforderung, da in einer Tiefe von fast 3 m unter der Oberfläche gearbeitet wurde. Der Höhenunterschied zum ersten geborgenen Fragment betrug ungefähr 1 m.

Der in drei Etappen geborgene Einbaum zeigt nun eine Länge von 5,80 m. Die Breite des Bugs beträgt 56 cm, zum Heck hin verbreitert sich das Wasserfahrzeug auf 70 cm. Der Einbaum lag mit dem Bug zur Landseite und mit dem Heck Richtung See.

3. Entscheidung Konservierung

Nach der Bergung des Einbaums musste eine Entscheidgrundlage für die Konservierung und Restaurierung geschaffen werden. Die Erhaltung von grossen Nassholzobjekten ist immer eine Kostenfrage, denn auch nach der Konservierung ist eine langfristige Aufbewahrung in einem geeigneten Klima und eine regelmässige Kontrolle zu gewährleisten.

Für eine Konservierungsentscheidung sollte möglichst schnell eine Datierung des Einbaums erfolgen. Eine Radiokarbonanalyse an der Universität Zürich[11] ergab für den Einbaum von Moosseedorf ein Alter um 4500 v. Chr., damit ist er das bislang älteste bekannte Wasserfahrzeug der Schweiz. Die Verwendung von Lindenholz und die Ausarbeitung des Einbaums mit extrem dünnen Bordwänden machen den Einbaum zu einem bedeutenden Zeugnis eines neolithischen Verkehrsmittels. Nach Beurteilung verschiedener Möglichkeiten wurde entschieden, das Boot in Befundlage zu erhalten. Das bedeutet, dass das Objekt in einen trockenen, beständigen Zustand übergeführt werden

10 Für das Wasserbecken wurde ein Rahmen aus Gerüstelementen erstellt, welcher mit einer Folie versehen ist. Die Beckenfolie besteht aus einem PVC-beschichteten Polyestergewebe, Panamabindung mit 1000 g pro m³. Bezug: JW Automarine Enterprise Way, Fakenham, Norfolk England, NR21 8SN.

11 Hafner et al 2012, 76.

soll, der die durch die Bodenlagerung entstandene Form mit eingedrückten Bordwänden bewahrt. Eine Restaurierung, also Rückformung der Bordwände, wurde ausgeschlossen, da diese eine detaillierte Untersuchung des Einbaums voraussetzt, was im nassen Zustand aufgrund der Fragilität des Objektes nicht durchführbar ist. Eine Nachbildung des Einbaums ist allerdings nach Festigung und Trocknung mithilfe der geplanten 3D-Scandaten möglich.

Ebenfalls wurde eine langfriste Lagerung in gefrorenem oder wassergesättigtem Zustand nicht in Erwägung gezogen.[12] Eine länger dauernde Lagerung im Wasserbecken wäre mit einem permanenten Verlust von kleinsten Holzfragmenten verbunden gewesen, zudem hätte die Gefahr einer mikrobiellen Kontaminierung bestanden, was wiederum weitere Massnahmen zur Wasseraufbereitung nach sich gezogen hätte. Bei einer gefrorenen Lagerung hätte es zu Rissbildungen in der Holzsubstanz kommen können. Bei beiden Lagerungsmethoden wäre zudem das Objekt nicht zugänglich gewesen. Der Einbaum soll jedoch im Rahmen einer Ausstellung dem Publikum präsentiert werden.

4.

Massnahmen während der Nasslagerung

4.1

Mikrobieller Kontaminierung vorbeugen

Alle Teile des Einbaums konnten ab September 2011 im Archäologischen Dienst bei einer Temperatur von 18 °C im mehr als 4000 l fassenden Wasserbecken zunächst in Leitungswasser und später in deionisiertem Wasser gelagert werden. Um Lichteinfall und Sauerstoffzuritt im Becken zu reduzieren, wurde dieses mit einer dunklen Folie abgedeckt. Diese Massnahme schafft ungünstige Lebensbedingungen für viele Mikroorganismen. Bis Oktober 2011 wechselte das Team das Beckenwasser mehrfach, wodurch die Zugabe eines Biozids nicht erforderlich war.

