

Vom künstlichen Stein zum durchsichtigen Massenprodukt

INNOVATIONEN IN DER GLASTECHNIK UND IHRE SOZIALEN
FOLGEN ZWISCHEN BRONZEZEIT UND ANTIKE

Florian Klimscha
Hans-Jörg Karlsen
Svend Hansen
Jürgen Renn
(eds.)



edition | topoi

GLAS IST DAS ERSTE VON MENSCHEN hergestellte Material, das nicht in der Natur vorkommt. Als Endprodukt eines komplexen Herstellungsprozesses hat Glas auch keine Ähnlichkeit mit den Ausgangsmaterialien. Glas wird in der Bronzezeit im östlichen Mittelmeerraum erfunden und als künstlicher Edelstein u.a. für prachtvolle Schmuckgegenstände, Architekturelemente und Gefäße genutzt. Auch wenn Glas nur an wenigen Orten hergestellt wird, finden Glasobjekte bis nach Südsandinavien Verbreitung, ihre außergewöhnliche Farbigkeit, der Glanz und die rätselhafte Herstellung werden mit magischen Eigenschaften in Verbindung gebracht. Im Gegensatz zur Produktion von Rohglas kann vorhandenes Glas aber verhältnismäßig einfach umgeschmolzen werden und wird von verschiedenen Gesellschaften als schmelzbarer Edelstein adaptiert. Entscheidende Durchbrüche in der Geschichte des Glases sind die Erfindung des Glasblasens im 1. Jh. n. Chr., die in Kombination mit der Logistik des römischen Imperiums Glas in die Alltagskultur eindringen lässt, sowie die Entwicklung neuer Glasrezepturen, die es ab der Spätantike möglich macht, erstmals auch Rohglas außerhalb des östlichen Mittelmeers herzustellen.

Vom Künstlichen Stein zum
durchsichtigen Massenprodukt

From Artificial Stone to
Translucent Mass-Product

INNOVATIONEN IN DER GLASTECHNIK UND IHRE SOZIALEN FOLGEN ZWISCHEN
BRONZEZEIT UND ANTIKE

INNOVATIONS IN THE TECHNOLOGIES OF GLASS AND THEIR SOCIAL CONSEQUENCES
BETWEEN BRONZE AGE AND ANTIQUITY

HERAUSGEGEBEN VON

Florian Klimscha
Hans-Jörg Karlsen
Svend Hansen
Jürgen Renn

Bibliographic information published by the Deutsche Nationalbibliothek
The Deutsche Nationalbibliothek lists this publication in the Deutsche Nationalbibliographie; detailed bibliographic data are available in the Internet at <http://dnb.d-nb.de>.

© 2021 Edition Topoi / Exzellenzcluster Topoi der Freien Universität Berlin und der Humboldt-Universität zu Berlin

Cover image: Glass two-handed bottle (amphora) 1st–2nd century A.D., Roman. The Metropolitan Museum of Art, New York, www.metmuseum.org.

Design concept: Stephan Fiedler

Distributed by
Westarp Verlagsservicegesellschaft mbH

Printed by
Druckerei Kühne & Partner GmbH & Co. KG

ISBN 978-3-9819685-5-2
ISSN (Print) 2366-6641
ISSN (Online) 2366-665X
DOI 10.17171/3-67
URN urn:nbn:de:kobv:188-refubium-29236-7

First published 2021
Published under Creative Commons Licence CC BY-NC 3.0 DE.
For the terms of use of third party content, please see the reference lists.

www.edition-topoi.org

INHALT

Vorwort — 7

HEIKE WILDE

Glass Working in Ancient Egypt — 9

GEORG NIGHTINGALE

Mykenisches Glas: Technologie und Nutzung — 29

LEONIE C. KOCH

Glas und glasartiges Material in Italien zur Bronze- und Früheisenzeit –
Forschungsstand und Perspektiven — 67

JEANETTE VARBERG

Mesopotamian and Egyptian Glass in Danish Bronze Age Graves — 105

JULIAN HENDERSON, SIMON CHENERY, EDWARD W. FABER, JENS KRÖGER

Political and Technological Changes, Glass Provenance and a New Glass
Production Model along the West Asian Silk Road — 119

HELMUTH SCHNEIDER

Vitri ars: Das römische Glas in der literarischen Überlieferung — 145

HOLGER SCHWARZER, THILO REHREN

Glass Finds from Pergamon. A Report on the Results of Recent
Archaeological and Archaeometric Research — 161

MARION BRÜGGLER

Glass Working in Germania secunda — 217

IAN C. FREESTONE

Glass Production in the First Millennium CE: A Compositional
Perspective — 245

FLORIAN KLIMSCHA

Zerbrechliche Technologie? Zäsuren und Kontinuitäten in der Produktion
von Glas zwischen Bronzezeit und Frühmittelalter — 265

Vorwort

Glas war seit seiner Erfindung vor allem ein sehr begehrter, künstlich hergestellter Edelstein, der nicht nur sehr wertvoll war, sondern dem man wohl auch magische Kräfte zuschrieb. Erst mit dem Aufkommen der Glaspeife war Glas nicht länger ein Luxusprodukt und verbreitete sich rasant. Die darauffolgenden Verbesserungen in der Herstellung von Glasobjekten, die heute als selbstverständlich gelten, sind eng mit dieser Entwicklung verknüpft. Glas wurde für filigrane Gefäße, Spiegel und Gewächshäuser genutzt. Fensterglas ermöglichte eine vollkommen neue, lichtdurchflutete Architektur, derer sich zunächst die römischen Kaiser bedienten. Später war Glas eine wichtige Voraussetzung für neue Erkenntnisse in der Medizin, zum Beispiel bei der Harnschau. Bis zur Erfindung des Plastiks stellte Glas zudem das einzige durchsichtige und beliebig formbare Material dar.

Die Ausbreitung der Glasproduktion lässt sich nicht einfach anhand bekannter Modelle des Technologietransfers verstehen, denn der weitreichende Produktionsprozess wurde nicht vollständig, sondern über einen sehr langen Zeitraum schrittweise adaptiert und gleichzeitig lokal weiterentwickelt. Dabei ist eine Besonderheit von Glas die Abhängigkeit der Produktion von bestimmten Rohmaterialien einerseits und hochkomplexem technischen Wissen andererseits. Beginnend mit den Vorstufen der Glasproduktion sowie den frühesten Nachweisen von Glas im Vorderen Orient bis zur Glasproduktion in mittelalterlichen Waldglashütten lässt sich eine Vielfalt an technischen Systemen mit jeweils lokal- und kulturspezifischen Substrukturen und Produktionsbedingungen unterscheiden.

