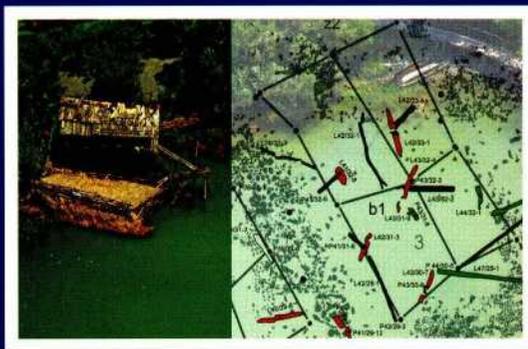
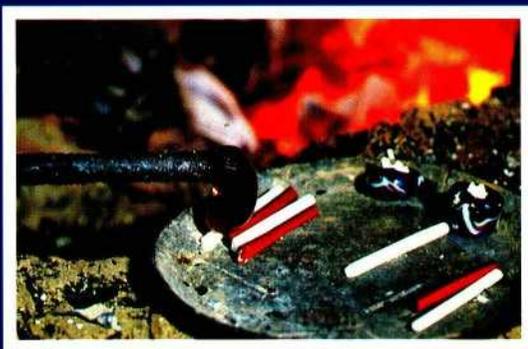


EXPERIMENTELLE ARCHÄOLOGIE

in Europa

Bilanz 2010



EXPERIMENTELLE ARCHÄOLOGIE IN EUROPA
BILANZ 2010
Heft 9

Herausgegeben von der Europäischen
Vereinigung zur Förderung der
Experimentellen Archäologie / European
Association for the advancement of
archaeology by experiment e. V.

in Zusammenarbeit mit dem
Pfahlbaumuseum Unteruhldingen,
Strandpromenade 6,
D – 88690 Unteruhldingen-Mühlhofen



EXPERIMENTELLE ARCHÄOLOGIE
IN EUROPA
BILANZ 2010



ISENSEE VERLAG
OLDENBURG

Gedruckt mit Mitteln der Europäischen Vereinigung zur Förderung der Experimentellen Archäologie / European Association for the advancement of archaeology by experiment e. V. und des Landes Niedersachsen

Redaktion: Frank Both

Textverarbeitung und Layout: Ute Eckstein

Bildbearbeitung: Torsten Schöning

Umschlaggestaltung: Ute Eckstein

Umschlagbilder: Tine Gam Aschenbrenner, Walter Fasnacht
Gunter Schöbel

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet abrufbar unter:
<http://dnd.dbb.de>

ISBN 978-3-89995-739-6

© 2010 Europäische Vereinigung zur Förderung der Experimentellen Archäologie / European Association for the advancement of archaeology by experiment e. V. – Alle Rechte vorbehalten
Gedruckt bei: Druckhaus Thomas Mützer GmbH, D – 99947 Bad Langensalza/Thüringen

INHALT

<i>Gunter Schöbel</i> Vorwort	7
<i>Ulrike Weller</i> Quo vadis Experimentelle Archäologie?	9
<i>Michael Herdick</i> Das Labor für Experimentelle Archäologie in Mayen (Lkr. Mayen-Koblenz)	15
<i>Ullrich Brand-Schwarz</i> „Living History“ als Beitrag zur musealen Vermittlung – Möglichkeiten, Grenzen und Risiken	23
<i>Andreas Willmy</i> Experimentelle Archäologie und Living History – ein schwieriges Verhältnis? Gedanken aus der Sicht eines Archäologen und Darstellers ¹	27
<i>Tinaig Clodoré-Tissot</i> Archeo-Music The reconstruction of Prehistoric musical instruments: hypothesis and conclusions in experimental music-archaeology	31
<i>Wulf Hein, Kurt Wehrberger</i> Löwenmensch 2.0 Nachbildung der Elfenbeinstatueette aus der Hohlestein-Stadel-Höhle mit authentischen Werkzeugen	47
<i>Leif Steguweit</i> Experimente zum Weichmachen von Elfenbein	55
<i>Friedrich W. Könecke, Jean-Loup Ringot</i> Ovalbohrung neolithischer Steinäxte	65

<i>Peter Walter</i> Bohren im Museum Forschungsgeschichte, Didaktik, Mathetik	71
<i>Gunter Schöbel</i> Das Hornstaadhaus – Ein archäologisches Langzeitexperiment 1996?	85
<i>Holger Junker</i> Autsch! Prähistorische Tätowiertechniken im Experiment	105
<i>Walter Fasnacht</i> 20 Jahre Experimente in der Bronzetechnologie – eine Standortbestimmung	117
<i>Daniel Modl</i> Zur Herstellung und Zerkleinerung von plankonvexen Gusskuchen in der spätbronzezeitlichen Steiermark, Österreich	127
<i>Thomas Lessig-Weller</i> Versuche zur Simulation von Pfeilbeschüssen – erste Ergebnisse	153
<i>Tine Gam Aschenbrenner</i> Glasperlenherstellung in Südsandinavien ... oder: Notruf aus der Feuerstelle ...	163
<i>Ulrich Mehler</i> Das Nibelungenlied in Wissenschaft und Praxis 20 Jahre experimentelle Geschichte, Living History oder Klamauk?	173
<i>Ulrike Weller</i> Vereinsbericht der Europäischen Vereinigung zur Förderung der Experimentellen Archäologie (exar) für das Jahr 2009	179

