

## Anleitung Klimabox zur grabungsnahen Aufbewahrung von Metallfunden

Eine Klimabox ist ein dicht schließendes Behältnis, das mit geeignetem Trockenmittel konditioniert wird. In der Box entsteht ein stabiles Mikroklima mit sehr niedriger Luftfeuchte (unter 12 % rel. LF). Dies verhindert, dass Metallfunde durch Postkorrosion weiter geschädigt werden, die Zerfallsprozesse werden gestoppt. Ohne klimastabile Schutzverpackung sind insbesondere archäologische Eisenfunde sehr stark gefährdet und können in kürzester Zeit zerfallen. Die Klimabox kommt bereits auf der Grabung, während der Zwischenlagerung und der weiteren Logistik zum Einsatz.

Für den Umgang mit Metallfunden von der Grabung bis zur Langzeitlagerung empfiehlt das BLfD folgende Vorgehensweise:

### Vorbereitung der Metallfunde für die Lagerung in einer Klimabox

- Trocknen der ausgegrabenen Metallfunde unmittelbar nach der Dokumentation und Bergung möglichst innerhalb von max. zwei Tagen in trockenen Arbeitsräumen mit stabilen Klimabedingungen in offenen Regalen bzw. auf luftdurchlässigem Untergrund (z. B. Siebgitter)
- Verpacken der getrockneten Funde in gelochte PE-Clipverschlussbeutel (oder gelochte PS-Dosen etc.), damit enthaltene Restfeuchte vom Trocknungsmittel absorbiert werden kann; PE-Clipverschlussbeutel im oberen Drittel z.B. mit Lochzange perforieren (Abb. 1)
- Jedem Fund einen separat verpackten Fundzettel in nicht-perforiertem PE-Clipverschlussbeutel beilegen (Abb. 1)



Abb. 1: Verpackung von Metallfunden in perforierte PE-Clipverschlussbeutel, incl. Fundzettel in ungelochtem PE-Beutel. © BLfD

### Bestandteile einer Klimabox

- Behältnis: umseitig geschlossener Standard-Euronormbehälter (EN-Box) aus Polypropylen mit passendem Deckel, Höhe Deckelsteg 11 - 12 mm für einen guten Sitz des Silikonprofils
- Dichtung:
  - Silikondichtung mit U-Profil oder
  - Sperrschichtfolie: PE-Folie (ca. 0,2 mm) oder Aluverbundfolie (ca. 0,12 mm)
  - ggf. (Mehrweg-)Kabelbinder oder (Federstahl-) Metallklammern als zusätzlicher Kontaktschluss
- Trockenmittel: Molekularsieb 4Å in handelsüblichen Beuteln (sog. Molpacks) oder Molekularsieb-Schüttgut, bspw. in Stahlnetztaschen (Abb. 4)
- Feuchtigkeitsindikator aus Papier zur Klimakontrolle
- Klimaboxprotokoll für Monitoring

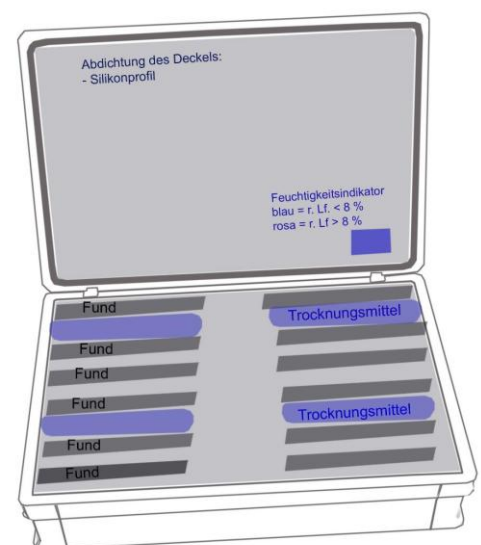


Abb. 2: Schematische Darstellung einer eingerichteten Klimabox. © BLfD

## Anfertigung einer Klimabox

- Aufsetzen einer Silikondichtung mit U-Profil auf den inneren Steg des Boxdeckels (Abb. 3): Dichtung auf die passende Länge abschneiden; Verkleben der Enden mit für Silikon geeignetem Primer und Sekundenkleber (Verkleben der Schnittkante ausreichend); Klebung trocknen lassen; vollständiges Aufziehen der Dichtung auf den Deckelsteg