Auch unterlag die Herstellung von Glas nicht nur quantitativen, sondern auch qualitativen Schwankungen. So wurde in Mitteleuropa Glas bereits in der Bronzezeit lokal hergestellt, jedoch lediglich für Perlen und zur Dekoration von Bronzeobjekten verwendet. Erst mit den Römern wurde Glas in der Art und Weise genutzt, wie wir es heute kennen: durchsichtig und für Gefäße und Fenster. Römisches Glas wird oft als Massenware verstanden, aber besonders schöne Stücke, die aufwendig hergestellt wurden, dienten auch zur Zurschaustellung von Reichtum und Status. Im Frühmittelalter wiederum liegen Hinweise auf Techniksynergien zwischen Glasproduktion, Keramikherstellung und Buntmetall-

verarbeitung vor und es entstanden ab dem 9. Jahrhundert erste Primärproduktionen außerhalb des östlichen Mittelmeers. Allerdings kann die Glastechnologie für den zu Grunde gelegten Zeitraum keinesfalls als umfassend erforscht gelten.

Im Rahmen einer Vortragsreihe, die durch den Exzellenzcluster Topoi finanziert wurde, hielten deswegen Ian Freestone, Julian Henderson, Heike Wilde, Georg Nightingale, Thilo Rehren, Helmuth Schneider, Marion Brüggler, Jeanett Varberg, Leonie Carola Koch, Stephanie Mildner, Holger Schwarzer und Peter Steppuhn† Vorlesungen, die die Glasproduktion von der Bronzezeit bis ins Hochmittelalter abdeckten. Aus ihnen sind die in diesem Band versammelten Beiträge entstanden. Bei der Auswahl der Referenten und Autoren war es das Ziel, aussagekräftige Fallbeispiele für die sich wandelnde Herstellung und Nutzung von Glas zwischen der Bronzezeit und dem Frühmittelalter zusammenzustellen und so die Diffusionsprozesse von antikem Glas sowie dessen Bedeutung für die Entwicklung anderer Techniken näher zu beleuchten.

Der vorliegende Band eröffnet ein breit gefächertes Panorama. Eine Klammer der Beiträge bildet dabei die Fokussierung auf die Herstellung und Bedeutung von Glas in verschiedenen kulturellen Kontexten und zu verschiedenen Zeiten, d.h. mit unterschiedlichen technischen Vorbedingungen und diversen Wissensbeständen.

Glas entstand nach heutigem Kenntnisstand im späten 3. Jahrtausend im östlichen Mittelmeerraum, erlebte seine erste Konjunktur jedoch während der Spätbronzezeit. Diesen Abschnitt deckt der Beitrag von Heike Wilde ab, die sich mit den auch heute noch eindrucksvollen und ästhetisch ansprechenden Glasgefäßen des Alten Ägyptens und der ägyptischen Glasherstellung auseinandersetzt. Das älteste Glas in Europa tritt in Griechenland, wo es mit der mykenischen Kultur verbunden ist, und Italien auf. Dabei existiert eine Reihe wichtiger Unterschiede. Während die mykenische Glasproduktion sich noch sehr stark an den Orient orientierte und trotzdem einen eigenständigen Glasstil erzeugte, darüber berichtet der Beitrag von Georg Nightingale, zeigt Leonie C. Koch bei den italischen Glasfunden einerseits deren technische Tradition in womöglich eigenständig entwickelten Fayenceperlen auf und betont die Vermittlung

von Wissen über die Alpen. Die nördliche Peripherie des bronzezeitlichen Glases stellt Jeanette Varberg vor und stützt sich dabei auf die durch neue Methoden gewonnene Identifizierung von mesopotamischem und ägyptischem Glas in Jütland. Sie geht neben der Rekonstruktion der Handelswege vor allem der sozialen Bedeutung des Glases nach.

Eine Zäsur bildet die Erfindung der Glaspeife, die das magisch konnotierte Luxusgut der Bronzezeit in eine Alltagsware wandelte. Dies sorgte jedoch nicht für einen Bedeutungsverlust, sondern ganz im Gegenteil dafür, dass Glas in ganz neue Sphären eindrang und im Bereich der Luxusgüter sogar dem Gold Konkurrenz machte, wie uns Helmuth Schneider anhand römischer Schriftquellen aufzeigt. Die Vielfalt der antiken Glasproduktion behandelt Marion Brüggler für die römische Rheinprovinz und beschreibt dabei Aufbau und Organisation einer Glaswerkstatt ohne dass in der Region bereits ausreichendes Vorwissen vorhanden ist.

Ian Freestone beginnt seine breit angelegte Geschichte des Glases mit der Erfindung der Glaspeife und verfolgt die Organisation der Glasproduktion in Europa durch das 1. Jahrtausend n. Chr. Er plädiert dafür, dass selbst das weitreichende Distributionsnetz des römischen Glases auf der Primärproduktion im östlichen Mittelmeer beruhte und sich die antike Glasproduktion also vor allem als quantitativer Sprung im Vergleich zur bronzezeitlichen darstellt.

Denselben Zeitraum sichten Holger Schwarzer und Thilo Rehren in einer Detailanalyse. Sie zeigen anhand der Glasproduktion von Pergamon vom Hellenismus bis ins Mittelalter wie sich technische Innovationen und

wirtschaftliche Schwankungen auf die Produktion von Glasobjekten auswirkten. Darüber hinaus beschäftigen sie sich mit dem Wechsel von Natronglas zu Pflanzenschengläsern. Anhand neuer Ergebnisse ist festzustellen, dass dieser keineswegs, wie traditionell geglaubt, durch das Versiegen der Natronglasproduktion in Ägypten und Judäa bedingt war, sondern schon Jahrhunderte vor diesem Ereignis lokales Glas in Pergamon hergestellt wurde.

Mit der Ausbreitung von Pflanzenschengläsern und den dafür verantwortlichen technischen, aber auch politischen, Gründen setzen sich Julian Henderson, Simon Chenery, Edward W. Faber und Jens Kröger bei ihrer Untersuchung islamischer Gläser entlang der Seidenstraße auseinander. Sie beschreiben die diffizile Entstehung des islamischen Pflanzenschenglases als Folge der Verlagerung der Glasproduktion nach Osten, wo unter völlig neuen technischen Bedingungen und unter dem Einfluss chinesischen Porzellans eine Experimentierphase mit Pflanzenschengläsern begann, die schließlich zur Entstehung dezentraler Primärglasprodukte führte.