Versuche zur Simulation von Pfeilbeschüssen – erste Ergebnisse

Thomas Lessig-Weller

Findet ein Archäologe bei einer Ausgrabung eine Pfeilspitze, so geben ihm Material und Form erste Anhaltspunkte für die Datierung der Fundstelle. Ob aus Stein, Knochen, Bronze oder Stahl, der Zweck einer Pfeilspitze scheint für alle Zeiten relativ klar zu sein: Ein Ziel soll getroffen werden. Doch wie sah das Ziel aus und welche Wirkung sollte das Projektil hervorrufen? Diese Fragen scheinen gerechtfertigt, blickt man auf die Mannigfaltigkeit der Pfeilspitzentypen aus allen Epochen der menschlichen Vergangenheit. Man neigt gerne dazu, die Form der Pfeilspitzen in unmittelbarem Kontext zur Lebensweise der sie benutzenden Menschen zu stellen und sie als effektivste Möglichkeit zur Lösung der an sie gestellten Herausforderung anzusehen. Natürlich verwundert es nicht, im Kontext militärisch agierender Bogenschützen auf Projektilformen zu treffen, die in der Lage sind, die Defensivwaffen des Gegners zu überwinden. Und auch die auf Jagdplätzen angetroffenen Pfeilspitzen werden wohl ausreichend geeignet gewesen sein, die erwünschten Beutetiere zu erlegen. Doch stellt sich hier die Frage, wie zuverlässig vermeintlich nahe liegende Aussagen zur Effektivität bestimmter Pfeilspitzenformen eigentlich sind. Dieses Problem zeigte sich auch bei der Durchsicht des Fundmaterials von der Hünenburg, einer jungbronzezeitlichen Höhensiedlung im Ldkr. Helmstedt, Niedersachsen. Das umfangreiche archäologische Material aus der Jungbronzezeit zeigt deutliche Einflüsse der Lausitzer Kultur, wodurch die Hünenburg auch in

den Kontext der Lausitzer Burgen gestellt werden kann (HESKE 2001, 215). Neben der Ringwallanlage wurde auch die am Hangfuß gelegene Außensiedlung archäologisch untersucht, wobei in den zurückliegenden Jahren zahlreiche Projektilspitzen aus Knochen und Geweih geborgen werden konnten. Vor allem die spindelförmigen Pfeilspitzen ließen die Frage ihres Einsatzbereiches aufkommen: Handelt es sich um die Überreste von Jagdpfeilen oder lässt sich hier ein Aspekt der jungbronzezeitlichen Kriegsführung fassen? Ein Blick in die Geschichte der bolzenartigen Beinpfeilspitzen zeigt, dass sie häufig mit Gewalthandlungen gegen Menschen in Verbindung gebracht werden können. So finden sich vergleichbare Projektile z. B. auch bei der ostbayerischen Chamer Kultur im Bereich von Befestigungen (RIECKHOFF 1990, 166f.) und auch der Befund von Porsmose bei Næstved, Dänemark, mit je einem Knochenbolzen in Brust- und Nasenbein, legt eindrucksvoll Zeugnis vom Gewaltpotenzial im Endneolithikum ab (http://oldtiden.natmus.dk/udstillinger/bondestenalderen/slebne_oekser_af_flint/vaaben_vold_og_doeed_i_bondestenalderen). Doch sind Knochenbolzen tatsächlich Pfeilspitzen aus anderen verfügbaren Materialien überlegen? Und wenn nicht, warum wurden sie dann trotzdem verwendet?

Versuche zum Eindringverhalten unterschiedlicher Pfeilspitzenformen sollten helfen, diese Frage für die Funde der Hünenburg zu klären. Ein Blick in die Literatur zeigt, dass die Auseinandersetzung mit Pfeil und Bogen zu den Klassikern der Experimentalarchäologie zählt. Es wurde dabei vornehmlich der Frage nach der Effizienz des Waffensystems Pfeil und Bogen und der Penetrationsfähigkeit der Projektile nachgegangen. Bereits in den 20er-Jahren des 20. Jahrhunderts unternahm der Arzt Saxton Pope Tests, um die Leistungsfähigkeit der damals in Amerika üblichen, in der altenglischen Tradition