Danach musste das Leitungswasser nur noch einmal monatlich ersetzt werden. Während des Wasserwechsels konnten Biofilme, die sich auf den Holzoberflächen und an den Beckenwänden gebildet hatten, mit einem Air-Brush[13] reduziert werden.

Ab Februar 2012 war ein immer deutlicher werdender Geruch des Wassers trotz des Wasserwechsels und der Reinigung aller Oberflächen wahrnehmbar. Der pH-Wert blieb allerdings bei 6,5 bis 7 stabil. Die Geruchsentwicklung und die Aussicht, das Boot noch bis Juli 2012 im Archäologischen Dienst zu lagern, sowie die Erkenntnis, dass Wasserbewegungen während der Wasserwechsel den Verlust kleinster Fragmente zur Folge haben, führten zur Entscheidung, das Objekt in deionisiertem Wasser zu lagern. Der Ionenaustausch und die Lagerung in deionisiertem Wasser haben zwei Effekte:

- Die Neubildung von Biofilmen wird durch das Entfernen von anorganischen und chemischen Verunreinigungen gehemmt.[14]
- Dem Artefakt werden lösliche Salze entzogen, die nachfolgende Konservierungsmassnahmen möglichweise behindern.

Ab März wurde der Mikrosiemens-Wert, der Leitfähigkeit und damit die Reinheit des Wassers anzeigt, wöchentlich geprüft. Zwischen März und Juli 2012 wurde das Becken dreimal mit circa 4000 l deionisiertem Wasser neu befüllt. Die Mikrosiemens-Werte sanken von 84 µS auf 41 µS innerhalb dieser drei Monate. Ab dem Wert von < 50 µS spricht man von gereinigtem Wasser, das heisst von Wasser, dem ein Grossteil der gelösten Salze entzogen wurde.

4.2

Anfertigung wasserfester Formstützen

Bereits zu Beginn der Lagerung fiel auf, dass das Wasser im Bassin eine milchig weisse Trübung aufwies. Es stellte sich heraus, dass sich der Gipszuschlag der Acrylemulsion aus den Kapseln herauszulösen begann, was deren Stabilität gefährdete. Eine rasche Lösung für die Erneuerung der Kapseln musste gefunden werden, da das abgebaute Holz auch im Wasserbad dringend

12 Hier würden im Laufe von drei Jahren die gleichen Kosten entstehen wie bei einer Konservierung in Befundlage, ohne jedoch ein formstabiles Objekt zu erhalten.

13 Das Wasser wird mit einem Air-Brush aufgesprüht.

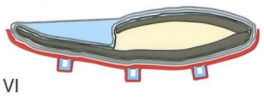
14 Um Mikroorganismen dauerhaft aus dem Beckenwasser fernzuhalten, bedarf es zusätzlich zu den Ionenaustauschern Wasseraufbereitungssysteme mit mikroporösen Filtern und/oder einer Bestrahlung des Wassers mit UV-Licht. Technologienachricht 14, 8/2008. http://www.labwater.ch/pdf/tn/technology-note-14-german_Biofilm_I.pdf. Zugriff am 28. 02. 2012.

Abb. 9: Situation im Depot des Archäologischen Dienstes. Das Bugfragment wird mithilfe eines Gurtbandnetzes in eine mobile Edelstahlwanne gelenkt.

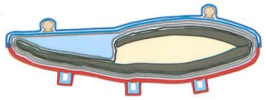
Abb. 10: Situation im Depot des Archäologischen Dienstes. Das Glasfasergewebe wird für die Einkapselung auf das Mittelfragment gelegt. Das Arbeiten mit diesem Material erfordert aufgrund der sehr feinen Glasfaserpartikel einen Atemschutz.