Neben dem Exzellenzcluster Topoi, der sowohl die Vortragsreihe finanzierte als auch die Publikation, gilt unser Dank den Autoren sowie den Vortragenden, die kein Manuskript beisteuern konnten. Sehr traurig sind wir darüber, dass unser geschätzter Kollege Peter Steppuhn, der die Vorlesung zur mittelalterlichen Glasproduktion übernommen hatte, das Erscheinen dieses Bandes leider nicht mehr erleben konnte.

*Florian Klimscha, Hans-Jörg Karlsen, Svend Hansen und
Jürgen Renn*

Heike Wilde

Glass Working in Ancient Egypt

Summary

This paper presents the development of glass working in Ancient Egypt exemplified by typical finds, especially glass vessels that reached their peak in the New Kingdom. After summarizing the process of glass production and related sites, the development of glass working in Late Bronze Age Egypt will be described in stages, following a paradigm for technological innovations. Aspects like the origin of Egyptian glass working, the importance of glass in Late Bronze Age long distance trade, and the question of a ritual signification of glass in the Pharaonic culture are addressed. Finally, Egyptian glass of the first millennium BC is described in an overview referring to the most important categories of glass finds and sites.

Keywords: glass vessels; core-formed vessels; arts and crafts; grave goods; mosaic glass

Dieser Beitrag stellt die Entwicklung der Glasverarbeitung im alten Ägypten am Beispiel typischer Funde, insbesondere Glasgefäße, vor, deren Höhepunkt schon im Neuen Reich erreicht war. Nach einer zusammenfassenden Darstellung der Glasherstellung und damit verbundenen Fundorten, wird die Entwicklung der Glasverarbeitung des spätbronzezeitlichen Ägypten auf der Basis eines Stufenmodells für technologi-

sche Innovationen beschrieben. Dabei werden Aspekte wie die Herkunft des ägyptischen Glashandwerks, die Bedeutung des Glases im Fernhandel der Spätbronzezeit und die Frage nach einer rituellen Bedeutung des Glases in der pharaonischen Kultur angesprochen. Abschließend wird ein Überblick über das Glas im 1. Jahrtausend v. Chr. anhand seiner wichtigsten Objektgattungen und Fundorte gegeben.

Keywords: Glasgefäße; kerngeformte Gefäße; Kunsthandwerk und Handwerk; Grabsausstattung; Mosaikglas

The author wants to express her gratitude to Joachim Friedrich Quack for his critical review and his remarks, and Bethany Hucks for proofreading the text. I am very grateful to Dr. Markus Hilgert, Vorderasiatisches Museum Berlin, for the newly photographs of Mesopotamian glass vessels taken for this publication, and the Excellence Cluster Topoi for financing these. The author thanks Dr. Olivia Zorn and Dr. Jana Helmbold-Doyé for their cooperation and the opportunity to access the glass vessels and fragments of the Egyptian Collection Berlin, as well as for the new photographs for the present publication. All these vessels were obtained as purchases, without an indication of provenance.

I Introduction

Making glass was a highly specialized craft in Ancient Egypt. The sources, which refer to its development and not only generally to glass manufacturing, are very detailed in comparison to those from other ancient cultures. This is shown through archaeological finds, as well as iconographic depictions and written sources, which encompass an extremely long time-span.

Consequently, one would assume that the reconstruction of the glass production process and glass making would be an easy task for Ancient Egypt. Yet, the references to glass do not contain explicit instructions about the manufacturing processes or materials used, and recipes were recorded only for medical purposes, unguents, and incense.¹ Nevertheless, the large amount of iconographic material, as well as well-preserved glass artefacts, deliver more information than from any other period or culture.²

Therefore, the reconstruction of glass production in Egypt rests primarily on archaeological resources. To a large extent, this diversity of sources is due to the corresponding culture and society, for which a funerary practice was characteristic. This is represented by burial equipment with pieces of grave furniture or decoration depending on status and period. Moreover, the comparatively high amount of finds, as well as their extraordinary quality, was favored by the positive preservation conditions of the arid climate.

This contribution focuses on typical Egyptian glass finds until the Hellenistic Period.³ Most of the Egyptian glass vessels and glass jewelry from the 2nd millennium BC were grave goods, partly from royal tombs. Additionally, workshop areas provide archaeologists with raw materials, production waste, and crucibles. Workshops were associated with the royal court, which emphasizes

the high value of glass for Egyptian rulers. Egyptian glass is predominantly intensely colored. This is a common characteristic of glass of the 2nd millennium BC and is also encountered in other cultures. It was not yet blown, but processed in a cold state similar to stone or in a semi-fluid state and then, if necessary, reworked after cooling.⁴

Our understanding of the development of glass working is primarily based on finds of glass artefacts, particularly glass vessels, and on chemical analyses of glass. After presenting workshop areas and related sites, the evolution of glass working in Late Bronze Age Egypt will be classified into stages following a theory of technological innovations developed by the author.⁵ Theories for innovation-classification can usually be found in the area of business sciences, from where some have been adopted into archaeology. Similar theories have already been developed in regard to Neolithic innovations, as well as for the introduction of metallurgy in Central Europe and the evolution of irrigation systems.⁶

Certain innovations are essentially comprised of particular development stages that include each step of the introduction of new materials or manufacturing procedures until they turn from an innovation into a specific element of the culture or period of the examined society.⁷

The development of glass, tin bronze, and the chariot were used by the author to develop a systematic comparison of technological adoption in Egypt and its neighboring regions. Via formal comparisons, analyses of trace elements and macroscopic studies of glass objects of the 18th Dynasty belonging to the British Museum, London,⁸ three essential development stages for the evolution of glass manufacturing procedures can be allocated.⁹

1 Robson 2001, 39–57; Oppenheim 1970, 2–102.

2 E.g. Klebs 1915; Garis Davies 1963; Drenkhahn 1976; Winlock 1955.

3 For ancient glass and typical finds, including Pharaonic Egypt and the Hellenistic Period in general, see Saldern 2004.

4 About the characteristics of Egyptian glass and differentiation from faience compare Brill and Lilyquist 1993, 18; about the importance of faience manufacture in the context of the development of glass manufacturing see Peltenburg 1992; Nicholson and Henderson 2000, 195; Henderson 2013, 13–17; about the composition of glass and the interpretation of chemical analyses, see Nicholson and Henderson 2000, 218–220; more analyses of ancient Egyptian glass see Shortland, Degryse, et al. 2007a, 380–388; Shortland, Rogers, and Eremin 2007, 781–789; and for plant ash glass and their composition in general see

Henderson 2013, 85–92.