stehenden Langbögen auf den Prüfstand zu stellen (POPE 1985). Seine Analysen des Eindringverhaltens unterschiedlicher Pfeilspizentypen erbrachten erstaunliche und noch immer gültige Erkenntnisse. Als praktizierender Bogenjäger mit dem dafür erforderlichen Enthusiasmus für die praktische Auseinandersetzung mit dieser „primitiven“ Waffe, war es ihm möglich, enorme Schussdistanzen zielgenau zu überwinden. So berichtet er, dass der von seinem Bogen abgeschossene Pfeil den Körper eines Hirschbocks in einer Entfernung von 65 Yards (ca. 59 m) durchschlug, um noch 20 Yards (ca. 18 m) weiter zu fliegen (POPE 1985, 66f.). Doch auch vor der Verwendung authentischer Rüstungsbestandteile schreckte Pope nicht zurück. So unternahm er Beschussversuche auf ein mittelalterliches Kettenhemd – die im Übrigen zugunsten des Bogens ausfielen (POPE 1985, 22f.). Richtungsweisend waren allerdings die Entwicklung und der Einsatz einer Beschussbox, die er mit Rindsleber füllte und mit Fell bespannte, um den Körper eines Beutetiers zu simulieren (POPE 1985, 23). M. Lund und Chr. Schürmann griffen auf diese Konstruktion bei ihren Versuchen zur Funktionsinterpretation spätpaläolithischer Artefakte zurück (LUND u. SCHÜRMAN 1995). Zur Erzeugung von Gebrauchsspuren an Pfeilspitzenrepliken aus Silex füllte P. Kelterborn eine derartige Box mit Steinsplitt, um Fehlschüsse zu simulieren (KELTERBORN 1999). Doch auch die kriegerische Bedeutung der Bogenwaffe wurde in der jüngeren Literatur mit Hilfe experimentalar-chäologischer Untersuchungen intensiver beleuchtet. Die Ermittlung der Effizienz und potentiellen Verwendung alamannischer Pfeilspitzen stand dabei bei H. Riesch im Fokus (RIESCH 1999; RIESCH 2002, 56-63). Bei seinen Versuchen kamen ein glasfibe-belegter Langbogen sowie die Replik eines Eibenlangbogens vom Typ „Oberflacht“ zum Einsatz. Damit wurden Pfeilrepliken auf nachgebildete Lamellenpanzer und Schilde aus Distanzen zwischen 15

m und 13 m gelenkt. Noch kürzer (12 m) maß die Entfernung zwischen Bogen und Ziel (3 Repliken unterschiedlichster Schildtypen) bei Versuchen, die im Rahmen eines von der DFG geförderten Projektes die Leistungsanalyse von Rekonstruktionsversuchen skythischer Bögen zum Ziel hatten (GODEHARDT 2009, 43-50). Wie bereits Pope, nutzten auch H. Paulsen (PAULSEN 2005) sowie die Gruppe um A. Fischer (FISCHER u. a. 1984) Tierkörper bzw. Teile davon, um die Effizienz prähistorischer Waffentechnik unter Beweis zu stellen bzw. um Gebrauchsspuren zu erzeugen, die als Interpretationsgrundlage für steinzeitliche Pfeilspitzen dienen sollten.

Die Rückschau auf bereits durchgeführte Versuche illustriert sehr deutlich die Inhomogenität der Versuchsanordnungen oben angeführter Autoren. Auch wenn die Versuche der Beantwortung unterschiedlicher Fragestellungen galten und so auch die voneinander abweichenden Versuchsaufbauten zu erklären sind, so standen doch alle Experimentatoren vor dem Problem, die Versuchsanordnung so zu wählen, dass das Ziel auch getroffen werden konnte. Der Vorgang des Bogenschießens setzt sich aus sehr vielen Parametern zusammen (z. B. Leistung des Bogens, Auszuglänge, Biegeverhalten des Schaftes, Erfahrung des Schützen) aus deren richtigem Zusammenspiel schließlich der Treffer resultiert. Um die Auswirkung veränderter Parameter (im vorliegenden Artikel die Gestalt des Pfeilkopfs) auf das Ergebnis analysieren zu können, ist es nahezu unabdingbar, sämtliche Pfeilschüsse weitgehend gleichartig zu gestalten. Nur erfahrene und trainierte Schützen erfüllen die hohen Anforderungen, die an das „wissenschaftliche“, also stark normierte Bogenschießen, zu stellen sind. Sind die Herausforderungen bei „jagdlisch“ relevanten Entfernungen eher noch als gering einzuschätzen, so stellt das häufige Treffen kleinflächiger Probekörper bereits in mittelweiter Entfernung den Schützen vor größere Schwierigkei-

ten. Einen wichtigen Schritt in Richtung einer Beschussnormierung unternahm U. Stodiek bei seinen praktischen Untersuchungen zur Funktionsweise steinzeitlicher Speerschleudern (STODIEK 1991). Um die Treffergenauigkeit zu erhöhen und die Reproduzierbarkeit gleichartiger „Würfe“ zu gewährleisten, griff er auf eine armbrustähnliche Konstruktion zurück, die es ihm ermöglichte, Speere weitgehend mit der Geschwindigkeit zu werfen, wie sie – durch Highspeedaufnahmen belegt – mit der Schleuder erreicht wurde. Doch auch die bei Stodieks Versuch überbrückte Entfernung von ca. 15 m ist eher als „jagdlisch“ anzusehen. Zudem ist der von ihm praktizierte Beschuss eines Tierkadavers im Rahmen wissenschaftlicher Experimente nicht unproblematisch. Abgesehen von der Möglichkeit der Beschaffung von passenden Tierkadavern und ihrem zeitlich begrenztem Einsatz besonders bei warmen Wetterbedingungen, zeichnet sich der Tierkörper durch eine unerwünschte Inhomogenität auf. Neben Knochen unterschiedlicher Stärke weist der Körper auch unterschiedlich kompakte Innereien und Muskelpartien auf. Ohnehin sind bei der Erörterung militärischer Aspekte der Bogenwaffe höhere Distanzen im Rahmen von Beschussversuchen unumgänglich. Obwohl die Rekonstruktion kampfrelevanter Entfernungen im urgeschichtlichen Zusammenhang Schwierigkeiten bereitet, ist mit zu überwindenden Distanzen zu rechnen, die weit über 15 m liegen. Einen Eindruck von der Anforderung an prähistorische Bogenschützen in kriegerischen Auseinandersetzungen mag das von den Cherokee praktizierte, vermutlich in präkolumbianischer Zeit entstandene „Cornstalkshooting“ vermitteln. Der aus der kriegerischen Tradition der Cherokee hervorgegangene und noch immer praktizierte Schießwettbewerb umfasst das Schießen auf ein etwa 80 bis 120 Yards (ca. 73 bis 110 m) entfernt stehendes Ziel, wobei auch die Eindringtiefe in die Wertung mit

