

Die Bleikessel von Pompeji – Ein Experiment zur Färbetechnik

Sabine Ringenberg

Summary – The lead kettles of Pompeji from a technical perspective. *The interaction between the material of dyeing-vats and pigment or mordant is known from practical work in plant-dyes, but has so far not been documented. Dyeing-vats in historical plant-dyeing normally consist of iron or copper. An exception is the dyeing kettles of Pompeji, consisting of lead. In addition to the research being done on that find, the European Textile Forum carried out an experiment, showing the influence of the kettle material on the pigment.*

Die Wechselwirkung des Materials von Färbekesseln mit Farbstoff und Beize ist aus der praktischen Arbeit der Pflanzenfärberei bekannt, aber nicht dokumentiert. Färbekessel bestehen in der historischen Färberei gewöhnlich aus Eisen oder Kupfer. Eine Ausnahme hiervon sind die Färbekessel von Pompeji, die aus Blei gefertigt sind. Als Ergänzung zu einer Untersuchung dieses Fundes führte das Europäische Textilforum 2012 ein Experiment durch, das die Beeinflussung des Farbstoffes sichtbar macht.

Im Jahre 79 n. Chr. wurde die römische Stadt Pompeji durch einen Vulkanausbruch vollständig von Asche bedeckt und versank in Vergessenheit. Heute ist die Grabung in Pompeji sehr gut dokumentiert und bietet die Möglichkeit, nicht nur die Gegenstände des Alltags der Bewohner zu erforschen, sondern sie auch in ihrem Zusammenhang den Tätigkeiten und Produktionsmethoden zuzuordnen. Ein gutes Beispiel hierfür ist das Färberviertel von Pompeji, das nicht nur über eine eigene Wasserversorgung verfügte, sondern auch eine große Zahl von Färbekes-

seln und der dazugehörigen Öfen aufweist. Mit diesen hat sich Heather Hopkins beschäftigt und zunächst den Versuch unternommen, anhand der Größe der gefundenen Kessel den Brennstoffbedarf sowie die möglichen Produktionsmengen der Färbereien zu rekonstruieren. Diese Arbeit stellte sie während des Textilforums 2009 vor (HOPKINS 2013).

Das Europäische Textilforum ist ein Podium für den Austausch von Informationen zwischen Archäologie und Handwerk und bietet den Teilnehmern die Möglichkeit, sich zu vernetzen. 2009 fand die Tagung zum ersten Mal im Openlucht Museum in Eindhoven statt und ist seit 2012 zu Gast im Labor für Experimentelle Archäologie in Mayen, das auch die Möglichkeit bietet, ein Labor zu nutzen.

Da die Kessel von Pompeji aus Blei bestehen und es sich dabei um ein für Kessel ungewöhnliches Material handelt, wurde in Mayen ein Experiment durchgeführt, das die chemische Interaktion von Kesselwand und den Färbeflüssigkeiten untersuchte.

Im Färberviertel von Pompeji fanden sich

40 Kessel unterschiedlicher Form und Größe mit einem Fassungsvermögen von 90 bis 900 Litern, alle aus Blei. Einige davon sind in ihren Befeuerungskammern erhalten. Hopkins untersuchte zunächst das physikalische Verhalten eines Bleikessels, der mit Wasser gefüllt erhitzt wird, da Blei mit 327,43 Grad Celsius einen niedrigeren Schmelzpunkt als Eisen oder Kupfer hat und sich so die Frage nach der Stabilität der Kesselwand stellte. Auch das Gewicht der unbefüllten Kessel war Gegenstand ihrer Forschung (HOPKINS 2008). Bleikessel stellen eine Besonderheit dar. Ein Kessel kann für verschiedene Arbeiten verwendet werden: Kochen, Färben, Salz sieden und einige mehr. In Pompeji ist die Verwendung der Kessel eindeutig, da sie im Färberviertel gefunden wurden. Warum aber bestanden sie aus Blei?