Abb. 11: Schematische Darstellung der Arbeitsschritte VI–VIII:

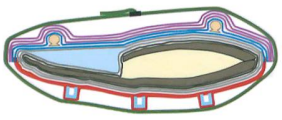
- Sediment
- Einbaum
- Dermotekt® (PE-Vlies)
- PE-Folie
- Ebacryl® (Synthesegips)
- Schaumstoffprofil (PE)
- Seil
- Epoxy-Glasfasergewebe-Laminat
- Polyethylenschaumprofil
- Epoxy-Glasgelege-Laminat
- Spanngurte
- PUR-2-Komponenten-Schaum



VI



VII



VIII

Formstützen benötigt. Der schon auf der Grabung festgestellte hohe Abbau des Bootes wurde durch die Bestimmung des maximalen Wassergehaltes[15] an drei Proben aus Bug, Mitte und Heck bestätigt. Der maximale Wassergehalt zeigt an, wie viel Holzsubstanz durch Wasser ersetzt wurde. Je höher der maximale Wassergehalt, desto stärker ist das Holz abgebaut. Ab 400 Prozent maximalen Wassergehaltes spricht man von einem starken Holzabbau. Die ermittelten Werte der drei Proben bewegten sich zwischen 764 und 1027 Prozent.

Mit einem grobmaschigen Netz[16] und einem Holzrahmen wurden die Holzfragmente in den inzwischen instabilen Kapseln aus dem Wasserbad gehoben. Das Netz verteilt die wirkenden Kräfte auf möglichst kleine Flächen. Der Rahmen verhindert, dass Zugkräfte auf die Bootswände wirken. Um eine Lagerung im Wasser auch während des Laminierens zu gewährleisten, wurden die Fragmente in ein mit Wasser befülltes Edelstahlbecken gelegt (Abb. 9 und 10). Das Wasserbecken konnte durch einen fahrbaren Unterbau quasi als mobile Arbeitsfläche genutzt werden. Da die eingedrückte Bordwand auf einem circa 10 bis 15 cm hohen Sockel aus Seekreide liegt, musste dieser Versprung für die Laminierung ausgeglichen werden, um einen stabilen Stand der Kapseln im Wasserbecken zu erreichen (Abb. 7 und Abb. 11, VI). Hierfür sollten wasser- und formbeständige Schaum-Modifikationen aus Epoxidharz verwendet werden.[17]

Für die Herstellung der neuen Kapseln wurde die Holzoberfläche mit Polyestervlies[18] und PE-Folie abgedeckt und dann mit köperbindigem Glasfilamentgewebe[19] und Epoxidharz laminiert. Auf die erste Laminatschicht wurden zur Versteifung zwei Omega-Profile[20] aus Schaumstoff gelegt, diese mit einer zweiten, um 90 Grad gedrehten Ausrichtung des Glasfilamentgewebes abgedeckt und ebenfalls mit Epoxidharz bestrichen. Da die Profile biegsam sind, passen sie sich gut der Bootsoberfläche an (Abb. 10 und Abb. 11, VII). Durch den geschwungenen Querschnitt legen sich die Glasgewebe besonders gut an diese Profilform an. Das Glasgewebe für die Stirnseiten wurde separat zugeschnitten und mit dem heruntergezogenen Gewebe der Längsseiten verbunden, um die Kapsel zu stabilisieren. Über dem köperbindigen Laminat wurde mit einem triaxialen Glasgelege[21] in drei Lagen weiter gearbeitet (Abb. 11, VIII).

15 Der maximale Wassergehalt bezeichnet einen Zustand der vollständigen Wassersättigung des Holzes und ist erreicht, wenn alle Zellen und Poren mit Wasser gefüllt sind. Der maximale Wassergehalt kann rechnerisch bestimmt werden.

16 Netzgrösse: 2 × 3 m; Maschenweite: 20 × 25 cm; Bezug: Carl Stahl AG, Schweiz.

17 Z. B. EP-Schaumharzsystem PB 250/DM 02. Freundliche Mitteilung: Alex Obrist, Composite Solutions AG. Bei dem zuerst verwendeten Zweikomponenten PUR-Hartschaum hat der Schaum sukzessive an Volumen verloren.

18 Dermotekt®. Bezug: Heinz Stampfli AG, Notfall- und Medizintechnik.

19 2/2 Gleichgratköper 280g/m², Bezug: Composite Solutions AG.

