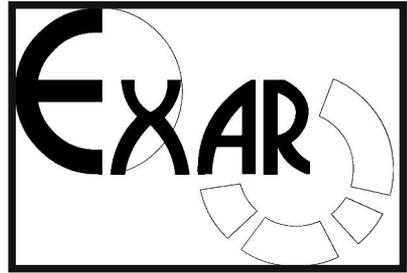


EXPERIMENTELLE ARCHÄOLOGIE IN EUROPA
Jahrbuch 2017
Heft 16

Herausgegeben von Gunter Schöbel
und 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,
88690 Unteruhldingen-Mühlhofen,
Deutschland



EXPERIMENTELLE ARCHÄOLOGIE
IN EUROPA
JAHRBUCH 2017

Festschrift für Mamoun Fansa zum 70. Geburtstag

Unteruhldingen 2017

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

Redaktion: Ulrike Weller, Thomas Lessig-Weller,
Erica Hanning

Textverarbeitung und Layout: Ulrike Weller, Thomas Lessig-Weller

Bildbearbeitung: Ulrike Weller, Thomas Lessig-Weller

Umschlaggestaltung: Thomas Lessig-Weller, Ulrike Weller

Umschlagbilder:

Bibliographische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie, detaillierte bibliographische Daten sind im Internet abrufbar unter:
<http://dnb.dbb.de>

ISBN

© 2017 Europäische Vereinigung zur Förderung der Experimentellen Archäologie / European Association for the advancement of archaeology by experiment e.V. - Alle Rechte vorbehalten

Gedruckt bei: Beltz Bad Langensalza GmbH, 99947 Bad Langensalza, Deutschland

Inhalt

<i>Gunter Schöbel</i> Vorwort	8
<i>Julia Heeb</i> Prof. Mamoun Fansa – Prähistoriker, Experimental-Archäologe und unermüdlicher Verfechter des denkmalgerechten Wiederaufbaus von Aleppos Altstadt	9
<h2>Experiment und Versuch</h2>	
<i>Sayuri de Zilva, Josef Engelmann</i> Vom grünen Stein zum roten Metall – Reduktion von Malachit mittels Lungenkraft am offenen Feuer	13
<i>Alex R. Furger</i> Antike Buntmetalllegierungen im Experiment: Formbarkeit und Härteverhalten beim Kaltschmieden, Glühen, Abschrecken und Rekristallisieren	25
<i>Hans Reschreiter</i> 40 years of underground experiments – Getting to know the prehistoric Hallstatt salt mine with the aid of experimental archaeology	45
<i>Maikki Karisto, Karina Grömer</i> Different solutions for a simple design: New experiments on tablet weave HallTex152 from the salt mine Hallstatt	60
<i>Helga Rösel-Mautendorfer, Ines Bogensperger</i> Plinius der Ältere und das Bemalen von Textilien. Die Rolle der Experimentellen Archäologie zum Verständnis antiker Texte	70
<i>Matthias Bruestle</i> About the relationship of the coin image and the engraving tools	82
<i>Hannes Lehar</i> Puls meets fast food generation	96
<i>Frank Wiesenberg</i> Zur Herstellung römischer Rippenschalen. Resultate aus dem Borg Furnace Project 2015	104

<i>Maren Siegmann</i> Innenansichten – Glasperlen, vom Loch her betrachtet	116
<i>Stefan Stadler</i> Vom Zinkerz (Galmei) zum Messing im frühmittelalterlichen Ostalpenraum	123
<i>Stephan Patscher, Sayuri de Zilva</i> Der byzantinische Traktat „Über die hochgeschätzte und berühmte Goldschmiedekunst“ – Neuedition, Übersetzung und interdisziplinärer Kommentar: Das Projekt und erste Ergebnisse der experimentellen Evaluierung	136
<i>Andreas Klumpp</i> Garmethoden und zugehöriges Gerät in der mittelalterlichen Küche	148

Rekonstruierende Archäologie

<i>Bianca Mattl, Helga Rösel-Mautendorfer</i> Das Welterbedamen-Projekt – Gewandrekonstruktionen für das Oberösterreichische Landesmuseum	156
<i>Rüdiger Schwarz</i> Ascia-Hobel, Skeparnon, Mehrzweckdechsel oder zweiarmige Dechsel? Zur praktischen Arbeit mit einem vermeintlichen Vorläufer des Kastenhebels	166

Vermittlung und Theorie

<i>Wolfgang Lobisser</i> Die Geschichte der archäologischen Architekturmodelle im Freilichtbereich des niederösterreichischen Museums für Urgeschichte – MAMUZ – in Asparn an der Zaya von den Anfängen bis zur Gegenwart	180
<i>Karina Grömer</i> Hin und wieder retour...Weltweite Resonanz auf archäologische Textilfunde – Fallstudie Hallstatt	196
<i>Barbara Rankl</i> The Sarcophagi garden in Ephesus. Condition survey of 21 sarcophagi and conservation of the "Amazon Battle" sarcophagus	208