In der Fragestellung des Experiments spielte ein technischer Faktor eine große Rolle, denn obwohl der Einfluss der Kesselwand aus der praktischen Arbeit mit Pflanzenfarbe bekannt ist, spielt er in der Literatur keine Rolle und wurde auch niemals genauer untersucht. Da moderne Färber mit Edelstahl oder emaillierten Kesseln arbeiten, also „neutralen“ Kesseln ohne Einfluss auf die Färbungen, wird dieser Effekt auch in modernen Färbearbeitungen nicht behandelt. Für historische Arbeiten stand bisher allerdings kein neutraler Kessel zur Verfügung. Sowohl Kupfer als auch Eisen verändern einen gelben Farbstoff in den grünen Bereich. Ohne einen neutralen Kessel ist es nicht möglich, ein reines Gelb zu färben.

Wahl der Farbstoffe

Zwei Naturfarbstoffe sind für das erste Jahrhundert n. Chr. häufig nachweisbar: Rot, meist aus Krapp (*Rubia tinctoria*) gewonnen, und Gelb. Grundlage für die Materialauswahl für die Testreihen des Experiments waren die textilen Funde aus Ma-

sada und vom Hadrianswall (BENDER-JOERGENSEN, MANNERING 2001; KOREN 1994).

Für die Versuchsreihe über die Auswirkungen der Kesselwand aus Blei eignet sich besonders der gelbe Farbstoff, der leicht durch die Reaktion mit Metall während des Färbeprozesses beeinflusst wird und durch Eisen oder Kupfer deutlich verändert wird. Wandgemälde aus den Ruinen von Pompeji zeigen aber auch rein gelbe Gewänder, die von den Römerinnen zu festlichen Anlässen und als Brauttracht getragen wurden. Daher muss es den Färbern möglich gewesen sein, reines Gelb zu färben, was mit Eisen- oder Kupferkesseln nicht möglich ist, da damit ein grüner respektive bräunlicher Ton entsteht.

Für die Versuchsreihe Gelb wurden Blätter der *Betula alba*, der einheimischen Weißbirke, verwendet. Eine zweite Testreihe wurde mit Krapp aus Syrien durchgeführt. Beide Farbstoffe reagieren erfahrungsgemäß besonders empfindlich auf das Material der Kesselwand.

Die Frage der Reinigung

In der modernen Pflanzenfärberei ist es üblich, einen Kessel nach der Benutzung gründlich zu reinigen, um eine Reaktion durch Färbeflottenrückstände an der Kesselwand beim nächsten Farbzug zu vermeiden. Die Kessel, die in Pompeji gefunden wurden, sind in Form und Größe sehr unterschiedlich, manche davon sehr hoch und schmal, andere eher in der Form einer flachen Wanne. Ein Kessel, der in der Höhe der durchschnittlichen Größe eines Bewohners von Pompeji entspricht, kann an seinen Innenwänden nur sehr schwer gereinigt werden, so dass sich die Frage stellt, ob Bleikessel zwangsläufig gereinigt werden mussten, oder ob ein oxydierter – also ungereinigter – Kessel unter Umständen ein anderes Ergebnis liefert als ein gereinigter.

Diese Überlegung floss in den Aufbau des Experiments ein.

Die Testreihen

Gebeizt und gefärbt wurde in neutralen Gefäßen aus Laborglas, jeweils eine Referenzprobe und weitere Proben unter Zugabe von Metalltafeln aus Kupfer, Eisen, oxydiertem Blei und unoxydiertem Blei, jeweils 10 x 10 cm groß. Während des Beizvorgangs und des Färbvorgangs fanden regelmäßige Messungen des pH-Wertes statt, um eine etwaige Veränderung nachzuweisen. Eine Verschiebung des pH-Wertes im Vergleich zur Referenzprobe zeigt eine solche Reaktion an, die von der einzigen Variablen im Versuchsaufbau, den Metallzugaben, verursacht werden muss.

