©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

Ann. Naturhistor. Mus. Wien	73	435—440	Wien, November 1969

Bergung und Härtung menschlicher und tierischer Skelette aus den hyksoszeitlichen Siedlungsschichten in Tell ed Dab'a

Von Heinz Satzinger

(Mit einer Textabbildung)

Manuskript eingelangt am 14. März 1969

Die im Jahre 1968 zum dritten Mal durchgeführten Ausgrabungen in Tell ed Dab'a, Unterägypten, brachten neuerdings eine große Anzahl von Skeletten zutage. Um jedoch deren wissenschaftliche Bearbeitung und deren Abtransport möglich zu machen, mußten sie einer Härtung unterzogen werden. Dabei zeigte sich, daß die im Jahre 1967 erarbeitete Härtungsmethode (R. Engelmayer und J. Jungwirth, 1968) einer Ergänzung bedurfte, da sie sich nur bei verhältnismäßig gut erhaltenem Knochenmaterial als anwendbar erwies. So wurden ursprünglich die Knochen nach deren Reinigung mit Wasser, dem eine Seifenlösung zugesetzt war, in einer Mowilith-50-Spirituslösung getränkt (Lösung: 1 Teil Mowilith 50 in 10 Teilen Spiritus). Das Knochenmaterial verblieb sodann zwei Stunden in dieser Lösung, wonach es zur Austrocknung im Schatten aufgelegt wurde.

Bei der Bearbeitung des im Jahre 1968 angefallenen Knochenmaterials ergab sich nun, daß Knochen, denen die Leim- und Kalksubstanz durch Nilschlamm und Grundwasser fast vollständig entzogen worden waren, dieser Härtungsbehandlung nicht standhielten und besonders die spongiösen Teile schon beim Reinigen mit Wasser, spätestens aber im Härtungsbad zerfielen. Vor allem lange Röhrenknochen und Schädel, die zusätzlich durch den Erddruck zertrümmert waren und kaum mehr stützende Gerüstsubstanz enthielten, konnten mit der bisherigen Methode nur unter Substanzverlust gehärtet werden. Was von einem solchen Knochen übrig blieb, war für den Anthropologen kaum mehr als nicht auswertbarer Knochengrus. Diese Erfahrung und die geringe Aussicht, bei den Grabungen in Tell ed Dab'a wirklich gut erhaltenes hyksoszeitliches Skelettmaterial zu bergen, waren der Anlaß, die Bergungs- und Konservierungsmethode weiter auszubauen, selbst auf Kosten der Zeit, die dafür im Feld aufgewendet werden mußte.

Voraussetzung für eine erfolgreiche Härtung war vorerst die Lösung des Problems, wie man die Knochen von der Fundstelle wohlbehalten in das Grabungshaus zum Arbeitsplatz des Anthropologen bringen konnte. Da das Skelett für die archäologische Aufnahme soweit als möglich freigelegt werden mußte, wurden verschiedene Messungen sofort in situ angestellt, um so ein

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

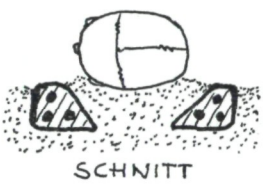
Maximum für die anthropologischen Auswertungen festzuhalten. Dies war notwendig, weil beim weiteren Freilegen der Knochen jede kleinste Unachtsamkeit dieselben zerstören und für eine wissenschaftliche Weiterbearbeitung unbrauchbar machen konnte. Das Knochenmaterial war nämlich vielfach weicher als das es umgebende Erdreich, und der kleinste Druck oder die geringste Spannung hatten den restlosen Zerfall des Knochens zur Folge.