einbezogen wird. Das Ziel besteht aus den Namen gebenden ca. 90 cm langen Maisstängeln, die in einem hölzernen Rahmen auf ca. 90 cm Höhe und ca. 60 cm Dicke gestapelt werden. Als Vorbereitung auf den Krieg trainierten englische Männer des 16. Jahrhunderts sogar das Bogenschießen auf 70 bis über 250 Yards (ca. 64 bis über 229 m), wie alte Schießplätze bei Finsbury nahe London belegen (HERRIN 1993, 71). Fasst man die Unzulänglichkeiten zusammen, die konventionelle Versuchsaufbauten aufweisen, so kann die Simulation von Pfeilbeschüssen eine Möglichkeit bieten, Experimente zur Penetrationswirkung zu erleichtern, da einzelne Parameter leichter verändert werden und somit Versuche unter Laborbedingungen ablaufen können. Die Grundlage der Versuchsanordnung, die hier vorgestellt werden soll, fußt auf der Überlegung, dass identische Eindringtiefen mit identischen Projektilen in einem homogenen Ziel ein Zeichen für identische Aufprallenergie sind – und dies bei einer Unabhängigkeit von der Art der Beschleunigung. Es spielt also keine Rolle, ob das Projektil mit einem Bogen abgeschossen wird, mit einem Atlatl geschleudert oder auf ein Ziel senkrecht fällt. Diesen grundlegenden Überlegungen folgend, setzt sich der Versuchsablauf aus drei aufeinander aufbauenden Phasen zusammen:

- Phase 1: Beschuss eines homogenen Probekörpers mit normierten Pfeilen unter realistischen Bedingungen.
- Phase 2: Übertragung der Ergebnisse auf einen „Beschussapparat“.
- Phase 3: eigentlicher Versuch im Labor.

Basis für die konkreten Untersuchungen stellten die oben aufgeführten Knochenartefakte der jungbronzezeitlichen „Hünenburg“ bei Watenstedt dar. Der Versuch sollte zeigen, wie sie im Vergleich zu Pfeilbewehrungen aus Bronze und Flint abschneiden würden. Für die Tests wurde eine Pfeilspitze ausgewählt, die eine spindelförmige Gestalt aufweist, wobei der

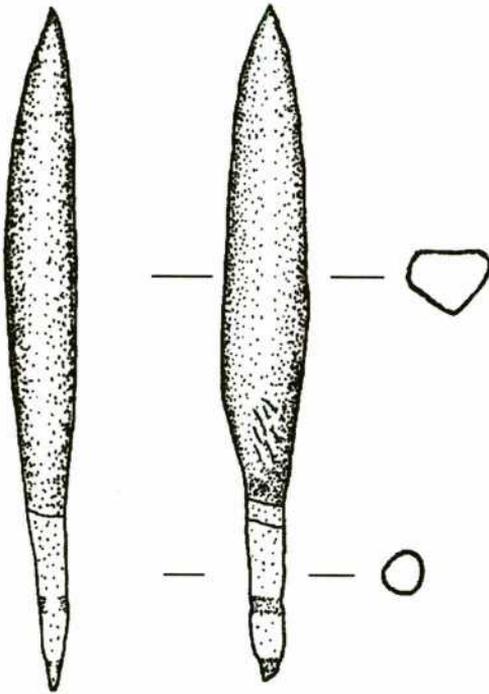


Abb. 1: Spindelförmiger Knochenbolzen von der Hünenburg bei Watenstedt, Ldkr. Helmstedt. Länge 7,6 cm, max. Dicke 1 cm.

dünnere Schaftdorn sich deutlich von der eigentlichen Spitze abhebt und konisch zuläuft (Abb. 1). Diese ist in Anlehnung an moderne Feldspitzen als bulletförmig anzusprechen und weist keine schneidenden Kanten auf. Ihr Gewicht beträgt 4 g, wobei davon auszugehen ist, dass ein Gewichtsverlust durch Entkalkung eingetreten ist: Die nach Vorlage angefertigte Replik aus einem frischen Rinderknochen wiegt 2 g mehr. Eine nicht unerhebliche Schwierigkeit bei der Durchführung der Phase 1 war die Normierung der einzusetzenden Pfeile. Weder vom Fundort Watenstedt, noch aus anderen Fundplätzen der Jüngeren Bronzezeit sind vollständig erhaltene Pfeilschäfte bekannt. Bei der Rekonstruktion eines idealtypischen Pfeils, dessen Gewicht die Grundlage für die Testpfeile bilden sollte, ist man daher auf Indizien angewiesen. Selbst in der vorausgehenden mittleren Bronzezeit sowie in der älteren vorrömischen Eisenzeit sind vollständig erhaltene Pfeile in Mitteleuropa unbekannt. Ein Blick auf relevante Befunde (Tab. 1) zeigt, dass man in der Jüngeren Bronzezeit – legt man eine Interpolation zugrunde – Pfeile erwarten darf, die im Unterschied zu steinzeitli-