<i>Tobias Schubert, Michael Zülch</i> Virtuelle Rekonstruktion. Anwendung der Computersimulation zur Validierung von archäologischen Kleidungsrekonstruktionen	217
<i>Julia Heeb</i> Neue Entwicklungen im Museumsdorf Düppel – Stadtmuseum und Freilichtlabor	225
<i>Julia Häußler</i> Guédelon – Experimentelle Archäologie und touristische Attraktion	234
<i>Tsvetanka Boneva</i> Digitale Rekonstruktion und 3D-Visualisierung der mittelalterlichen Stadt von Schumen (13.-14. Jh.)	246

Jahresbericht und Autorenrichtlinien

<i>Ulrike Weller</i> Vereinsbericht der Europäischen Vereinigung zur Förderung der Experimentellen Archäologie e.V. (EXAR) für das Jahr 2016	253
Autorenrichtlinien „Experimentelle Archäologie in Europa“	257

Virtuelle Rekonstruktion

Anwendung der Computersimulation zur Validierung von archäologischen Kleidungsrekonstruktionen

Tobias Schubert, Michael Zülch

Summary – Virtual reconstruction. The validation of archaeological clothing reconstruction by computer-based simulation. *The reconstruction of ancient clothing in archaeology is mostly based on sources, finds and pictures, which are not reliable for technical purposes and are strictly theoretical constructs.*

That is not a problem if these pictures are for illustration only. Further, more functional questions, such as interpretation of damages and repairs or social interpretations or if a piece of clothing is strictly representative or suitable as working garb requires a more practical approach.

This practical approach is made by physically reconstructing the clothing using historical materials and means of production. These physical reconstructions are vastly time consuming and expensive and thus not suitable to explore the large parameter space spanned by different materials and ways of production.

The use of digital reconstruction by simulation is a possible solution for these problems. The tools are already available and used in clothing and the computer-game industries and are easily adapted for the use in reconstructing archeology. The major hindrance for the ad-hoc use of these programs is the lack of a comparable and classified database, which should provide physical properties of a multitude of reconstructed fabrics. The collection and preparation of these properties are the next logical steps towards the usage of simulation in an archaeological context.

Keywords: clothing, reconstructing archaeology, computer simulation

Schlagerworte: Bekleidung, Rekonstruierende Archäologie, Computersimulation

Das Sprichwort sagt: „Kleider machen Leute.“ In der Archäologie ist die Umkehrung dieses Satzes genauso wahr: „Leute (also Archäologen) machen Kleider.“ Die Rekonstruktionen von Kleidung beruhen jedoch nur in seltenen Fällen auf den Funden von Kleidung selbst, sondern basieren vorwiegend, insbesondere im früh-

und vorgeschichtlichen Bereich, auf funktional der Kleidung zugewiesenen Metallfunden oder – in seltenen Fällen – auf bildlichen Darstellungen.

Beiden Quellen ist jedoch gemeinsam, dass sie keine technischen Aussagen zur Herstellung der Kleidung gestatten. Näh-technik und Schnittmuster und damit tat-

sächliches „Verhalten“ der rekonstruierten Kleidung sind über diese Quellen nicht nachvollziehbar.

Bei der Rekonstruktion von Kleidung für die museale Präsentation oder zur Illustration ist dies nicht von Wichtigkeit, da Kleidung an einer Puppe oder in einer Zeichnung so arrangiert werden kann, dass aufgrund der Quellenlage offene Fragen dabei geschickt kaschiert werden können. Sprich: Die Kleidung muss sich nicht an einem sich bewegenden Körper während der Ausübung einer Tätigkeit „verhalten“, sodass eventuelle Fehlinterpretationen erst zutage treten, wenn man versucht, die Kleidung in ein gebrauchts- und tragfähiges Modell zu überführen. So stellt sich bei diversen theoretischen Rekonstruktionen die Frage, ob und wie diese im alltäglichen Gebrauch funktionieren können (etwa der „Textilriegelverschluss“ des Klappenrockes aus Waging siehe BARTEL, KNÖCHLEIN 1993, 435, Abb. 4; 15). Gebrauchs- und tragfähige Modelle werden jedoch benötigt, sobald die Frage des „Verhaltens“ der Kleidung an Signifikanz gewinnt. Dies ist der Fall, sobald im Fundmaterial konkret Teile von Kleidung auf-treten. Damit ist bei immer weiter fort-schreitenden Grabungs- und Konservierungstechniken in Zukunft verstärkt zu rechnen. Hierbei ist bei einer Einfügung der Fragmente in existierende Rekon-struktionsmodelle nicht unwesentlich, wenn am Gewebe gefundene Spuren zwischen „herstellungsbedingt“ und „benut-zungsbedingt“ unterschieden werden könnten.