5 Wilde 2003.

6 Sherratt 1981; Strahm 1994; Eichmann and Klimscha 2012. Cf. also Sherratt's model of a 'Secondary Products Revolution' for an attempt to understand how technology is able to change society in the long-run.

7 Wilde 2003, 6–11.

8 In 1999, the author visited the British Museum London and was allowed to take a close look at the important glass finds in the magazine, which were taken out of the display for her from the Egyptian Collection.

9 Wilde 2003, 21–25, 33–40, 50–55.

1. Primary Phase: simple jewelry and traditional objects, which were not yet cast, but carved.
2. Secondary Phase: ‘typical’ objects made from raw material by using specific techniques that were developed and adopted for the raw material; for instance core-formed glass.
3. Expansive Phase: the production volume was enhanced and the production of glass objects included raw glass, which led to the export of products and ingots.

These stages are presented in this contribution, and an overview of glass finds in the Late Period will be given. In the Hellenistic Period, when the glass pipe was invented, there were profound changes in the manufacturing methods utilized for glass vessels concerning shape, production quantity, design, and usage, which were fundamentally different from the previous periods.

2 Workshops

New Kingdom workshops for glass production and glass making were located in Malqata¹⁰ and Amarna¹¹, Lisht¹², Menshiye¹³, and possibly Medinet Gurob¹⁴ and Qantir/Pi-Ramesses.¹⁵

The oldest workshop for glass production is Malqata, situated in the west of present-day Luxor. The workshop is located in the palace district of the 18th Dynasty.¹⁶ Recent work in Tell el-Amarna suggests raw glass production also took place there.¹⁷ The most fa-

mous workshop for raw glass was Qantir (Pi-Ramesses), however, there is little evidence of the further processing of glass into objects there.¹⁸

Metal workshops are spatially related to the workshops of vitreous materials, suggesting a connection of the two crafts; which is already supported by similar stages in both *chaînes opératoires*, for instance, the use of metal oxides or melting in a furnace.¹⁹ The smelting took place at different places than the melting and casting. Ingots were transported for further processing to different workshops. Iconographic sources only show the casting of raw materials into metal objects, but not earlier working steps. Glass manufacturing, on the other hand, is not shown in iconographic sources at all, but one should consider that the contexts of iconographic sources (within graves in the Old Kingdom and within temples in the New Kingdom) exclude the depiction of glass production and glass manufacture.

Through the archaeological record in Egypt, the production of glass ingots can only be reconstructed for Qantir (Pi-Ramesses). The production of so-called primary glass in Tell el Amarna²⁰ and Lisht²¹ can be assumed based on the discovery of the same type of cylindrical crucibles and analyses of the chemical composition of glass finds. Raw glass was produced in two steps using two different types of ceramics: 1) in vessels for fusing the plant ash and crushed pebbles and 2) in vessels for re-melting and ingot making in crucibles.²² It would also be likely that heat sources with different temperatures were required for raw glass production, ingot-making, and casting into finished objects.²³ The archaeological record for metal kilns during the New Kingdom, e.g. from Qantir, where the Egyptians heated

10 Nolte 1968, 22–23; Keller 1983, 20; Pusch and Rehren 2007, 141; Nicholson 2007.

11 Petrie 1894; Frankfort, Pendlebury, and Fairman 1933; Nicholson 1995; Pusch and Rehren 2007, 141.

12 Nolte 1968, 24–25; Keller 1983, 23; Pusch and Rehren 2007, 144; Nicholson 2007; Smirniou, Rehren, and Gratuze 2017.

13 Nolte 1968, 25; Keller 1983, 20, Footnote 4.

14 Nolte 1968, 13; Pusch and Rehren 2007, 141. This site is mentioned in the context of research history, although the supposed workshop is not located until now.

15 Pusch and Rehren 2007.

16 Pusch and Rehren 2007, 141.

17 Nicholson 2007; Pusch and Rehren 2007, 141.

18 Pusch and Rehren 2007, 109.

19 Pusch 1990, 75–113; Pusch 1994, 145–170.

20 The workshop for the production of raw glass has not yet been located with certainty: “the evidence from Amarna o.45.1 only offers

two tantalising furnace structures, but their association to one particular of the potential high-temperature industries is at present not possible” (Pusch and Rehren 2007, 144); “A pair of furnaces excavated by Nicholson in the 1990s at site O45.1 are said to have been used for glass-making (see, most recently, Nicholson 2007), but other possibilities for their interpretation exist” (Smirniou and Rehren 2011, 60; 66–74).

21 Smirniou, Rehren, and Gratuze 2017, again on the basis of raw glass finds, crucibles, and their chemical analyses.

22 Brill and Lilyquist already supposed production in two steps: Brill and Lilyquist 1993, 18; confirmed by Pusch and Rehren 2007; see also Smirniou and Rehren 2011, 60, with more references; see also Smirniou and Rehren 2016, 52–63.

23 For the discussion regarding the furnace design see Pusch and Rehren 2007, 154.

metal for casting, correspond to the iconographic evidence in the tomb decoration of Rekhmire.²⁴

Most of the preserved glass finds were made of blue glass because copper or cobalt was used for the coloring. Qantir, however, was specialized in the production of red glass, which is considered an enormous technological challenge:²⁵ during its production, copper additives had to be kept in a fragile oxidation state, wherein small firing errors would result in a black color.²⁶

The glass ingots, already colored, were used by glass workers for producing objects like small vessels, inlays, jewelry, and small statuary.

3 Development of glass working in 'Innovation Phases'

The evolution of Egyptian glass working in the 2nd millennium BC can be divided into three phases, as presented below.²⁷

3.1 Primary Phase

During the primary phase, glass was only used as an exception or as a curiosity. Glass was not produced locally, but imported as a semi-finished good or even as a finished good. It was worked using traditional techniques stemming from stone work; it is probable that the technical foundations and necessary know-how for pyrotechnical processing was still unknown.²⁸ The glass finds of the 17th and the early 18th Dynasties were manufactured using methods from stone working and are characteristic of the primary phase.