Alternativ: Abdecken der Boxöffnung durch Auflegen einer PE-Folie (ca. 0,2 mm) oder Aluverbund-Folie (ca. 0,12 mm), die an den Boxrändern ausreichend übersteht (Abb. 6)

- Anbringen des Feuchtigkeitsindikators an gut sichtbarer Stelle an der Boxinnenseite z.B. mit Tesafilmschleife (Abb. 4)
- Herstellen der Trockenmittelbeutel: Abwiegen der Trockenmittelmenge: 33 g Molekularsieb 4Å pro Liter Boxvolumen (Mengenangaben je nach EN-Box-Format siehe Tabelle S. 3). Loses Molekularsieb-Schüttgut in selbst angefertigte Beutel bspw. aus feinmaschigem Stahlnetzgewebe oder genadeltem Tyvek abfüllen, Produktinformationen s. u. (Abb. 4 und 5)
- Einbringen der getrockneten (!) Funde in die Klimabox, Unterverpackung in perforierten PE-Clipverschlussbeuteln (Luftzirkulation), s.o. Vorbereitung der Funde (Abb. 1)
- Einbringen der Trockenmittelbeutel auf, unter oder zwischen den Funden, möglichst gleichmäßig verteilt (Abb. 2 und 4)
- Aufsetzen und Andrücken des Deckels, damit überschüssige Luft entweicht und die Box luftdicht abschließt, ggf. mit Kabelbindern oder Metallklammern den Kontaktschluss sichern
- Ausfüllen des Klimaboxprotokolls, Funde in Fundliste erfassen, Protokoll auf Boxdeckel fixieren

## Varianten:

Für Großgrabungen bietet sich in der Zusammenarbeit von Grabungsfirma, freiberuflicher Restaurierung und BLfD die Verwendung einer geschlossenen **BigBox** (Grundfläche: 80 x 120 cm) mit passendem Auflagedeckel an. Großformatige Funde (z. B. Langwaffen) und große Fundvolumina können darin in offenen Boxen, z.B. mit durchbrochenen Seitenwänden, eingebracht werden. Die Abdichtung erfolgt mit einer PE-Folie (Stärke 0,2 mm, Größe: ca. 160 x 120 cm). Die benötigte Molekularsieb-Menge je nach Boxhöhe und -volumen ist der Tabelle S. 3 zu entnehmen.

Im Fall kleinerer Fundmengen eignen sich auch handelsübliche **Schnappverschlussboxen** (dicht schließende Vorratsdosen für Lebensmittel) in verschiedenen Größen, die entsprechend mit Molekularsieb 4Å konditioniert werden.



Abb. 3: Anbringen eines Silikon-U-Profiles zur Abdichtung des Boxdeckels. © BLfD



Abb. 4: Klimabox mit Feuchteindikator, Silikon-U-Profil-Dichtung und Trockenmittel in Stahlnetzgewebe. © BLfD



Abb. 5: Trocknungsmittelbeutel aus Tyvek. © BLfD



Abb. 6: Variante BigBox als Klimabox mit PE-Folie zur Abdichtung, Feuchteindikator innenliegend angebracht. © BLfD

Einzelne großformatige Funde, z.B. Langfunde, können in **konditionierte Folienbeutel** verpackt werden. Folienbeutel aus PE-Folie (ca. 0,2 mm) oder Aluverbundfolie (ca. 0,12 mm) werden durch wieder verschließbare Klemmschienen oder eine Schweißnaht verschlossen.