Da Kleidung „Leute macht“, wie eingangs erwähnt, lassen sich anhand von Klei-dung bestimmte gesellschaftliche Rück-schlüsse ziehen. Auch hierzu kann es wichtig werden, zu evaluieren, ob es sich bei Kleidung – rekonstruiert oder in Abbil-dung gezeigt – um Alltags- bzw. Arbeits-kleidung oder um reine Repräsentativklei-dung handelt. Bestes Beispiel hierfür ist etwa die römische Toga, welche als Be-

kleidungsstück nur dazu geeignet ist, würdevoll einher zu schreiten und Reden zu halten – und so die Bedeutung des Trägers als römischer Bürger hervorzu-heben.

Bislang würde eine Evaluierung dieser Fragestellung dazu führen, dass ein auf-wändiges 1:1-Modell erstellt und in mög-lichst realistisch ausgestalteten Realex-perimenten auf Alltagstauglichkeit getes-tet werden müsste. Jedoch sind bei der Erstellung von physischen 1:1-Modellen – sprich: genähter Kleidung – bestimmte Faktoren wie Material, Herstellung und Verarbeitung in Annäherung an originale Materialien und Techniken nur extrem aufwändig und damit kosten- und zeitin-tensiv zu replizieren. Dies zeigen etwa die Rekonstruktionsversuche von Rösel-Mautendorfer, Grömer und Kania zu den farbigen Gewebebändern aus Hallstatt (RÖSEL-MAUTENDORFER, GRÖMER, KANIA 2012) und etwa von Köstner zum Arbeits-aufwand des Webens alleine (KÖSTNER 2015).

Sofern es um eine Validierung verschie-dener Rekonstruktionsmodelle geht, po-tenziert sich der Aufwand mit der Menge der verschiedenen untersuchten Parame-ter und überschreitet somit gerne den zur Untersuchung einer Fragestellung zur Verfügung stehenden zeitlichen und wirt-schaftlichen Umfang.

Diesem Spannungsraum zwischen vielen zu untersuchenden Parametern, ihrem a priori nicht einzuschätzenden Einfluss auf das Untersuchungsergebnis und die hieraus resultierenden extrem hohen Auf-wände bei der Analyse der Beziehungen sehen sich auch andere wissenschaftliche Fakultäten wie zum Beispiel die Sozi-al-, aber auch die Natur- und Ingenieurs-wissenschaften gegenüber.

In diesen Fakultäten hat sich zur Analyse ein Vorgehensmodell herausgebildet, das neben einer gezielten Reduzierung der zu untersuchenden Parameter durch statisti-sche Versuchsplanung (hierzu soll ledig-

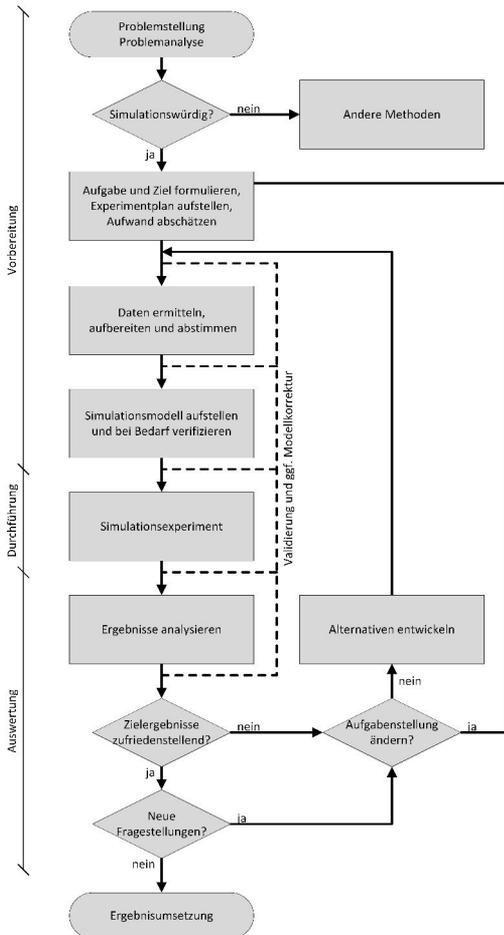


Abb. 1: Vorgehensmodell Simulation nach VDI 3633-1:2008. – Procedure model for Simulation according to VDI 3633-1:2008.

lich auf die einschlägige Fachliteratur wie z. B. TOUTENBURG 2002 verwiesen werden) vor allem die computergestützte Simulation zur Analyse und Optimierung einsetzt. Unter computergestützter Simulation ist hierbei – entgegen der landläufigen Interpretation – nicht nur die Abbildung einer wissenschaftlichen Fragestellung in einem IT-System zur reinen Visualisierung gemeint, sondern ein vollständiges Vorgehensmodell (Abb. 1), das aus unterschiedlichen Phasen besteht, die alle zu einer wissenschaftlich aussagekräftigen Analyse zwingend beitragen.