Je 80 m Garn aus maschinengesponnen und zweifädig gezwirnter Wolle, Nm 15/2, wurde pro Probe verwendet.

Die Beize erfolgte für alle Proben mit 25 Prozent Alaun (Gewicht der trockenen Faser); die Garne wurden in der Beize für eine Stunde gekocht und dann über Nacht in der abgekühlten Flüssigkeit belassen.

Alaun, Aluminiumsulfat, ist wasserlöslich und zieht Wasser auch aus der Umgebungsluft an. Für den Transport mit Schiffen waren daher Amphoren nötig, die über eine besondere Form verfügen. Wasserdicht versiegelt wurde die Beize darin ins gesamte römische Reich verhandelt.

Das in Pompeji verwendete Alaun stammte aus Lipari, einer Mine, die für besonders reines Alaun bekannt war (BORGARD 2001).

Die Birkenblätter für die Färbeflotte wurden frisch geerntet, geschnitten und dann für eine Stunde ausgekocht. Danach wurden die Blätter entfernt. Anschließend wurden die Metallstücke und das am Vortag gebeizte Färbegut in den Farbsud eingelegt und wiederum eine Stunde lang kochend gefärbt.

Gemahlener Krapp wurde über Nacht ein-

geweicht und anschließend die gebeizte Wolle ohne vorheriges Erhitzen unter Zugabe der Metallproben gefärbt. Beide Farbstoffe, Birkenblätter und Krapp, wurden mit je 100 Prozent Fasergewicht (Trockengewicht) dosiert. Während der Färbungen wurden ebenfalls Messungen des pH-Wertes durchgeführt. *Tabelle 1* zeigt die Ergebnisse der Messungen.

Die Dokumentationsdaten des Färbexperimentes zeigen sehr deutliche Schwankungen des pH-Wertes im Verlauf der Beiz- und Färbeprozesse. Zudem zeigte sich ein höherer pH-Wert bei der Färbung mit Eisen als reaktivem Metall im Farbbad. Bei den Färbungen mit Kupfer und Blei mit blanker Oberfläche als reaktivem Metall zeigte sich eine Verbraunung der Farbe und gleichzeitig ein niedrigerer pH-Wert des Farbbades verglichen mit der Referenzfärbung. Die Probe mit oxydiertem Blei jedoch zeigte ein strahlendes Gelb und keinerlei Beeinflussung des Farbstoffes bei Krapprot. Zwar ist dieses Ergebnis auch bei der Probe mit unoxydiertem Blei zu beobachten, aber in schwächerer Form und mit nicht so strahlendem Ergebnis bei der Testreihe Gelb.

Die Probe mit oxydiertem Blei lieferte also ein neutrales Ergebnis und beeinflusste den gelben Farbstoff nicht in Richtung der Braun- oder Grünpalette.

Die pH-Werte für oxydiertes Blei liegen nahe an denen der Referenz. Weitere Untersuchungen sollten anhand einer Ionenmessung in den Flüssigkeiten nach der Färbung nachweisen können, dass Metallionen freigesetzt werden und für die Wechselwirkung mit dem Pflanzenfarbstoff verantwortlich sind.

Um eine Aussage über die Qualität einer Färbung mit Pflanzen zu machen, ist es nötig, diese auf Lichtechtheit zu überprüfen. Hierzu wird eine Probe des gefärbten Materials auf Karten gewickelt, die, zur Hälfte abgedeckt, für mindestens drei Monate in einem Südfenster der UV-Strahlung ausgesetzt werden. Der gelbe