### Klimakontrolle, Monitoring, Klimaboxprotokoll

Klimaboxen sollen stets nur kurz geöffnet und nach dem Zugriff sogleich wieder verschlossen werden.

- Kontrollieren der relativen Luftfeuchte innerhalb der Box mit Hilfe des Feuchtigkeitsindikators:
  - blaue Färbung - rel. LF unter 8 %
  - rosa Färbung - rel. LF über 8 %
- Protokollieren der rel. LF-Werte im Klimaboxprotokoll
- Monitoring: erfolgt wöchentlich nach Einrichtung der Klimabox, dann 14-tägig; bei längerer Lagerung und seltenem Öffnen in Räumen mit stabilem Klima monatlich
- Zeigt der Feuchtigkeitsindikator eine rel. LF über 8 % an (rosa), muss das Trocknungsmittel durch neues bzw. regeneriertes Mittel ersetzt werden (Regeneration siehe Produkthanweisung)
- Die letzte Versorgung der Klimabox mit „frischem“ Trocknungsmittel erfolgt maximal eine Woche vor der Fundübergabe an das BLfD. Das Klimaboxprotokoll wird mit abgegeben

### Beratung

Das BLfD - Referat B V berät bei Fragen zu Produktauswahl, Handling oder weiteren Anwendungsvarianten von Klimaboxen, wie z. B. zur Konditionierung von konservierten, organischen Funden (rel. LF von 55 %).

Kontakt: Dipl.-Rest. Thomas Stöckl ([Thomas.Stoeckl@bldf.bayern.de](mailto:Thomas.Stoeckl@bldf.bayern.de), 089-2114-331).

### Material- und Produktinformationen

#### ➤ zu EN-Boxen

EN-Boxen geschlossen mit Auflagendeckel

- Steghöhe Deckelinnenseite: 11 - 12 mm
- Boden und Wände geschlossen
- Material: PP
- lebensmittelecht
- stapelbar, kompatibel mit Euro-Maß Paletten
- Verschluss: (Federstahl-)Metallklammern oder Kabelbinder mit Hebelverschluss

BigBox geschlossen mit Auflagendeckel

- stapelbar
- flüssigkeitsdicht
- Boden und Wände geschlossen
- Material: PP
- lebensmittelecht
- kompatibel mit Euro-Maß Paletten

#### ➤ zu Trockenmitteln und Trockenmittelbeuteln

- Molekularsieb 4Å zur besonders scharfen Trocknung, entweder loses Schüttgut oder in Beuteln, bspw. handelsfertige 100g / 250g-Beutel
- Menge: 33g Molekularsieb 4Å pro Liter Boxvolumen, s. Tabelle mit Mengenangaben je EN-Box-Format (Menge für Konditionierung bis zu ca. 2 Jahren)
- Beutel für Molekularsieb-Schüttgut: Stahlnetzgewebe oder genadeltes Tyvek® 1623E Softvlies, 41g/m<sup>2</sup>. Aus Rollenware können Beutel gefertigt werden, z.B. mit Clips, Tackern oder Handschweißgeräten
- Regeneration des Trockenmittels gem. Produkthanweisung; Hinweis: Molekularsieb-Schüttgut, verpackt in Stahlnetzbeutel, kann bei 250 - 300 °C wiederholt regeneriert werden; Molekularsieb in (handelsfertigen) Tyvek-Beuteln ist nicht regenerierbar