Im Jahre 1967 waren nun Versuche unternommen worden, das gesamte Skelett mit einer Eisenplatte zu unterfangen und so in das Grabungshaus zu transportieren. Diese Versuche führten zu keinem zufriedenstellenden Ergebnis. Schon das Unterfangen des Skelettes stieß auf Schwierigkeiten. Allein die Größe der dafür notwendigen Platte erforderte eine Ellbogenfreiheit an der Grabungsstelle, die meist nicht vorhanden war (Mauerwerk des Grabbaues, etc.). Ferner bedeutete das Gewicht der Eisenplatte plus dem Gewicht des das Skelett umgebenden Erdreichs ein nicht zu unterschätzendes Transportproblem. So war vom Planniveau bis zur Oberfläche des Tells ein Höhenunterschied von zwei bis drei Metern zu bewältigen und weiters geriet die Platte beim Tragen durch zwei, drei oder vier Mann unweigerlich in Schwingung, was ein Zerbröckeln des Erdmaterials und damit ein Zerfallen der Knochen zur Folge hatte. Die aufgewandte Mühe war damit verloren, denn im Grabungshaus kamen nur Erdbrocken und Knochenstücke an. Nur wenn die Knochensubstanz besser erhalten war, konnten derartige Brüche wieder geklebt werden.

In der Frühjahrsgrabung 1968 wurde nun ein neues Verfahren zur Knochenbergung entwickelt, das einen sicheren Transport vom Grabungsgelände in das Grabungshaus gewährleistete. Da die Bergung eines vollständigen Skelettes auf Grund seiner Größe schwierig war, entschloß man sich nach der Vermessung des Skelettes in situ, nur den Schädel und Teile des postkranialen Skelettes für eine wissenschaftliche Bearbeitung sicherzustellen. Die Erfahrungen des Vorjahres hatten gezeigt, daß es bei der Bergung im wesentlichen darum ging, das Erdmaterial, in dem die Knochen eingebettet waren, zusammenzuhalten. Gips drängte sich dazu als am leichtesten greifbar und am schnellsten verarbeitbar auf. Zunächst wurde der freigelegte Schädel mit losem Erdreich wieder zugedeckt. Sodann zog man im Abstand von 2 bis 3 Zentimetern einen kleinen Graben von ca. 5 bis 6 Zentimetern Breite und 8 cm Tiefe, wobei man trachtete, das Erdreich unter dem Schädel möglichst stark zu unterschneiden. Dabei mußten freilich meist einige Halswirbel zerstört werden. Der Graben wurde hiernach mit Gips ausgegossen. Nach Festwerden des Gipses ließ sich das Erdreich außerhalb des Gipsmantels gefahrlos abtragen, und der Schädel — im Gipsring vollkommen gesichert — konnte mit einem kleinen Holzbrett unterfangen und von einem Mann gefahrlos abtransportiert werden. Auf dieselbe Art konnten die wichtigsten Skeletteile gesichert und ins Grabungshaus gebracht werden. Die Erfahrung bei dieser neuen Bergungsmethode zog alsbald weitere Verbesserungen nach sich. Vor allem erwies es sich als günstig, den Gipsring um den Knochen so tief wie möglich anzubringen, d. h. den oberen Rand des Gipsringes möglichst nicht höher anzusetzen als den am tiefsten

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

liegenden Teil des Knochens (z. B. Schädel, siehe Abbildung). Die tiefe Lage des Gipsringes machte es überflüssig, diesen beim Härten des Knochens zu zerstören, womit letzterer vor unnötigen Erschütterungen bewahrt blieb. Gleichzeitig bot der Gipsring eine sichere Arbeitsunterlage, bis der Knochen vollkommen gehärtet war. Bei der Sicherstellung von langen Röhrenknochen mußte der Gipsmantel entsprechend stärker sein. Um ihn gegen Bruch zu sichern, wurden bei so großen Stücken wie den vorderen Extremitäten eines Equiden eine Rundeisenarmierung in den Gipsring eingebaut. Dafür reicht ein Rundeisen von vier Millimeter Stärke aus, doch ist auf eine richtige Einbettung des Eisens zu achten, d. h. es soll nach Tunlichkeit dreifach verlegt werden (siehe Abbildung). So genügt es nicht, etwa dieses dreifach verlegte Eisen durch ein stärkeres zu ersetzen. Dies könnte zum Bruch des Mantels führen. Mit dem glücklich erfolgten Transport zum Arbeitsplatz im Grabungshaus war nur ein Teil des Problemkomplexes gelöst, denn man stand nun vor der Aufgabe, die



Knochenteile von dem noch anhaftenden Erdreich zu befreien und so zu härten, daß keine weitere Knochensubstanz mehr verloren ging und ein ungefährdetes Handhaben und Verpacken der Knochen gewährleistet wurde.