Fundort	Datierung	Maße
Wardböhlen	Mont. II bzw. III	Schaftdurchmesser ca. 5 mm
Behringersdorf, Grab 5	Bz D	Schaftdurchmesser ca. 5 mm
Eberdingen-Hochdorf	Ha D1/Ha D2	Köcherlänge 45 cm + x Schaftdurchmesser ca. 6 - 7 mm
Hohmichele/Heiligenkreuztal	Ha D1	Köcherlänge 70 cm
Kleinostheim, Hügel XII	Ha D1	Köcherlänge 50 - 60 cm
Todtenweis, Hügel 2	Ha D3 (?)	Köcherlänge 60 - 70 cm
Treuchtlingen-Schambach, Grab 33	Ha C/Ha D	Köcherlänge 65 cm
Chouilly, Grab 67	Ha D	Köcherlänge 40 - 50 cm

Tab. 1: Ausgewählte Funde und Befunde, die Aussagen zu bronze- und eisenzeitlichen Pfeilmaßen ermöglichen (nach ECKHARDT 1996, ergänzt durch LESSIG 2002, 199f.).

chen Pfeilen erstaunlich kurz sind und geringe Schaftdurchmesser aufweisen. Bei der Rekonstruktion der Länge spielen vor allem die Grabfunde hallstattzeitlicher Köcher mit ihren charakteristischen Beschlägen eine wichtige Rolle.

Auf der Basis dieser Hinweise wurde der Versuch einer Pfeilrekonstruktion mit folgenden Daten vorgenommen:

Gesamtlänge	70 cm
Schaftlänge	65 cm
Schaftdurchmesser	7 mm
Länge Pfeilspitze	7,3 cm
Pfeilspitzengewicht	6 g
Gesamtgewicht	26 g
Schaftmaterial	Wolliger Schneeball

Tab. 2: Angaben zum Referenzpfeil.

Der Auflistung ist zu entnehmen, dass die Maße der Replik eher im oberen Wertebereich anzusiedeln sind. Trotzdem zeigt der Nachbau, dass er weit weniger wiegt, als er laut einer auf einem arabischen Lehrbuch basierenden Kalkulation wiegen müsste (siehe kritisch dazu ECKHARDT 1996, 48). Ausgehend vom Pfeilspitzengewicht sollte das Gesamtgewicht demnach eigentlich zwischen 42 und 54 g liegen. Der Rekonstruktionsversuch eines jungbronzezeitlichen Pfeils zur Ermittlung des Gewichts war insofern wichtig, als dieses Maß eine entscheidende Rolle bei der Entwicklung der Auftreffenergie auf ein Ziel spielt ($E = \frac{1}{2} m \times v^2$).

Im nächsten Schritt wurden sechs Pfeile aus Kiefernholz angefertigt, die in Gewicht, Länge und Befiederungsart identisch mit dem Referenzpfeil waren. Allerdings unterschieden sie sich durch einen geringfügig höheren Durchmesser und ihre Bewehrung mit handelsüblichen Feldspitzen aus Messing (Bullet-Form, Gewicht: 4 g), die durch ihre uniforme Gestalt ein identisches Eindringvermögen in den Probe-

körper gewährleisteten. Dieser bestand aus einem Quader aus Etafoam, einem Verpackungsschaumstoff, der aufgrund seiner Stoppwirkung und seiner Fähigkeit, Schusskanäle relativ gut zu verschließen, häufig bei Feldbogenschützen als Zielmaterial Verwendung findet. An einem sonnigen und windstillen Tag wurden auf die 91 cm x 62 cm x 10 cm messende und in einer Entfernung von 40 m stehenden Etafoamplatte (Dichtegruppe TF 250) 29 Treffer abgegeben. Die Platte wurde so befestigt, dass die Pfeile in einem rechten Winkel einschlagen und ihre Spitzen auf der Rückseite ohne Behinderung austreten konnten. Da auch über jungbronzezeitliche Pfeilbögen nichts bekannt ist, wurde der Nachbau eines Eibenholzbogens vom Typ „Schnidejoch“ verwendet, da er durch seine Form als sich auf ganzer Länge biegender D-Bogen mit einem Zuggewicht von 22 kg bei einer Auszuglänge von 61 cm als guter Referenzbogen angesehen werden kann. Eine zwischen dem Bogenstab und der Hanfsehne angebrachte und sich beim Vollauszug spannde Schnur gewährleistete eine immer gleiche Zuglänge.

Als Ergebnis des Scheibenbeschusses kann festgehalten werden, dass die Pfeile so in die 10 cm dicke Scheibe eindringen, dass die Spitzen im Schnitt 16,59 cm aus der Rückseite herausragten (Abb. 2). Erstaunlicherweise konnte bei den Pfeileinschlägen eine Differenz von 10 cm verzeichnet werden (minimale Eindringtiefe: 22,5 cm, maximale Eindringtiefe: 32,5 cm). Möglicherweise sind Strukturschwächungen des Kunststoffes durch Schusskanäle früherer Treffer für das tiefere Eindringen verantwortlich, so eine erste Annahme.