	reference	lead oxidized	lead	copper	iron
wool weight dry before mordanting	11.3	11.1	11.1	10.3	10.3
alum added	2.8 g	2.8 g	2.8 g	2.6 g	2.6 g
pH with alum added	4.18 pH 19.7°C	4.16 pH 19.5°C	4.18 pH 19.5°C	4.18 pH 19.5°C	4.18 pH 19.6°C
pH before heating, wool and metal plates added	4.21 pH 20.2°C	4.18 pH 19.7°C	4.18 pH 19.7°C	4.19 pH 19.9°C	4.19 pH 20.0°C
pH after boiling	3.35 pH 84.7°C	3.37 pH 80.0°C	3.34 pH 78.7°C	3.36 pH 81.4°C	3.67 pH 77.8°C
pH after cooling	4.04 pH 23.2°C	4.05 pH 23.0°C	4.05 pH 23.0°C	4.06 pH 23.0°C	4.20 pH 22.9°C
madder weight	5.7 g	5.6 g	5.6 g	5.2 g	5.2 g
pH of madder before adding metal	7.24 pH 21.3°C	7.19 pH 21.3°C	7.14 pH 21.2°C	7.06 pH 21.5°C	7.17 pH 21.4°C
pH of madder after adding metal	7.23 pH 21.6°C	7.18 pH 21.2°C	7.12 pH 21.3°C	7.12 pH 21.3°C	7.17 pH 21.3°C
pH of madder while heating	6.45 pH 63.0°C	6.35 pH 65.8°C	6.35 pH 66.5°C	6.45 pH 67.7°C	6.40 pH 69.0°C
pH of madder pots after boiling	6.40 pH 80.9°C	6.32 pH 80.7°C	6.33 pH 82.7°C	6.44 pH 80.6°C	6.55 pH 78.2°C
pH of madder pots after one hour of cooling	6.71 pH 51.3°C	6.58 pH 50.4°C	6.55 pH 51.3°C	6.66 pH 50.6°C	6.78 pH 49.3°C

Tab. 1: Messungen des pH-Werts während Beize und Färbung mit Krapp (madder). – Measurements of pH during mordant and dye with madder.

Farbstoff der *Betula alba* gilt als nicht besonders lichtecht und wird auf der bei Färbern üblicherweise verwendeten Skala von 1 bis 8 lediglich mit 4 bewertet. Die Probe mit oxydiertem Blei zeigte gegenüber allen anderen in der Lichtechtheits-Prüfung im Anschluss an die Färbung eine deutliche Verbesserung des Wertes auf 5-6.

Bei den Proben mit Krapprot, deren Wert für diesen Test mit 7 eingestuft wird, war

dieser Effekt wegen der ohnehin hohen Lichtechtheit des Farbstoffs nicht in dieser Deutlichkeit zu beobachten; es waren aber bei beiden Proben mit Blei auch keine Verbraunungen oder eine sonstige Beeinflussung des Farbstoffs festzustellen. Der oxydierte Bleikessel verhielt sich also beiden Farbstoffen gegenüber neutral.

	reference	lead oxidized	lead	copper	iron
wool weight dry before mordanting	11.0	10.8	10.8	10.7	10.5
alum added	2.8 g	2.7 g	2.7 g	2.7 g	2.6 g
pH before heating	4.27 pH 19.4°C	4.23 pH 19.6°C	4.27 pH 19.5°C	4.25 pH 19.3°C	4.28 pH 19.4°C
pH before heating, wool and metal plates added	4.25 pH 20.0°C	4.25 pH 20.0°C	4.26 pH 19.8°C	4.25 pH 19.6°C	4.25 pH 19.7°C
pH while heating	3.56 pH 19.4°C	3.55 pH 19.6°C	3.54 pH 53.5°C	3.53 pH 54.2°C	3.54 pH 54.7°C
pH after boiling	3.30 pH 82.6°C	3.37 pH 82.6°C	3.35 pH 80.0°C	3.34 pH 80.3°C	3.61 pH 79.6°C
pH after cooling	4.20 pH 21.4°C	4.20 pH 21.3°C	4.20 pH 21.3°C	4.18 pH 21.4°C	4.30 pH 21.3°C
birch leaf weight	22.0 g	21.6 g	21.6 g	21.4 g	21.0 g
pH of birch before adding metal	7.00 pH 21.4°C	7.11 pH 21.5°C	6.85 pH 21.7°C	6.79 pH 22.3°C	7.10 pH 22.1°C
pH of birch after adding metal	7.01 pH 20.7°C	7.07 pH 20.7°C	6.99 pH 20.7°C	6.97 pH 20.9°C	7.08 pH 21.0°C
pH of birch while heating	5.98 pH 67.7°C	5.90 pH 69.2°C	5.83 pH 70.7°C	5.82 pH 71.4°C	5.89 pH 72.1°C
pH of birch pots after boiling	5.45 pH 78.2°C	5.47 pH 77.2°C	5.35 pH 74.8°C	5.36 pH 77.5°C	5.69 pH 75.2°C
pH of birch pots after one hour of cooling	5.53 pH 48.3°C	5.55 pH 46.5°C	5.41 pH 46.1°C	5.41 pH 46.1°C	5.72 pH 46.3°C