The oldest glass finds from Egypt are simple monochrome beads (Qau 3757), followed by beads with inscriptions of Ahmose and Amenophis I, and jewelry inlays that were used instead of turquoise for gold jew-

elry and weapons in the 17th Dynasty.²⁹ Glass was used as a material since the end of the Second Intermediate Period in Upper Egypt.³⁰ Glass objects are not found in the Hyksos residence in Tell el-Dab'a and related tombs, although the so-called Hyksos are often assumed to be the transmitters of innovations to Egypt. On the other hand, in a new excavated multiple burial from Saqqara, the only glass objects related to foreign people in Egypt were dated to the end of the Hyksos Period (17th Dynasty).³¹ One of the nine entombed individuals had bead-strings with a great number of simple, colored glass beads, not only in blue but also in red and yellow. Chemical analyses of the composition of these beads have not yet been published. This does not help to clarify the impetus of glass working in Egypt, since they are just contemporary with the earliest finds from the Egyptian glass inlays in the jewelry of the upper class. Thus, glass is part of foreign grave inventories during the same period as the oldest glass objects in Egypt, which could suggest foreign impulses for its adoption. Yet, from the same time, technically advanced glass objects, for instance made from red glass, can be brought forward to support autochthonous impulses, like, for example, a bar with the inscription of Ahmose-Nefertari, the wife of Amenophis' I.³²

Securely dated objects of glass originate from the tomb of the three secondary wives of Thutmose III: inlays for jewelry³³ and vessels with the royal inscription,³⁴ a *krateriskos* with a lid,³⁵ the neck and the rim of the lid covered with gold foil; a lotus chalice of turquoise glass with a gold foil applied to the rim; and another jar, supposedly made from glassy faience, with gold foil attached to the rim and foot.

Four glass vessels of the *koḥl* pot type have been dated to this period based upon typological criteria,³⁶ show rotary creases from a masonry drill inside the body.³⁷ This early group of vessels can be distinguished

24 Pusch 1990, 90; Garis Davies 1943, Pl. LIII.

25 Pusch and Rehren 2007, 110f.

26 For the colorants and opacifiers see Pusch and Rehren 2007, 184.

27 Wilde 2003, 21–64.

28 Wilde 2003, 21–25.

29 Brill and Lilyquist 1993, 48–49; Wilde 2003, 23–24, 187–190.

30 Brill and Lilyquist 1993, 23.

31 Kawai 2008, 3–5.

32 Schlick-Nolte and Werthmann 2011, 14.

33 Lilyquist 2003, 154–163, 167–169, 178; scientific analyses: Lilyquist 2003, 346.

34 Winlock 1948; Brill and Lilyquist 1993; Wilde 2003, 24–25, 36;

Lilyquist 2003, 148–151.

35 Brill and Lilyquist 1993, 9, describe the object as difficult to classify because it is very weathered, but the analyses speak to water-damaged glass.

36 For the shape of *koḥl* vessels and their dating see Aston 1994, 148.

37 Described by Nolte 1968, 48, in regards to a vessel from Riqqeh, University College London, Inv.-Nr. 19657; the author had the opportunity to personally view the comparable vessel Inv.-Nr. 24391, British Museum, London, and can verify this observation. The same is true

via their monochrome, often light blue or turquoise color base, cold manufacturing methods utilized to produce them, and also the finishing methods used, such as engraving or polishing.

The glass vessels correspond to Egyptian stone vessel types known for containing unguents and cosmetics. They are occasionally decorated with gold on the rim and lids as well.³⁸

Even though there is evidence for the introduction of glass into Egypt from the outside, the glass finds from this older stage indicate they were locally manufactured, and they are distinguished from glass finds from Mesopotamia via differing glass compositions.³⁹ While Egyptian glasses before the Amarna Period are generally similar to Nuzi glasses, including a common source for lead in the Near East,⁴⁰ there is a major difference in the lower soda levels and higher silica contents in the Nuzi glass.⁴¹

The above mentioned lotus chalice of glass was cast before incising and, therefore, belongs to the next stage of glass manufacturing: the Secondary Phase.⁴²

3.2 Secondary Phase

The Secondary Phase of glass manufacturing demonstrates a lot of experimentation; however, at this stage, the potential a material had to offer was taken into account. From the manufacturing point of view, one can see how characteristics of the manufacturing processes were developed that were suitable for the material in regard to procedures, finished products, and recipes. At this stage, fanciful and lavish objects, along with imports of raw materials, semi-finished goods, and finished goods occurred.⁴³ Outstanding finds from

the Secondary Phase are special glass objects, mostly monochrome figures. They can be dated securely to the time from Thutmose III to Amenophis II: during the reign of Thutmose III, the first figurative objects made of glass were already present. Figurines made of silicate material were already known from Egypt from the Early Dynastic era, and were produced in glass, as well as faience, during the New Kingdom. These include *shabtis*, or model coffins made of glass, the oldest, and also polychrome, find of which is associated with Thutmose III. Again, two other *shabtis* from private tombs of the period of Amenophis II and Thutmose IV follow chronologically.⁴⁴ No other *shabtis* made of glass are known to this author in the periods thereafter; however, there were several examples of *shabtis* made of faience from the funeral of Thutmose IV and later. The glass sculptures of the New Kingdom (until the Ramesside Period) represent mainly kings or deities, but also animals, which were not necessarily associated with the cult (e.g. horses).⁴⁵ The older ones were reworked with methods from stone processing.⁴⁶

One special find is the fragment of a figure of a Month-Goddess made of an intense light blue glass with inlays for eyes, and teeth made of white glass, and a tripartite wig, as well as the royal cartouche with the inscription of Amenophis II made of yellow glass. It is currently kept in the Kestner Museum in Hannover (Fig. 1).⁴⁷ A comparable sculpture of a monkey found in Mycenae and another fragment from Tiryns demonstrate that such sculptures evidently were exported from Egypt.⁴⁸ Glass vessels of the Secondary Phase were manufactured using the core-formed technique, and are predominantly polychromous.⁴⁹ Polychrome glass is also characteristic of the Secondary Phase, appearing for the

for a similar vessel of the George Labit collection in Toulouse, which the author was allowed to view, but has unfortunately not been published about so far.

38 For a direct and contemporary comparison see Roehrig 2005, 68, 218.

39 Brill 1970, 105–128; Brill and Lilyquist 1993, 41; Shortland, Degryse, et al. 2007a, 380–388, see also Shortland, Rogers, and Eremin 2007, 781–789.

40 Brill and Lilyquist 1993, 43; distinguished from lead used for later Egyptian glass making, see Brill and Lilyquist 1993, 59; Shortland, Degryse, et al. 2007b, 380–388.