Diese im Feldversuch ermittelten Werte stellten nun die Grundlage für Phase 2 des Experiments dar. Hierfür wurde eine Apparatur konstruiert, die mit Fallgewichten und auswechselbaren Projektilspitzen auf den Probekörper aus Etafoam einwirkt (Abb. 3). Das Herzstück bildet ein Eisenrohr, an dem ein Bohrmaschinenfutter befestigt ist.

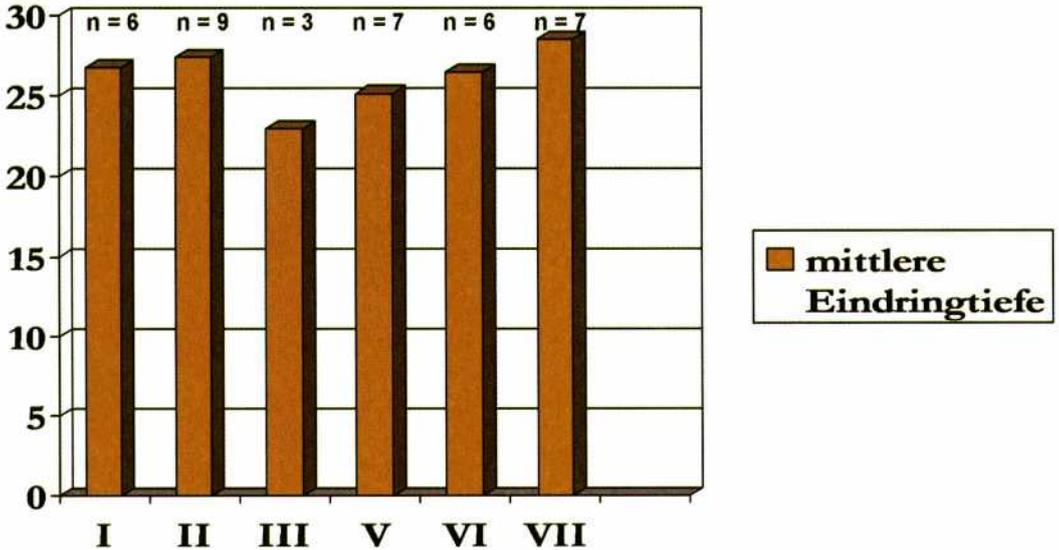


Abb. 2: Mittlere Eindringtiefe (in cm) der Testpfeile I bis VII bei einer Entfernung von 40 m.

Somit können in kurzen Schaftabschnitten fixierte Pfeilspitzen unkompliziert und schnell ausgewechselt werden. Das punktgenaue und senkrechte Fallen gewährleistet ein stabil montiertes Kunststoffrohr, das die Stange aufnimmt. Das Element zur Aufnahme der Probespitzen wird mit Hilfe einer Schnur über eine Umlenkrolle nach oben in das Führungsrohr gezogen. Ein einfaches Loslassen der Schnur führt zur Auslösung der Funktionsanordnung. Die bewegliche Einheit der Apparatur fällt dann in der Führung nach unten und die Pfeilspitze trifft auf eine horizontal gelagerte Etafoamplatte. Ihre Lage auf einer oben offenen Kiste erlaubt das ungehinderte Durchstoßen des Zielkörpers.

Durch Veränderung der Fallhöhe und des Fallgewichtes konnten Eindringtiefen erzeugt werden, die weitgehend den Werten entsprechen, die der Bogenbeschluss erbrachte: Bei einer Fallhöhe von 73 cm drang der 1913 g schwere Probekörper im Schnitt 25,87 cm ein. Auch hier zeigten sich bei den Eindringtiefen erstaunlicherweise Differenzen von bis zu 8 cm. Möglicherweise ein Zeichen dafür, dass Etafoam nicht die

Homogenität wie angenommen aufweist. Umso wichtiger ist es also, genügend Treffer – sowohl im Feld, als auch im Labor – in die Analyse einfließen zu lassen.

Nach der Justierung der Vorrichtung wurden nacheinander geschäftete Repliken von zwei Knochenbolzen, einer herzförmigen Flintpfeilspitze sowie einer gestielten Bronzepfeilspitze in das Bohrmaschinenfutter eingespannt und ihre Penetrationsfähigkeit mit Hilfe einer 1,5 bis 2 mm starken Hirschrohhaute getestet (Abb. 4). Das Ergebnis dieser Testversuchsreihe ist Abb. 5 zu entnehmen. Mit „Knochen 1“ ist dabei jene Spitzenform bezeichnet, die der Rekonstruktion des idealtypischen Pfeils zu Grunde lag. Die Spitze „Knochen 2“ weist im Querschnitt vier leicht ausgeprägte Kanten auf. Sehr deutlich zeigt sich, dass sich die schneidenden Eigenschaften von Flint- und Bronzepfeilspitzen beim Durchdringen von Rohhaut besonders positiv auswirken. Das Trefferbild von Knochenbolzen ist hingegen durch das Wiederverschließen des Schusskanals charakterisiert (Abb. 6). Der Absatz zwischen dem oberen Schaftabschluss und dem in den Markkanal eines



Abb. 4: Drei der insgesamt vier Projektilspitzen, deren Penetrationsfähigkeit getestet wurde: Knochenbolzen (links), flächig retuschierte Flintpfeilspitze (Mitte), Widerhakenspitze mit Schaftdorn aus Bronze (rechts).