Tab. 2: Messungen des pH-Werts während Beize und Färbung mit Birkenblättern (birch leaf). – Measurements of pH during mordant and dye with birch leaves.

Schlussfolgerung

Bei allen technischen Fragen, die die Verwendung eines Bleikessels aufwirft (Gewicht, Stabilität, Gesundheitsschädlichkeit), hat das Experiment den färbetechnischen Vorteil des Materials herausgearbeitet. Es ist mit diesen Kesseln möglich, auch empfindliche Farben ohne eine Be-

einträchtigung der Leuchtkraft oder Verbraunung der Farbe zu färben. Darüber hinaus bietet die Färbung mit Bleikesseln eine erhöhte Lichtechtheit, was besonders deutlich bei den Proben mit oxydiertem Blei zu beobachten ist. Die Wahrscheinlichkeit ist hoch, dass die Färber von Pompeji diesen Effekt kannten und die Kessel daher nicht so gründlich gerei-

nigt wurden, dass die Oxydschicht beeinträchtigt wurde.

Weitere Untersuchungen sind notwendig, um die stattfindende Reaktion der Kesselwand mit der Flüssigkeit näher zu beleuchten. Die Anzahl der Metallionen in Beize und Farblösung im Verhältnis zu der Anzahl im verwendeten Wasser könnte beispielsweise die Intensität der Reaktion anzeigen.

Autorin
Sabine Ringenberg
Waldhaus 2
54472 Brauneberg
Deutschland
wollschmiede@gmx.de

Literatur

BENDER-JOERGENSEN, L., MANNERING, U. 2001: MonsClaudianus: Investigating Roman textiles in the desert. The Roman Textile Industry and its Influence. A Birthday Tribute to John Peter Wild. Oxford 2001, 1-11.

BORGARD, P. 2001: L'alun de l'Occident romain. Marseille 2001.

HOPKINS, H. J. 2008: Using experimental archaeology to answer the unanswerable: A case study using Roman dyeing. In: P. Cunningham, J. Heeb, R. Raardekooper (Eds.), Experiencing Archaeology by experiment. Proceedings from the Second Conference of Experimental Archaeology. Oxford 2008, 103-118.

HOPKINS, H. J. 2013: Reconstructing the dyeing industry of Pompeii through experimental archaeology: the challenges and rewards of a new approach. In: H. J. Hopkins (Ed.), Ancient Textiles, Modern Science. Proceedings of the first and second European Textile Forum. Oxford 2013, 119-133.

KOREN, Z. 1994: Analysis of the Masada Textile Dyes. In: A. Sheffer, H. Granger-Taylor (Eds.), Masada IV. The Yigael Yadin Excavations 1963-1965. Final Reports. Jerusalem 1994, 257-264.

Abbildungsnachweis

Tab. 1-2: S. Ringenberg