Auf das vorliegende Problem, nämlich die

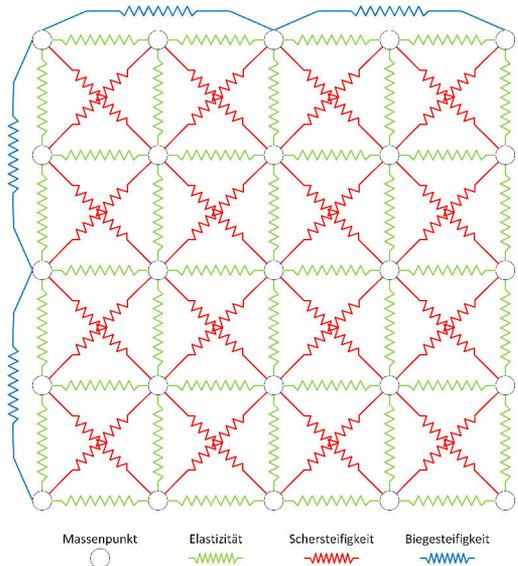


Abb. 2: Feder-Masse-Dämpfer-Modell nach PROVOT 1995. – Spring-Mass-Damper model according to PROVOT 1995.

Untersuchung von Rekonstruktionen vor- und frühgeschichtlicher Kleidung angewandt, sieht sich die simulative Analyse zunächst der Fragestellung gegenüber, ob hierin ein simulationswürdiges Problem gesehen werden kann.

Mit den bereits oben angeführten notwendigen, in den entsprechenden Untersuchungen bereits nachgewiesenen Aufwänden und der Größe des zu betrachtenden Parameterraums ist diese Frage aus Sicht der Autoren unbedingt zu bejahen. Die Frage nach Simulierbarkeit des Problems führt direkt zu der Suche nach einem adäquaten mathematischen Modell, das das Verhalten von Textilien mit hinreichender Genauigkeit abbildet und zusammen mit anderen unterstützenden Algorithmen in einem IT-Programm zusammengeführt eine Simulation ermöglicht.

Diese mathematische Beschreibung von Textilien erfolgt in der Regel durch das von PROVOT (1995) entwickelte Massen-Feder-Dämpfersystem, bei dem das Textil in eine Vielzahl kleiner Bereiche unterteilt

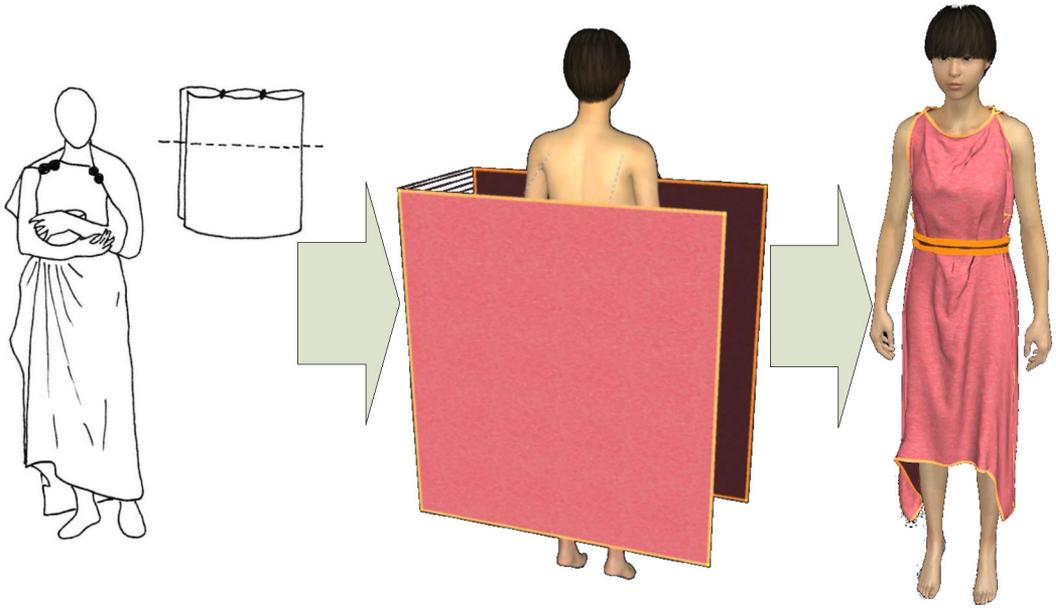


Abb. 3: Von der Zeichnung zum 3-D-Modell. Umsetzung einer Peplosrekonstruktion mit zwei Fibeln in CLO Atelier. – From drawing to 3-D. Reconstructed peplos with two brooches in CLO Atelier.