Schösslings eingesetzten Schäftungsdorn verhinderte meist ein tieferes Eindringen des Pfeilkörpers.

Trotz der bislang geringen Anzahl an Versuchsdurchläufen lässt sich bereits eine klare Tendenz ablesen. Zum effektiven Überwinden zähelastischer Materialien, wie z. B. Körperpanzer-elementen aus Rohhaut/Leder, sind Knochenbolzen in der vorliegenden Form nur bedingt geeignet und stehen in ihrer Leistung weit hinter der von Projektilen aus Flint und Bronze zurück.

Abb. 3: Die Versuchsanlage zur Simulation von Pfeilbeschüssen mit der Bezeichnung wichtiger Elemente.

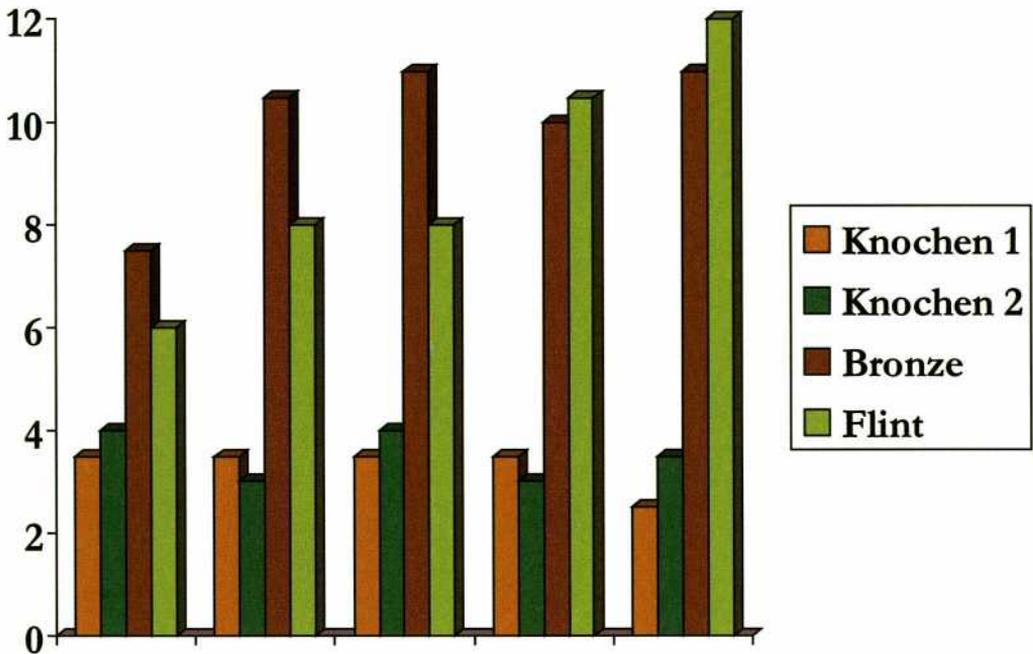


Abb. 5: Eindringtiefen (in cm) bei 25 simulierten Pfeilschüssen auf Rohhaut mit Spitzen aus Knochen, Bronze und Flint.

Mithilfe der vorgestellten Simulationsanordnung kann die Penetrationsfähigkeit unterschiedlicher Projekttilformen sehr gut unter kontrollierten Bedingungen untersucht und verglichen werden. Dies resultiert zum einen aus der Tatsache, dass mit gleich bleibender Höhe und konstantem Fallgewicht eine starke Normierung erreicht und der Fokus auf die Veränderung des Parameters Eindringvermögen gerichtet werden kann. Zum anderen erlaubt die Konstruktion durch den festgelegten Trefferbereich den Einsatz kleinflächiger Probekörper, was ihr schnelles Auswechseln ermöglicht und zudem den Zeitaufwand bei der Datenermittlung minimiert. Durch die Kombination mit Feldversuchen besteht zudem die Option einer Eichung der Versuchsapparatur. Somit können Treffer mit einer definierten Ausrüstung auf eine festgelegte Distanz ausreichend simuliert werden. Werden in Zukunft die Daten weiterer Beschussversuche ausgewertet, so kann im Laufe der Zeit eine breite Grundlage

dafür geschaffen werden, Fragestellungen zur Effizienz von Pfeil und Bogen im Labor zu beantworten. Dazu ist es natürlich wichtig, dass möglichst viele Bogenschützen bei der Datenerhebung mitwirken und ihre Ergebnisse zur Verfügung stellen. In Bezug auf die Knochenbolzen von der Hünenburg sollen noch weitere Untersuchungen durchgeführt werden. So ist geplant, die Tests auf Muskelgewebe und Metallpanzer auszuweiten. Des Weiteren soll der Frage nachgegangen werden, welche Leistungen die Knochenbolzen auf unterschiedliche Entfernungen zeigen und wie sich abweichende Maße bei der Rekonstruktion des Referenzpfeils auf die Effizienz auswirken. Auch wenn ihre Gefährlichkeit im Vergleich zu Flint- und Bronzepfeilspitzen als eher gering einzuschätzen ist, so gibt es sicherlich Gründe, warum die Träger der Lausitzer Kultur ihre Pfeile mit den vorgestellten Knochenbolzen bewehrten. Möglicherweise helfen weitere Versuche dabei, diesem Geheimnis auf die Spur zu kommen.