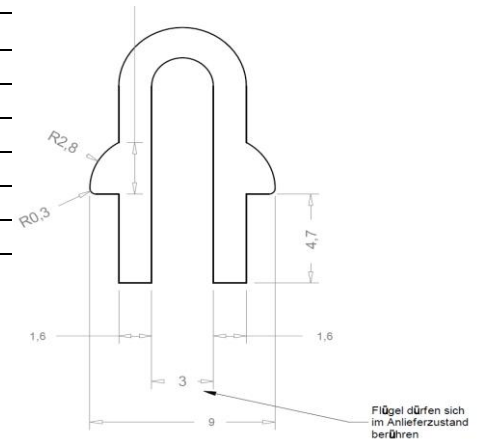
| EN-Box<br>L x B (cm) | Box-<br>Klasse | EN-Box<br>Höhe(cm) | Menge<br>Molekularsieb 4Å |
|----------------------|----------------|--------------------|---------------------------|
| 60 x 40              | 0              | 10                 | 900 g                     |
|                      | I              | 15                 | 1200 g                    |
|                      | III            | 18,5               | 1500 g                    |
|                      | V              | 24                 | 1900 g                    |
|                      | VII            | 32                 | 2400 g                    |
| 30 x 40              | 0              | 10                 | 450 g                     |
|                      | II             | 15                 | 600 g                     |
|                      | IV             | 18,5               | 750 g                     |
|                      | VI             | 24                 | 950 g                     |
| BigBox 120 x 80      | VIII           | 32                 | 1200 g                    |
|                      |                | 58                 | 5000 g                    |
|                      |                | 80                 | 7000 g                    |

- **Feuchtigkeitsindikator** aus Papier zur Klimakontrolle  
Für trocken konditionierte Boxen mit Metallfunden bspw. mit reversiblen Farbumschlag von blau nach rosa bei 8% rel. LF (DIN 55473)



- zu **Silikon-U-Profil**

| Merkmale                | Produkteigenschaft  |
|-------------------------|---|
| Material                | Silikonkautschuk  |
| Dichte                  | 1,16 ± 0,03 g/cm <sup>3</sup> DIN 53 479  |
| Härte                   | 60 ± 5 Shore A DIN 53 505   |
| Reißfestigkeit          | 10,0 N/mm <sup>2</sup> DIN 53 504 - S1  |
| Reißdehn                | 450 % DIN 53 504 - S1   |
| Temperaturbeständigkeit | 180°C   |
| Eigenschaften           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- lebensmittelecht und schadstofffrei</li> <li>- talkumfrei</li> <li>- getempert</li> <li>- Ausführung ohne Flügel möglich</li> <li>- alterungsbeständig</li> <li>- KEIN Gummi: nicht alterungsbeständig, spaltet bei Alterung Schadstoffe ab</li> </ul> |



- **Klebstoff zum Verkleben der Silikonprofilenden**

Bspw. Primer Loctite® 770 (zum Vorbereiten der Oberflächen) und Loctite® 406 (Klebstoff) von Henkel oder ein Produkt mit gleichen Produkteigenschaften.



- **Sperrschichtfolien**

- PE-Folie: Folienstärke 0,2 mm; z.B. als Rollenware Breite 2 m, auf 1 m Breite gefaltet
- Aluverbundfolie: Folienstärke 0,125 mm, Breite wahlweise 100, 125 oder 150 cm



## Literatur

- Stöckl T.: Klimatisierte Minicontainer – Boxen für bergungsfrische Eisenfunde, Jahrbuch der Bayerischen Denkmalpflege Band 66/67 2012/13, München 2012: 123 - 126.
- Thickett D., Luxford N.: Development of show cases for archaeological Metals in aggressive environments, in: Metal 07 Band 5, Hrsg.: C. Degringny, R. van Langh, Amsterdam 2007: 105 -109.
- Watkinson D., Neal V.: First Aid For Finds, Hrsg.: RESCUE The British Archaeological Trust & UKIC Archaeological Section & The Museum of London, 1972 / reprinted 2001. [Packaging Finds | First Aid for Finds \(www.firstaidforfinds.org/packaging-finds\)](http://www.firstaidforfinds.org/packaging-finds)
- Watkinson D., Emmerson N., Thunberg J.: Heritage Preservation Guidance: Guidelines for Storage of Archaeological Metals, 2020. <https://www.heritagepreservationguidance.co.uk/guidelines-for-storage>

## Bildnachweis

alle Abbildungen T. Stöckl, © BLfD