Wie bereits eingangs erwähnt, konnte die im Vorjahr praktizierte Methode nicht durchgängig angewendet werden, da der Knochen oft schon beim Versuch, ihn von der Erdunterlage abzuheben, in Staub zerfiel. Auch eine Reinigung auf bisher übliche Art erwies sich als undurchführbar. Und doch schien das in Spiritus gelöste Mowilith 50 ein sehr handliches und geeignetes Härtungsmittel. Wenn sich also der Knochen bis zu seiner Härtung als an seine Unterlage gebunden erwies, mußte man das Härtungsmittel an denselben heranbringen. Dazu erwies sich eine Injektionsspritze mit einer nicht allzu dünnen Nadel als am geeignetsten. Der Knochen wurde vorsichtig an verschiedenen Stellen angestochen und die Flüssigkeit bis zur vollständigen Sättigung langsam eingespritzt. Dabei konnte beobachtet werden, daß das Knochengewebe wie ein Schwamm reagierte und die Flüssigkeit sich fast augenblicklich vom Einspritzungspunkt ausgehend gleichmäßig im Knochen ausbreitete. Umgekehrt erwies sich, daß ein Zuviel an Flüssigkeitsmenge nicht nur sinnlos war, weil die Flüssigkeit ganz einfach abtropfte, sondern daß das Gewebe dem inneren Druck nicht standhalten konnte und auseinanderfiel. Es folgte nun eine etwa zwei-

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

stündige Trocknung der Knochen im Schatten. Nach dieser Behandlung war eine Härtung erzielt, wie sie ungefähr den Erfolgen des Jahres 1967 entsprach. Der sehr schlechte Erhaltungszustand des angefallenen Skelettmaterials jedoch ließ es ratsam scheinen, einen noch höheren Härtungsgrad anzustreben. Dies wurde mit wiederholten Einspritzungen und jeweils dazwischenliegenden Trocknungspausen ohne Schwierigkeiten erzielt. Die Bereicherung des Knochengewebes mit Mowilith 50 konnte so um ein wesentliches erhöht werden. Bei dieser Weiterbehandlung wurde nun folgende Beobachtung gemacht: bei Neuzufuhr einer Mowilith 50-Lösung (es handelt sich dabei immer um die vorteilhafte Lösung 1 Teil Mowilith und 10 Teile denaturierter Alkohol) in zu großen Mengen löste diese die bereits vorhandene Härtung vorübergehend auf, bis die neu zugeführte Lösung verdunstet war. Dieser Vorgang erklärt nun die Erfahrung aus dem Jahr 1967, daß eine mehrmalige Tränkung im Härtebad keine wirklich stärkere Härtung des Knochens zur Folge gehabt hatte. Löste sich das Mowilith 50 nämlich neuerlich in einem Bad, wurde zwar der prozentuelle Gehalt an Mowilith in der Härtelösung theoretisch um den im Knochen bereits vorhandenen geringen Teil erhöht, doch war diese Steigerung des Mowilithgehaltes naturgemäß so gering, daß sie nicht spürbar wurde.

Die Eigenschaft des Mowilith 50, sich nach erfolgter Härtung in Spiritus wieder zu lösen, konnte auch praktisch ausgewertet werden. Der Knochen, der noch immer auf seiner Arbeitsunterlage (dem vom Gipsring zusammengehaltenem Erdreich) ruhte, war noch teilweise mit Erde behaftet, teilweise noch nicht von dem ihn umgebenden Erdreich befreit. Bei der ersten Härtung mit der Injektionsspritze wurde automatisch auch das am Knochen anhaftende Erdreich mitgehärtet, so daß es sich mit dem Knochen zu einer kompakten Masse verbunden hatte. Nun genügte es aber, einige Tropfen reinen Spiritus mit Pinsel oder Injektionsspritze auf das zu entfernende Erdreich zu tropfen, um dieses in kürzester Zeit so weich werden zu lassen, daß es mit einem trockenen Pinsel oder mit einem kleinen Schaber ohne Schwierigkeiten entfernt oder sogar ohne Geräte weggeblasen werden konnte.