Abb. 6: Charakteristisches Bild bei Auftreffen von spindelförmigen Knochenbolzen auf Rohhaut.

Summary

Bone-artefacts discovered in the area of a late Bronze Age settlement called "Hünenburg" by Watenstedt in the county of Helmstedt, Lower Saxony, were determined as arrowheads. But used as projectiles, how effective are these bone-artefacts in comparison to arrowheads made of flint or bronze? To answer this question an apparatus was designed to determine the problems of classical shooting experiments like absence of accuracy by shooting long ranges, suitable terrain or provision of carcasses. To simulate an arrow hit the apparatus was build in a manner a weight consisting of a metal tube and a chuck to receive different types of arrowheads can fall onto an interchangeable sample. To calibrate the apparatus an etafoam-sample was battered with standardised arrows shot from a replica bow under approximately realistic conditions. The depth of penetration was then transferred to the apparatus by changing the weight of the metal tube. The lack of velocity was

therefore compensated by increasing the mass of the "projectile". As a test sample a rawhide sheet (thickness 1,5 – 2 mm), representing an organic protector, was used. The test indicated that the efficiency of bone points in relation to arrowheads made of bronze and flint is relatively poor. But there must be reasons why Bronze Age people used them. Perhaps new projected tests will help to find the answer.

Literatur

- BERGMAN, C. A. u.a. 1988: Experimental archery: projectile velocities and comparison of bow performances. *Antiquity* 62, 1988, 658-670.
- ECKHARDT, H. 1996: Pfeil und Bogen. Eine archäologisch-technologische Untersuchung zu urnenfelder- und hallstattzeitlichen Befunden. *Internationale Archäologie* 21. Espelkamp 1996.
- FISCHER, A. u. a. 1984: Macro and Micro Wear Traces on Lithic Projectile Points. *Journal of Danish Archaeology* vol. 3, 1984, 19-46.
- GODEHARDT, E. 2009: Der skythische Bogen. In: V. Alles (Hrsg.), *Reflexbogen. Geschichte und Herstellung*. Ludwigshafen 2009, 27-59.
- HERRIN, A. 1993: Eastern Woodland Bows. In: J. Hamm (Hrsg.), *The Traditional Bowyer's Bible*, Vol. 2, 1993, 51-80.
- HESKE, I. 2001: Ein Geschosbolzen aus Geweih von der befestigten jungbronzezeitlichen Höhensiedlung der Hünenburg bei Watenstedt (Niedersachsen). *Archäologisches Korrespondenzblatt* 31, 2001, 215-222.
- KELTERBORN, P. 1999: Analysen und Experimente zu Herstellung und Gebrauch von Horgener Pfeilspitzen. *Jahrbuch der Schweizerischen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte* 83, 1999, 37-64.
- LESSIG, T. 2002: Archäologisch-technologische Untersuchungen zu Flintpfeilspitzen aus früh- und älterbronzezeitlichen Grabhügeln der südlichen Lüneburger Heide. *Die Kunde N. F.* 53, 2002, 195-208.
- LUND, M. u. SCHÜRSMANN, Chr. 1995: Schußversuche zur Wirkung und Schäftung einiger steinzeitlicher Projektilspitzen. *Experimentelle Archäologie, Bilanz* 1994. Archäologi-

- sche Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 8. Oldenburg 1995, 145-159.
- PAULSEN, H. 2005: Schussversuche mit einem Nachbau des Bogens von Koldingen, Ldkr. Hannover. Von der Altsteinzeit über „Ötzi“ bis zum Mittelalter. Ausgewählte Beiträge zur Experimentellen Archäologie in Europa von 1990-2003. Experimentelle Archäologie in Europa, Sonderband 1. Oldenburg 2005, 73-80.
- POPE, S. 1985: Jagen mit Bogen und Pfeil. 1985 (Deutsche Ausgabe, hrsg. von Fa. Robin Sport).
- RIECKHOFF, S. 1990: Faszination Archäologie. Bayern vor den Römern. Regensburg 1990.
- RIESCH, H. 1999: Untersuchungen zu Effizienz und Verwendung alamannischer Pfeilspitzen. Archäologisches Korrespondenzblatt 29, 1999, 567-582.
- RIESCH, H. 2002: Pfeil und Bogen zur Merowingerzeit. Eine Quellenkunde und Rekonstruktion des frühmittelalterlichen Bogenschießens. Wald-Michelbach 2002.
- STODIEK, U. 1991: Erste Ergebnisse experimenteller Untersuchungen von Geweihgeschoßspitzen des Magdalénien. Experimentelle Archäologie, Bilanz 1991. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 6. Oldenburg 1991, 245-256.

Abbildungsnachweis

Abb. 1: Universität Göttingen. Abb. 2-6: Verfasser.

Anschrift des Verfassers

Thomas Lessig-Weller
 Konzepte für Kulturgeschichte,
 Archäologie und Archäotechnik
 Kolbergstr. 8
 D – 30175 Hannover
 E-Mail: Lessig-Weller@t-online.de

ISBN 978-3-89995-739-6