41 Brill and Lilyquist 1993, 41.

42 The inner wall shows impressions from the core on the interior of the vessel: Lilyquist 2003, 151.

43 Wilde 2003, 33–41.

44 Wilde 2003, 40; see also Schlick-Nolte and Werthmann 2011, 17–18; example of a miniature coffin: Cooney 1976, 159, No. 184c.

45 Wilde 2003, 52.

46 Wilde 2003, 52, but this decreased in the late 18th Dynasty.

47 Kestner Museum Hannover Inv.-Nr. 2616; Schlick-Nolte and Werthmann 2011, 28–32. For the identification as Month-Goddess see Lieven 2017, 103f.

48 Cline 1981, 29–42, pls. 1 and 2; Cline 1995, 97, Pl. 6.2 (described by Cline as frit, but glass is more probable: Schlick-Nolte and Werthmann 2011, 33–34).

49 According to experiments, there are various possibilities for the methods used to create a vessel of glass around a core, see Stern and Schlick-Nolte 1994, 30–31.

first time during the reign of Hatshepsut.⁵⁰ Glass vessels that were manufactured with this technique share characteristics in terms of the shapes and decorations of the vessels, and have been found in Egypt and Mesopotamia from the 15th century BC onward.⁵¹ Most of these glass vessels from Mesopotamia dating to the 15th and 14th centuries are recorded as having stemmed from Assur⁵² and Nuzi.⁵³ Characteristic for the early core-shaped glasses from both regions were bottles, often with a pointed bottom and lined with polychrome ornaments.

The oldest securely dated core-formed vessels are also dated to the reign of Thutmose III.⁵⁴ There is no chronological sequence, but several technological stages appear simultaneously: glass vessels were manufactured during the same period as stone vessels, which according to traditional artisan techniques related to the Primary Phase, as well as core-formed vessels assigned to the Secondary Phase. This indicates that glass working methods evolved during the reign of Thutmose III. While the monochrome vessels are associated with the tomb of the three foreign wives of Thutmose III, the archaeological context of the polychrome lotus chalice with the inscription of Thutmose III is not known. Therefore, it cannot be decided whether the finds from the tomb of the three foreign wives are from the earlier part of his reign or whether the lotus chalice with polychrome pattern is typical for the later part of his reign, but from the point of view of technical development, this seems very likely. Apart from the above mentioned monochrome lotus chalice from the tomb of the three foreign wives, core-formed glass vessels have a blue base color, often decorated with polychrome patterns such as wave lines or garland ornaments. Those were applied with molten glass twining in a yellow, dark blue, and also white coloring.

The best known representative of this group is the



Fig. 1 Part of a Month Goddess. Kestner Museum Hannover, Inv.-Nr. 2616.

lotus chalice with the inscription of Thutmose III.⁵⁵ The typical wave line ornaments can be traced back to wood or ceramic vessels, and these ceramic vessels, in turn, imitated stone vessels.⁵⁶ The wave line ornament is an ornament with a long tradition, and it is used since the Old Kingdom for the depiction of stone vessels.⁵⁷ Wave line ornaments are then further used on lotus chalices made from glass and faience. This again strengthens the idea of there being a close connection between glass vessels and stone vessels. Although gold foil is not recorded on glass vessels after the reign of Thutmose III, the decoration of glass vessels at the top in a yellow color at later dates might reference the gilded rim or bottom of the stone vessels.⁵⁸

More examples of this experimental stage of glass working can be found in finds such as early mosaic glass and precursors of millefiori glass working, dating

50 Brill and Lilyquist 1993, 24.

51 Wilde 2003, 36; 41; for Mesopotamian glass finds in general see Barag 1970; Moorey 1994.

52 Especially tomb 37, with four glass vessels and two pins made of glass and gilded (Haller 1954, 114–115), and tomb 133, with one flask, (Haller 1954, 18); see also Barag 1970, 143–145.

53 Starr 1939, 457; Barag 1970, 136.

54 Often some glass sherds dated to Thutmose I are mentioned in the context of early glass vessels, but these are stray finds outside the tomb of Thutmoses I tomb (KV 38). Therefore, these finds are not

taken into account here as examples of the oldest core-formed polychrome vessels; see also Brill and Lilyquist 1993, 24.

55 Nolte 1968, Pl. I, 6.

56 For this suggestion see Nolte 1968, 151, Pl. XXXV, 19–22; for more examples see Eggebrecht 1987, No. 267–270. The author agrees completely with this suggestion.

57 E.g. from the tomb of Rekhmire: Garis Davies 1943, Pl. LXIV; XXXVII.

58 Nolte 1968, Pl. Frontispice a–c. Vessels a and c are outstanding examples of experimentation with ornaments and shapes.



Fig. 2 Flask, Cairo JE 24059.



Fig. 3 Flask, Berlin VA 5912.

again to the reign of Thutmose III and his successor Amenophis II.⁵⁹

There is also a group of glass vessels dated to the time from the reign of Thutmose III to the reign of Amenophis II, which are similar to vessels from Mesopotamia. They are often considered to have been imports; for example, a flask from the tomb of Maj-her-perj (Fig. 2)⁶⁰ is very similar to vessels from Assur (Fig. 3)⁶¹ and Nuzi,⁶² suggesting it was imported from a workshop from the Upper Tigris area.⁶³

Another example is a goblet from the tomb of the three secondary wives of Thutmose III.⁶⁴ The marbling on this vessel is equivalent to vessel fragments from Nuzi and Susa, and even the lead in the composition points to a non-Egyptian origin.⁶⁵ The vessel type is similar to the

Egyptian corpus, but not identical.⁶⁶ The gold rimming on the seams is characteristic for Egyptian glass and precious stone vessels, but not known from the Near East. Also, other vessels from the tombs of Amenophis II and Thutmose IV show such hybridizations, featuring parallels to vessels from Mesopotamia in the thread decoration, like the vertically-laid chevron pattern and elements like knob-bases, or in shape, although they are different from Mesopotamian flasks.⁶⁷ In general concerning this group, one may also assume that they are the result of idea transfers in both directions. There are more sherds from Egypt with decoration very similar to another vessel from Assur, which might indicate contact, but this is presented below because these finds are from a later date.⁶⁸

59 Stern and Schlick-Nolte 1994, 33–36; Wilde 2003, 39–40.

60 Wilde 2003, 196; Cairo JE 24059.

61 Haller 1954, Pl. 24c. The difficulty here is that the finds from the Assur tomb, as a collective tomb, cannot be dated accurately enough to determine a chronological order of the finds, and, thus, whether the glass from Assur is older than the glass vessel of Mj-her-perj, or vice versa, cannot be determined.