wird (Vernetzung oder Tesselation), die dann mathematisch zu einem Massenpunkt reduziert und gedanklich mit Federn und Dämpfern untereinander verknüpft werden (Abb. 2). Zusätzlich wird in diesem Modell durch entsprechende Algorithmen verhindert, dass sich das so entstandene Netz selbst oder andere Körper durchdringen kann und somit physikalisch unmögliche Zustände annimmt.

Typischerweise wird hier zur Modellierung zunächst der zweidimensionale Schnitt des zu simulierenden Kleidungsstücks vorgezeichnet. Die einzelnen Teile dieses Schnittes können durch Nähte, die ebenfalls als ein Feder-Dämpfer-System zu interpretieren sind, miteinander verbunden werden. Die so entstandenen Kleidungsstücke werden nun in einen dreidimensionalen Raum überführt und zunächst als Ebene um ein dreidimensionales Menschmodell arrangiert.

Dieses Verfahren ähnelt somit sehr stark dem Schneiderhandwerk, bei dem auf analoge Weise Textilstücke um eine

Schneiderpuppe herum arrangiert und vorläufig befestigt werden (Abb. 3).

Mit dem Start der Simulation erfolgt die Unterteilung der Textilstücke in die beschriebenen Bereiche und deren Verknüpfung über die Feder-Dämpfer-Beziehung. Zusätzlich werden noch externe Kräfte wie die Gewichtskraft oder Windkräfte, aber auch Bewegungsimpulse berücksichtigt. Die Simulation erfolgt in der Regel zeitdiskret, d. h. in mehreren zeitlichen Schritten aus der vorher arrangierten Position heraus. Der Anwender sieht daher das Fallen des Stoffs analog einer Kurzanimation, bis sich ein Gleichgewichtszustand zwischen allen berücksichtigten Komponenten eingestellt hat.

Die hierfür benötigten Werkzeuge – die Programme – existieren in verschiedenen Varianten bereits. Sowohl die Mode-, als auch die Computerspielindustrie arbeiten seit Jahren mit Programmen, die sich auch im Sinne einer simulativen archäologischen Kleiderrekonstruktion benutzen lassen. Auf Grund des ursprünglich ge-