20 Omega Profile aus Schaum (24 kg/m³). Bezug: Composite Solutions AG.

21 TLX710 706 g/m², Bezug: Composite Solutions AG.

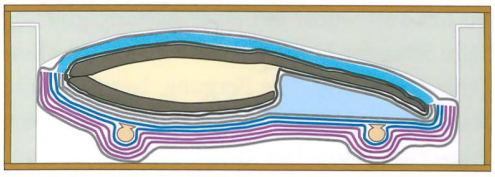
Für die ersten beiden Glasfilamentgewebeschichten wurde eine unter Wasser härtende Epoxidharz-Modifikation[22] verwendet. Für das Finish des triaxialen Glasgeleges konnte mit einem Epoxid-Laminierharz[23] weitergearbeitet werden, das auch bei hohen Luftfeuchten sicher aushärtet. Die fest gewordenen Kapseln wurden über acht Stunden bei 50 °C getempert, um deren mechanische Eigenschaften zu verbessern.

Nach der Aushärtung der neuen Kapseln mussten die Bootsfragmente gedreht, die instabilen Kapseln abgenommen (Abb. 14, IX), die Bootsunterseite sorgfältig gereinigt und die Fragmente dann zurück in das Wasserbassin gehoben werden. Die Kapseln wurden gegen Auftrieb mit vier in Folie vakuumierten Gewichten aus Rundstahl à 12 kg gesichert. Die Gewichte wurden mithilfe von eloxiertem Aluminium an die Kapselränder gehängt (Abb. 12).

Für die Arbeit mit Epoxidlaminaten und Glasfaserprodukten sind Schutzmassnahmen angezeigt (Abb. 10). Vermieden werden sollten direkter Hautkontakt und das Einatmen von Dämpfen und feinsten Glasfaserpartikeln. Daher ist das Tragen von Nitrilhandschuhen und eines Schutzanzuges sowie von Atemschutzmasken[24] notwendig.

Der Arbeitsaufwand für sämtliche Arbeitsschritte der Kapselherstellung betrug pro Bootsfragment etwa eine Arbeitswoche. Die für eine dauerhafte Lagerung verwendeten Epoxidharzlaminate sind im Vergleich mit den auf der Grabung verwendeten temporären Ebacryllaminate doppelt so kosten- und arbeitsintensiv. Ist über das weitere Vorgehen eines nassgelagerten Objektes noch nicht entschieden, bietet sich eine kostengünstige und schnelle Blockbergungstechnik an.

Abb. 13: Für den Transport nach Mainz verpacktes Einbaumfragment.



IX

Abb. 14: Schematische Darstellung des Arbeitsschrittes IX:

- Sediment
- Einbaum
- Dermotekt® (PE-Vlies)
- PE-Folie
- Epoxy-Glasfasergewebe-Laminat
- Polyethylenschaumprofil
- Epoxy-Glasgelege-Laminat
- PUR-2-Komponenten-Schaum
- PUR-Filterschaum PPI 45
- Styropor
- Holzkiste

◀ Abb. 12: Die neu eingekapselten Einbaumfragmente kurz vor der Neubefüllung des Beckens mit deionisiertem Wasser. Die Stahlgewichte verhindern im 8 m langen Wasserbecken den Auftrieb.

22 EP-System SR 632/SD 7262, Bezug: Composite Solutions AG.
23 EP-Laminierharz SR 1500/SD 2503, Bezug: Composite Solutions AG.
24 Z. B. Halbmasken 3M 6100 mit Gasfiltern zum Schutz vor organischen Dämpfen, 3M 60055, A2 und Partikelfiltern, 3M 60055, A2 Bezug: Furter und Co.AG.

6.

Konservierung und 3D-Dokumentation in Mainz

In der Schweiz fehlen momentan Kapazitäten, um Objekte in der Grösse des Einbaums zu konservieren. Dies führte zu der Entscheidung, den Einbaum in einem externen Konservierungslabor bearbeiten zu lassen. Im Juli 2012 wurde das Boot ins Nassholzlabor für Antike Schifffahrt des Römisch-Germanischen Zentralmuseums (RGZM) nach Mainz überführt (Abb. 13 und 14, IX) und wird dort mit der Kauraminmethode[25] bis voraussichtlich 2014 konserviert.