62 Barag 1970, 138, 183.

63 Barag 1970, 183.

64 Lilyquist 2003, 151, Cat 104; Brill and Lilyquist 1993, 9–15, Nos. 9–13.

65 Brill and Lilyquist 1993, 11, for the object a foreign origin is favored.

66 Aston 1994, 151.

67 Barag 1970, 183.

68 On glass as an indicator of foreign contacts see also Wilde 2013, 131–137; Wilde 2015, 129–148.

The facts that vessels of the Secondary Phase are manufactured using the same method – the core-formed technique – and their characteristic shapes and decorations are widely spread, suggesting a common origin. Were the (military) campaigns of Thutmose III in the Near East sufficient to establish glass production in Egypt?

During the New Kingdom, craftspeople from Western Asia worked in several areas of Egyptian production.⁶⁹ It is, however, not possible to trace when and how these employees came to Egypt, and it is impossible to distinguish them with the help of documentation from imported specialists. Imports of a specialized workforce during the Thutmoside Period in the 15th century BC are known, especially Maryannu with their armature, Syrian artisans, shipwrights, female weavers, and gardeners.⁷⁰ Most notably, Syrians are mentioned as gold and copper smiths on a sporadic basis.⁷¹ Glass workers are not mentioned anywhere. Nevertheless, most of the imported workmanship was most likely unskilled or unspecialized, and temporary, which were not relevant for the transfer of complex pyrotechnology.

On the other hand, one could assume deliveries of raw glass in connection with looting or tributes in the reign of Thutmose III, inscribed in the so-called ‘Analensaal’ in the Karnak temple,⁷² but they are rare:

- Thutmose III, Year 40: Tribute from Assur: ḥsbḏ mꜣ (lapis lazuli), and mfkꜣt (turquoise) without additions and without quantities listed after silver and gold.⁷³
- Tribute of another Asian country: precious mineral (ꜣ.t) of all kind from this country and many stones to melt (glass).⁷⁴
- Tribute from Babylonia included: lapis lazuli, pure; lapis lazuli ‘artificial’; and lapis lazuli from Babylon.⁷⁵ One could assume that this particular ‘artificial’ lapis lazuli meant raw glass, in comparison to

the real stone, similar to the examples in the donation list, see below.

- A description of glass vessels might be assumed: ‘Vessels of Assur’ or ‘Assur kind vessels’ with a lot of colors: ḥnw n jswr m jwn ꜣꜣw.⁷⁶

Further, names for glass, which are mentioned in the annals of Thutmose III, are ḥsbḏ jrj⁷⁷ (= man-made lapis lazuli) and ḥsbḏ / mfkꜣt wdḥ (molten / cast lapis lazuli / turquoise).⁷⁸ The general term for glass or glass flow is considered to be jnr n wdḥ (= molten stone).⁷⁹

Glass from the period of Thutmose III is shown, moreover, in iconographic sources and inscriptions.⁸⁰ There is a list with several depictions of donations to the temple, as well as descriptions of the material extending over several registers. Typical products for the temple cult are shown. The registers with silver and gold are followed by registers with gems and similar materials. The demonstrated vessel shapes are common for stone vessels of the 18th Dynasty, but also used for faience and glass vessels. Therefore, it cannot be determined which material is shown in this case. Due to the usage of stone vessels for cosmetics and ointments, the favor is given to stone vessel types. This will become more clear with the presentation and comparison of images of baskets, which show alternating real gemstones and glass in the following order: lapis lazuli-Thutmose III (ḥsbḏ mn-ḥpr-Rꜣ), lapis lazuli (ḥsbḏ), Turquoise (mfkꜣt), and Turquoise-Thutmose III (mfkꜣt mn-ḥpr-Rꜣ), followed by jasper and carnelian as real gemstones. This makes clear, how the Egyptians defined and classified glass; i.e. the typical gem stones and their imitations that were used in Ancient Egypt include dark blue, light blue/green, and turquoise.

The iconography supports the definition of glass as follows:

1. Large round, blue objects in the basket: ḥsbḏ mn-ḥpr-Rꜣ

69 For further details see Schneider 1998, 256–260.

70 Redford 1992, 225; Helck 1971, 342–344, 356–357.

71 Schneider 1998, 258–259.

72 Redford 2006, 325–343.

73 Sethe 1906, 668; Sethe 1906, 686, 688, see also Sethe 1906, 701.

74 Sethe 1906, 694/695.

75 Sethe 1906, 701.

76 Sethe 1906, 701.

77 Sethe 1906, 701.

78 Erman and Grapow 1951, 3, 334.11.

79 Sethe 1906, 695.

80 For instance, in the so-called large donation list of Thutmose III, in the temple of Karnak.

2. Small irregular blue objects in the basket: ḥsbḏ mꜥ
3. Very large oval, green objects in the basket: mfkꜥt
4. Large round, green objects in the basket: mfkꜥt mn-ḥpr-Rꜥ

In the donation list, glass is consequently referred to as ‘artificial’ lapis lazuli and turquoise. The term reflects the Egyptian view of glass as an artificial gem stone that was heated or melted, and even perhaps connects the material with its innovator’s name ‘Turquoise-Thutmose III’ or ‘Lapis Lazuli-Thutmose III’.⁸¹ It corresponds to the color most often used for glass – blue, which resembles the color of lapis lazuli or turquoise.

Finished goods made of glass are not identified specifically in the donation list. Since the possible vessels are not described in detail; it must remain unsettled whether the depicted lotus cups are made from faience or glass. But, when comparing the raw materials of the artificial gem and the real gem both are regarded as glass. A new term had to be found for glass, and this was indeed done in the donation list. In this respect, the appearance of glass vessels in this register is highly possible.