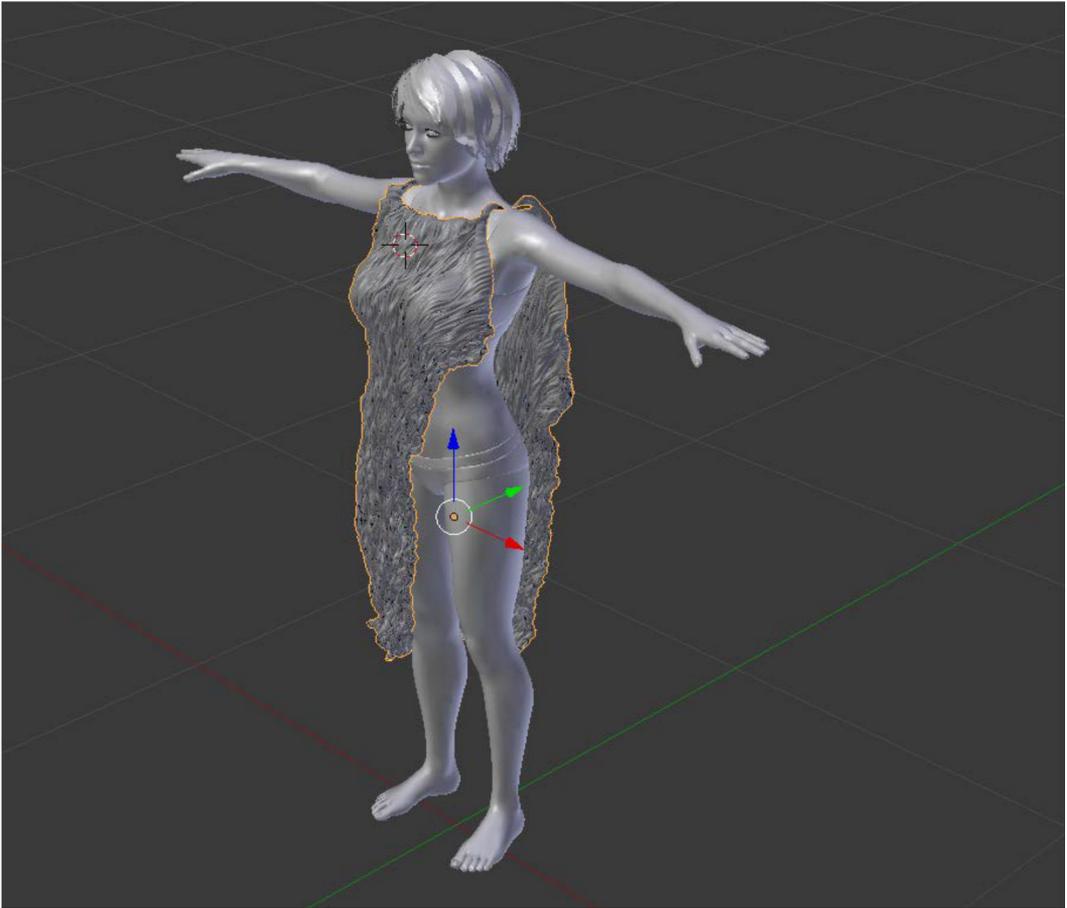


Abb. 4: Fehlerhafte Simulation in BLENDER. – Simulation failure in BLENDER.

dachten Einsatzbereichs in der Industrie stehen viele der in Frage kommenden Programmpakete durch einen hohen Funktionsumfang, aber auch durch hohe Beschaffungs- und Einarbeitungsaufwände heraus. Es konnten im Zuge einer Marktanalyse aber dennoch zwei Pakete ermittelt werden, die sich zum Einsatz auch im wissenschaftlich-akademischen Umfeld eignen.

BLENDER ist eine frei benutzbare 3-D-Grafik-Software, die ursprünglich durch ein großes Animationsstudio entwickelt wurde und nun durch Crowdfunding als Open-Source-Programm zur Verfügung steht. Es verfügt über eine große Toolbox zum Erstellen und Editieren von 3-D-Körpermodellen, legt aber einen außeror-

dentlich starken Fokus auf die Darstellung. Darüber hinaus musste im Zuge der Voruntersuchungen festgestellt werden, dass der zur Simulation von Textilien bereitstehende Programmteil im hohen Maße instabil ist und physikalisch nicht interpretierbare Lösungen ermittelt. Es ist zwar zu erwarten, dass in zukünftigen Programmversionen hier eine Verbesserung erreicht wird; die derzeit zur Verfügung stehende Version (Version 2.6) ist allerdings nicht verwendbar (Abb. 4).

CLO Atelier ist dahingegen ein kommerzielles Programm zur Anwendung in der Bekleidungsindustrie. Auf Grund dieser Zielgruppe ist die Bedienung des Programms sehr stark an die klassische Modellentwicklung im Modedesign ange-

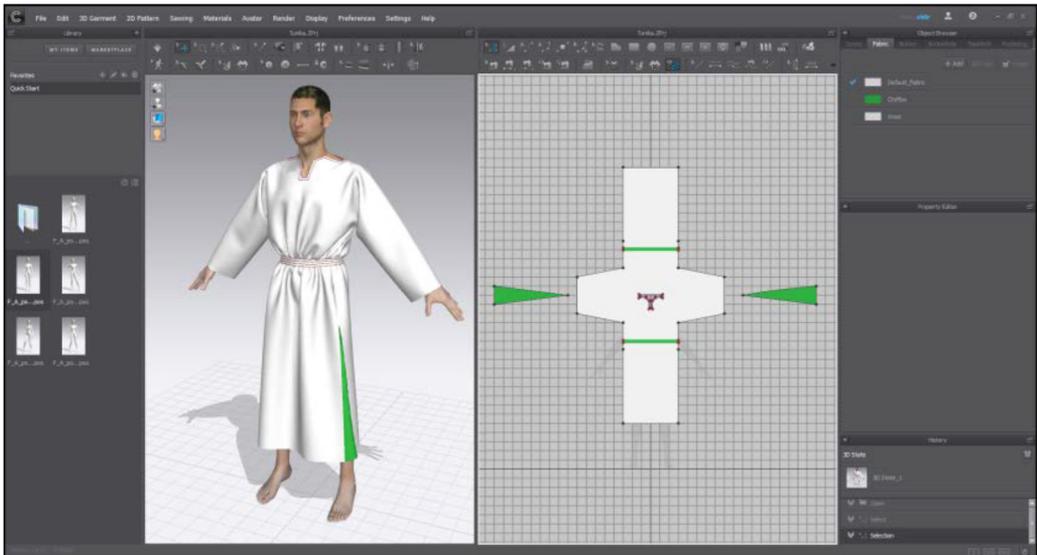


Abb. 5: Grafische Benutzeroberfläche des Simulationsprogramms CLO Atelier. – Graphical user interface of the simulation tool CLO Atelier.