Diese Arbeit erfordert allerdings etwas Geduld und eine ruhige Hand, da die Entfernung der Erdreste genau in dem Moment erfolgen muß, in dem das Erdmaterial zwar seine Härte bereits verloren hat, der Spiritus aber noch nicht durch die Compacta gedrungen ist, d. h. der Knochen noch nicht erweicht wurde.

Nach Beendigung dieser Arbeit konnte die Härtung als abgeschlossen betrachtet werden.

Zum Abschluß dieses Berichtes soll nun noch die Härtung am Beispiel von zwei auf diese Weise bearbeiteten Schädeln beschrieben werden, wovon sich einer in einem Zustand befand, der bis dato als „unrettbar" bezeichnet worden wäre. Es handelt sich dabei um Schädel aus dem Grab 8 in A II-m/10.

Der erste Schädel (Bestattung 1) war in einem verhältnismäßig recht guten Erhaltungszustand, wohl durch den Erddruck etwas deformiert, aber mit noch sehr fester Knochenoberfläche. Als einer der ersten auf die neue Methode ge-

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

hobenen, ruhte er noch verhältnismäßig zu tief in seinem Gipsmantel. Der Nachteil dieser Lage zeigte sich sofort deutlich, da man ohne Entfernung des Gipsmantels nur an die obere Hälfte des seitlich liegenden Schädels zur Härtung herankam. Um ein ungehindertes Arbeiten zu ermöglichen, wurde der Gipsring in kleinen Teilen abgeschnitten und entfernt. Dies aber beschwor das Risiko herauf, daß das dem Schädel als Unterlage dienende Erdreich zerfallen würde.

Die Schlußfolgerung für weitere Bergungen dieser Art war damit gegeben: Der Gipsring muß möglichst tief angesetzt werden, so daß Schädel oder Knochen frei oben aufliegen.

Nach Freilegung und oberflächlicher Entfernung des noch anhaftenden Erdreichs konnte nun mit dem Injizieren der Härtungsflüssigkeit begonnen werden. Da die Knochenoberfläche stellenweise noch sehr hart und ein Durchstoßen mit der Nadel nicht überall möglich war, mußten die Bruchstellen am Kiefer und an der Schädeldecke herangezogen werden, um mit der Nadel die Kunststofflösung in das Innere der Knochen zu bringen. Mit fortschreitender Härtung der einzelnen Schädelteile konnte auch die Entfernung des Erdreichs aus Augen- und Mundhöhle etc. durchgeführt werden. Nachdem die erste Hälfte des Schädels gehärtet und die restlichen Halswirbel inklusive Atlas herausgelöst und ebenfalls gehärtet worden waren, wurde der Schädel vorsichtig gewendet und mit seiner gehärteten Seite in den Sand eingebettet. Darauf folgte die Bearbeitung der zweiten Schädelhälfte. Nach Beendigung dieser Arbeit konnte nun gefahrlos das Erdmaterial aus dem Inneren des Schädels herausgeholt werden, was sich mit einem Drahthaken durch das Hinterhauptsloch leicht bewerkstelligen ließ. Nun wurde die Schädelhöhle mit etwas Härtungslösung ausgespritzt und die Härtung des Schädels konnte als abgeschlossen betrachtet werden. Technisch wäre es nun auch möglich gewesen, die verschiedenen Bruchstellen am Schädel zu öffnen, die durch den Erddruck entstandene Verdrückung zu korrigieren und die Teile wieder neu zu kleben. In diesem Fall schien aber das zu erwartende, doch immerhin unsichere Resultat den mit dieser Arbeit verbundenen Zeitaufwand nicht zu rechtfertigen, zumal diese Korrektur ebenso gut später im Labor gemacht werden konnte.