Im Zuge der Konservierung und zusätzlich zur im Archäologischen Dienst durchgeführten zeichnerischen und fotografischen Dokumentation realisiert das RGZM[26] einen 3D-Oberflächenscan des Einbaums sowohl vor als auch nach der Konservierung.

Zusammenfassung

Im Juli 2011 wurde bei einer Rettungsgrabung beim Strandbad Moossee ein Einbaum aus Lindenholz entdeckt. Die Bergung, Lagerung und Stabilisierung dieses über 6000 Jahre alten Wasserfahrzeugs bot einige Herausforderungen. Für eine zerstörungsfreie Bergung des Einbaums wurden formstabile, aus einem Ebacryl®-Laminat bestehende Kapseln angefertigt. Es zeigte sich, dass diese bei einer über mehrere Wochen dauernden Lagerung im Wasser nicht stabil bleiben. Für die weitere Handhabung und den Transport des Einbaums zur Konservierung ins Nassholzlabor des RGZM wurden daher dauerhafte Formstützen aus einem wasserresistenten Material hergestellt. Der Einbaum wird nun in Befundlage mit eingedrückten Bordwänden konserviert. Diese Variante der Erhaltung spiegelt die gesamte Geschichte des Bootes wieder. Ebenso bleiben die Herstellungsart sowie Spuren des Gebrauchs erkennbar. Eine Rekonstruktion der ursprünglichen Form wird mithilfe von 3D-Scandaten möglich sein.

Der einzigartige Bodenfund, eines der ältesten Verkehrsmittel des Landes, konnte mithilfe der vorgestellten Arbeitstechniken verlustfrei geborgen, gelagert und stabilisiert werden, so dass dieser nach der Konservierung archäologisch ausgewertet und der Öffentlichkeit in einer Ausstellung präsentiert werden kann.

Résumé

En juillet 2011, une pirogue monoxyle en bois de tilleul a été découverte à l'occasion d'une fouille de sauvetage sur la plage de Moossee. Le prélèvement, l'entreposage et la stabilisation de cet esquif vieux de plus de 6000 ans ont présenté quelques défis. Pour prélever la pirogue de manière non destructive, une capsule rigide réalisée en matériau stratifié Ebacryl® a été fabriquée. Il a toutefois été démontré que ce matériau ne demeure pas stable dans le contexte d'un entreposage dans l'eau dépassant plusieurs semaines. C'est pourquoi un coffrage durable réalisé dans un matériau résistant à l'eau a été élaboré pour les manipulations subséquentes et le transport de la pirogue pour sa conservation au Nassholzlabor für Antike Schiffahrt de Mayence (DE). La pirogue sera préservée dans sa position de découverte, avec les parois de sa coque enfoncées. Cette variante de conservation illustre toute l'histoire de l'embarcation. De cette façon, les traces de fabrication et d'utilisation demeurent perceptibles. Une reconstitution de sa forme d'origine sera possible grâce aux données d'un scannage 3D.

Cette trouvaille unique, qui demeure l'un des plus anciens moyens de transport du pays, a pu être prélevée, entreposée et stabilisée grâce aux techniques de travail décrites ci-dessus, de sorte qu'elle puisse être archéologiquement étudiée après sa conservation et présentée au public dans une exposition.

25 Wittköpper 1998, 637-645.
26 Kompetenzzentrum Archäologische Dokumentation und Prospektion des RGZMs, Guido Heinz.

Literatur

Hafner et al. 2012
Albert Hafner et al., Moosseedorf, Moossee Oststation, Strandbad. Strandbadneubau, Pfahlbauten und das älteste Boot der Schweiz. Archäologie Bern. Jahrbuch des Archäologischen Dienstes des Kantons Bern, 2012, 71–77.

Wittköpper 1998
Markus Wittköpper, Der aktuelle Stand der Konservierung archäologischer Nasshölzer mit Melamin /Aminoharzen am Römisch-Germanischen Zentralmuseum. Archäologisches Korrespondenzblatt 28, 1998, 637–645.