lehnt, was die Erlernung des Programms insbesondere für an Kleidererstellung Interessierte sehr stark vereinfacht. Die Bedienung kann mit entsprechenden Vorkenntnissen als intuitiv angesehen werden. Neben der quasistatischen Berechnung und Darstellung eines am Körper fallenden Kleidungsstücks erlaubt die Software auch weitergehende Analysen. So können auch das Verhalten bei Bewegung, aber auch Belastungen des Stoffs bzw. Rissgefährdung von Nähten bestimmt werden. Ein aus verschiedenen Simulationsergebnissen gebildeter Kennwert erlaubt auch weitergehende Rückschlüsse in Bezug auf den Tragekomfort. CLO Atelier steht sowohl in einer kommerziell nutzbaren Version auch als Instituts- und Forschungslizenz zu stark reduzierten Kosten zur Verfügung und stellt daher einen interessanten Ausgangspunkt für weitere Untersuchungen dar (Abb. 5). Die für die Simulation zwingende Reduzierung eines realen Textils auf ein mathematisches Modell setzt voraus, dass neben den Eingangsgrößen Geometrie und Vernetzung die Textilien auch mit spezifischen Kenngrößen beschrieben

werden können, die das Verhalten des Textils realitätsnah beschreiben. Die benötigten Kennzahlen werden hierbei durch die zur Anwendung kommende Simulationsmethode, d. h. im vorliegenden Fall das Masse-Feder-Dämpfer-System nach Provot festgelegt. Die hierfür benötigten Kennzahlen müssen somit zum einen das Eigengewicht des Textils beschreiben, zum anderen auch das elastische Verhalten in verschiedenen Dehnungsrichtungen. Der ebenfalls zur Anwendung kommende Kollisionsalgorithmus benötigt darüber hinaus noch Kennzahlen, die die räumliche Ausdehnung, hier insbesondere die Dicke des Stoffs, beschreiben. Typischerweise werden somit folgende Kennzahlen für jedes modellierte Textil benötigt:

- Flächenbezogene Masse
- Stoffdicke
- Elastizität
- Schersteifigkeit und
- Biegeschlaffheit

Zur Gewährleistung der Vergleichbarkeit und Skalierung dieser Kennzahlen wird in der Regel auf normative Vorgaben der textilverarbeitenden Industrie zurückge-

DIN EN 12127:1997-12	Textilien - Textile Flächengebilde Bestimmung der flächenbezogenen Masse unter Verwendung kleiner Proben
DIN EN 29073-1:1992-08	Textilien; Prüfverfahren für Vliesstoffe; Teil 1: Bestimmung der flächenbezogenen Masse
DIN EN ISO 5084:1996-10	Textilien – Bestimmung der Dicke von Textilien und textilen Erzeugnissen
DIN EN ISO 9073-2:1997-02	Textilien - Prüfverfahren für Vliesstoffe Teil 2: Bestimmung der Dicke
DIN 53885:1998-12	Textilien – Bestimmung der Zusammendrückbarkeit von Textilien und textilen Erzeugnissen
DIN EN 1773:1997-03	Textilien – Textile Flächengebilde Bestimmung der Breite und Länge
DIN EN ISO 13934-1:1999-04	Textilien – Zugeigenschaften von textilen Flächengebilden Teil 1: Bestimmung der Höchstzugkraft und Höchstzugkraft- Dehnung mit dem Streifen-Zugversuch
DIN 53815:1989-05	Prüfung von Textilien Begriff für den einfachen Zugversuch
DIN 53934:1986-07	Prüfung von Textilien Bestimmung des Schiebewiderstandes von Geweben

Abb. 6: Für die Messung mechanischer Kennzahlen von Textilien relevante normative Vorgaben (Auszug). – Relevant standards for the measurement of mechanical properties of textiles (excerpt).

griffen. Als Beispiel sei hier auf DIN EN 12127:1997-12 verwiesen, die die Messung der flächenbezogenen Masse textiler Flächengebilde unter Verwendung kleiner Proben normiert. Weitere normative Vorgaben sind auszugsweise in *Abb. 6* angegeben.

Diese Kennzahlen liegen hierbei für viele unterschiedliche, aber moderne Textilien in der Datenbasis der Softwarepakete in ausreichender Qualität vor. So wird als Wolltuch zum Beispiel immer als modern verarbeitetes, industriell gewebtes und gefärbtes Tuch verstanden und nicht als kurzfasrige Wolle einer alten Schafraße, handversponnen und -gewebt. Für bestimmte Fragestellungen ist dieses Manko in den Parametern vernachlässigbar. Jedoch würde das Ergebnis der Simulation schon bei einer simplen Fragestellung wie den „Fall“ von Kleidung am Körper von aufwändiger hergestellten frühgeschichtlichen Tuchen verfälscht werden. Sobald man Belastungstests durchführen wollte,

sind die Ergebnisse nicht mehr übertragbar. Um eine qualitativ hinreichende Aussage auch für derartige Analysen zu erreichen, müssen daher diese Kennzahlen auch für historische Textilien erfasst sein und modelliert werden.