Der Erhaltungszustand des zweiten Schädels (Bestattung 2) war so schlecht, daß seine Bearbeitung ursprünglich nur den Zweck verfolgte, die technischen Möglichkeiten der neuen Methode zu erproben. Der Schädel war durch den Erddruck auf eine Höhe von ca. 6 bis 7 Zentimetern flach zusammengedrückt worden. Die Knochen bestanden nur aus mehliger Substanz und die Tabula externa lag in losem Verband auf. Die Behandlung erfolgte ähnlich wie bei dem ersten Schädel der Bestattung 1, nur daß das Einstechen in die Knochenmasse hier überhaupt keine Schwierigkeiten bot. Es zeigte sich jedoch, daß das Fehlen des Knochengewebegerüstes für die zu erfolgende Härtung nicht günstig war. Selbst die Zuführung einer Härtelösung 1:5 zeitigte noch kein zufriedenstellendes Ergebnis. Vor allem schien die Klebekraft des Mowilith zu gering, um die vielen einzelnen Knochenteile zusammenzuhalten. Hier wurde

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

nun Movicoll, ein Kunstharzleim, zur Weiterbehandlung verwendet. In Wasser zu einer dünnen Konzentration gelöst, wurde Movicoll mit einem weichen Pinsel vorsichtig auf die Schädeloberfläche aufgetragen. Nachdem die Flüssigkeit vollständig absorbiert schien, wurde der Vorgang mehrmals mit etwas konzentrierterer Lösung wiederholt. Dies führte zu dem erhofften Ergebnis: die Knochenteilchen verbanden sich zu einem Ganzen. Dabei war es nicht notwendig, daß vor dem Auftragen der neuen Movicoll-Schichte die vorhergehende zur Gänze ausgetrocknet war. Sobald der obere Teil des Schädels gehärtet war, wurde er vorsichtig von seiner Unterlage gelöst und mit der bereits gehärteten Seite in eine Sandunterlage eingebettet. Daraufhin erfolgte die Härtung der zweiten Partie.

Bei dieser Art der Härtung erwies es sich als unumgänglich, alle Erd- und Schmutzreste noch vor dem Einsetzen der Movicoll-Behandlung zu entfernen. War erst mit der Anwendung von Movicoll begonnen, wurde das Erdreich mit an den Knochen geleimt. Movicoll löst nämlich weder die Mowilith-Härtung, noch läßt es sich selbst nach Erhärtung durch Wasserzufuhr oder ähnliches wieder erweichen.

Nachdem nun der Schädel durchgehend mit Mowilith und Movicoll gehärtet worden war, konnte wie bei Schädel 1 durch das Hinterhauptsloch das Erdmaterial mit Hilfe eines Drahthakens entfernt werden. Danach wurde der Schädel von innen her durch Eingießen und Ausschwenken einer Movicoll-Lösung geleimt. Überschüssige Lösungsflüssigkeit wurde durch das Hinterhauptsloch wieder abgegossen. Nach einer Austrocknungsdauer von zwei Tagen war dieses als „unrettbar" angesehene Schädelfragment so hart, daß es sorglos gehandhabt und für den Transport verpackt werden konnte.

Zum Abschluß dieses Berichtes darf nicht unerwähnt bleiben, daß diese Methode der Knochenhärtung erheblich mehr Zeit beansprucht als die im Jahre 1967 angewandte. Ob sie zur Anwendung gelangen kann oder nicht, hängt einerseits vom zahlenmäßigen Anfall und anderseits vom wissenschaftlichen Aussagewert der Skelette ab.

Literatur:

1. ENGELMAYER, R. und JUNGWIRTH, J. (1968): Eine Methode zur Härtung stark brüchiger Skelette aus Kulturschichten Unterägyptens. Ann. Naturhistor. Mus. Wien, Bd. 72.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien

Jahr/Year: 1969

Band/Volume: 73

Autor(en)/Author(s): Satzinger Heinz

Artikel/Article: Bergung und Härtung menschlicher und tierischer Skelette aus den hyksoszeitlichen Siedlungsschichten in Tell ed Dab'a 435-440