Die triviale Herangehensweise wäre hierzu die Erfassung und Messung der relevanten Kenndaten direkt an einem Originalbefund. Dieses Vorgehen wäre insoweit kritisch zu betrachten, dass die – in der Regel sowieso nur fragmentarisch vorliegenden – Textilfunde immer einer erheblichen Alterung und Umwelteinflüssen ausgesetzt waren und somit als gegenüber dem Verwendungszustand als verändert angesehen werden müssen. Darüber hinaus können die für die Erfassung der Kenndaten erforderlichen Messungen zu Beschädigungen der Befunde führen, die auf Grund des ohnehin nur geringen Aussagegehalts einer solchen Messung nicht gerechtfertigt wären.

Dahingegen kann angenommen werden,

dass anhand in Material und Herstellungstechnik rekonstruierter Textilien ermittelte Kennzahlen den ursprünglichen Verwendungszustand mit ausreichender Genauigkeit annähern.

Diese Materialien können darüber hinaus in ausreichender Menge und Varianz produziert werden, um eine statistisch signifikante, d. h. ausreichend genaue Bestimmung der notwendigen Kennzahlen zu ermöglichen.

Bisherige Arbeiten zur Rekonstruktion von historischen Textilien fokussieren allerdings auf Ausgangsmaterialien und dem Herstellungsprozess. Eine Beschreibung der hergestellten Textilien erfolgt, wenn überhaupt, nur rein qualitativ oder vergleichend und ohne Berücksichtigung der für eine Simulation notwendigen Kennzahlen und deren Messverfahren. Zum Aufbau einer entsprechenden Datenbasis ist es daher erforderlich, im Rahmen weiterer Untersuchungen die in anderen Projekten zu historischen Textilien hergestellten rekonstruierten Proben methodisch und gemäß den normativen Vorgaben zu messen und zu katalogisieren. Aufbauend auf dieser Datenbasis können dann weitere Fragen der experimentellen und rekonstruierenden Archäologie mit Hilfe der simulativen Methode angegangen und bearbeitet werden und das gesamte Potential dieser Methode gehoben werden.

Literatur

BARTEL, A., KNÖCHLEIN, R. 1993: Zu einem Frauengrab des sechsten Jahrhunderts aus Waging am See, Lkr. Traunstein, Oberbayern. *Germania* 71, 1993, 419-439.

KÖSTNER, B. 2015: Auf Tuchfühlung – ein Zweibaumwebstuhl im Einsatz vor Publikum im APX. Teil 2: Durchführung. *Experimentelle Archäologie in Europa* 14. Bilanz 2015, 176-185.

DIN EN 12127:1997-12: Textilien – Textile Flächengebilde – Bestimmung der flä-

chenbezogenen Masse unter Verwendung kleiner Proben. Berlin 1997.

PROVOT, X. 1995: Deformation constraints in a mass-spring model to describe rigid cloth behavior, *Proceedings of Graphic Interface '95*, Quebec, Canada, Mai 1995, 147-154.

RÖSEL-MAUTENDORFER, H., GRÖMER, K., KANIA, K. 2012: Farbige Bänder aus dem prähistorischen Bergwerk von Hallstatt. *Experimentelle Archäologie in Europa* 11. Bilanz 2012, 190-201.

RÖSEL-MAUTENDORFER, H. 2014: Möglichkeiten der Rekonstruktion eisenzeitlicher Frauenkleidung mit zwei und drei Fibeln. *Experimentelle Archäologie in Europa* 13. Bilanz 2014, 119-128.

TOUTENBURG, H. 2002: *Statistical Analysis of Designed Experiments*. Berlin, Heidelberg 2002.

VDI 3633-1:2008: *Simulation von Logistik- Materialfluss- und Produktionssystemen – Grundlagen*. Berlin 2008.

Abbildungsnachweis

Abb. 1: nach VDI 3633-1:2008

Abb. 2: nach PROVOT 1995

Abb. 3: RÖSEL-MAUTENDORFER 2014, Abb. 2

Abb. 4-5: Screenshots

Abb. 6: M. Zülch

Autoren

Dr. Tobias Schubert

Blücherstr. 18

50733 Köln

Deutschland

TSchubert72@gmx.de

Dr. Michael Zülch

Beethovenstr. 17

76689 Karlsdorf-Neuthard

Deutschland

Michael.Zuelch@gmx.de