3.3 Expansive Phase

During the Expansive Phase – the third phase – a serial production process was established that was standardized and resulted in typical and widely spread shapes.⁸²

Glass vessels of the Expansive Phase, which can be allocated to the later period of the 18th Dynasty, Thutmose IV onwards,⁸³ were produced in typical Egyptian vessel types; the flasks with foreign influences were abandoned and ornaments were simplified. Vessels were still decorated, but with the retention of usually only one kind of garland, feather, or chevron pattern with space left between the decorations; the decoration was usu-

ally limited to one part of the object, or completely covered an object with one particular ornament (see examples from Berlin below). Alongside these techniques, monochrome glass vessels were produced again at the end of the 18th Dynasty without any filament ornaments at all. In the Ramesside Period, new types occurred such as the lentoid flask and the pomegranate-vessel,⁸⁴ and colors such as white, yellow, green, and red were often used for the vessels. Moreover, some details in the composition of the material were changing.⁸⁵

In contrast to the rich finds of decorated glass vessels in the royal tombs of Amenophis II and Thutmose IV, the tomb of Tutankhamun included only a few monochrome glass vessels and glass inlays in jewelry, furniture, and coffins.⁸⁶ The highly skilled glass working during the reign of Tutankhamun is shown by the headrests; one was made of two parts in turquoise blue glass, the other of a single piece of lapis lazuli-blue glass. It is one of the largest glass objects known from Pharaonic Egypt.⁸⁷ Both are decorated with gold foil.⁸⁸ Their manufacture was supposed to be cast by glass powder being melted directly into the molds.⁸⁹

Previously, the glass vessels associated with the Primary and Secondary Phases were associated with royal tombs and socially elevated people, but in the Expansive Period, glass could also be found in private tombs. Royal inscriptions on glass vessels occurred less often during the period of Thutmose IV, and were barely seen during the Amarna Period. While the glass vessels from private tombs increased and are not inscribed with royal names, unfortunately their context is often not documented adequately. Therefore, vessels from this period often cannot be precisely dated. From a stylistic perspective, they seem to cover the period after Thutmose IV up to the Ramesside Period (about 1400–1100 BC).⁹⁰

Typical glass vessels associated with the Expansive Phase are in the possession of the Egyptian Museum in Berlin. With an amphoriskos, two kohl tubes in the shape of acai palm pillars, and two lentoid bottles,

81 Wilde 2011, 9; Sethe 1961, 638; Hannig 1995, 619–620.

82 Wilde 2003, 50–55.

83 Wilde 2003, 146.

84 Nolte 1968; Wilde 2003, 53–56.

85 Kawai et al. 2012, 1793–1808.

86 Nolte 1968, 70–71, Pl. XXIII, 1–3.

87 For the glass finds and their manufacture in the tomb of Tutankhamun in general see Turner 1957, 257–259.

88 Turner 1957, 259; Reeves 1995, 181 (dark blue glass), 183 (turquoise

colored glass); Broschat and Rehren 2017, 377–380.

89 Already supposed by Turner 1957, 259, confirmed by Broschat and Rehren 2017, 380. This method is described in more detail by Stern and Schlick-Nolte 1994, 48–50.

90 These are Werkkreise 4–5 according to Nolte 1968; the chemical analyses may help to date the objects more precisely, as mentioned above, by the use of cobalt blue coloring (Kawai et al. 2012).

they represent very common vessel types and decoration styles for this phase. Specific details of the processing can be observed, which are explored below.

The *amphoriskos* (Fig. 4: Inv. 1836, height: 12.5 cm)⁹¹ is a good example. The glass mass appears only slightly flawed on the surface, and the main color of the corpus is opaque. The attached handles are slightly translucent, if held to the light, as well as the neck from the inside. The handles are not identical; a glass strand was attached to the neck as an s-shape on each side, which tapers off at the shoulder and is bent upward at the end. As these glass sections are not identical and differ both in diameter as well as in length, one handle is larger than the other one and attached at a higher spot on the neck. The decoration of the neck is made of garland patterns with white, yellow, and turquoise colored threads, which were applied from the edge to the end of the neck. The shoulder is left undecorated. The pattern in the middle is made of the same colors as the neck and extends to the bottom. It is bordered with a white thread at the top and the bottom that partly overlaps the pattern and does, contrary to the pattern, stand out plastically as a thread. Both line patterns are slightly unevenly warped, and additionally, the white glass threads do not join properly.

Another example is a *koohl* vessel in the shape of the acai palm pillar (Fig. 4: right: Inv. ÄM 32257, height 9.6 cm).⁹² It ends with a base that is surrounded by a yellow thread, and the body only becomes moderately larger towards the bottom. The cap is decorated with yellow threads at the rim, as well as at the lower cap end. The zigzag pattern is almost in the middle of the vessel body.

There are other glass vessels of the Expansive Phase kept at the Egyptian Museum in Berlin. They are characterized by a single line of ornament in the middle of the vessel body, whereas with older vessels, the vessel shoulder remains undecorated (e.g. Fig. 5: deformed bottle ÄM 20578, height 11.1 cm and the lentoid flask Fig. 6: left: 12626, height 9.5 cm). B. Nolte allocated these decorated vessels of the late 18th Dynasty up to the Rames-



Fig. 4 Amphoriskos, Berlin ÄM 1836 (left) and Cosmetic vessel in shape of acai palm, ÄM 32257 (right).

side Period to the site or a workshop in Gurob.⁹³ Both vessels have simple band-shaped handles and a border with a white and dark blue thread. Moreover, the glass mass appears homogeneous, with sporadic but sharply demarcating bubble holes.

Three vessels at the Egyptian Museum in Berlin probably represent vessels from the end of the New Kingdom or even the Third Intermediate Period; they differ in respect to their slightly translucent and bubbly glass mass, but also in size and in weight, from the other vessels presented in this article. The lentoid flask (Fig. 7: right: ÄM 12624; height 13.1 cm) is significantly larger and heavier than the vessel described above.⁹⁴ Apart from one yellow thread attached at the mouth, it is undecorated.

The second acai palm pillar (Fig. 6: Inv. 32258, height 9.6 cm) also fits better in the later group.⁹⁵ The vessel body grows larger towards the bottom, but ends without a footprint on a plain base. A pattern of white and yellow zigzag lines covers the lower two thirds of the body. The cap-shaped upper end is decorated on the outside with yellow strands that are complemented at the

91 Nolte 1968, 106, Pl. XIII.15 (Werkkreis 3, Amenophis III–IV).

92 Not listed by Nolte 1968, resembling the examples Pl. XXXI; Nolte 1968, 140, suggested Werkkreis 2a (Amenophis III–IV).

93 Nolte 1968, 111–112, Pl. XVIII.24, XVII.18 (Werkkreis 4 Tutankhamun–Ramses II).

94 Nolte 1968, 127; Pl. XXVI.34 (Werkkreis 6 Tutankhamun–Pinodjem II).

95 Not listed by Nolte 1968, resembling the examples Pl. XXXIV, 43–48; Nolte 1968, 141 suggested Werkkreis 4.



Fig. 5 Deformed vessel, Berlin ÄM 20578.



Fig. 6 Lentoid flask, Berlin ÄM 12626 (left) and cosmetic vessel in shape of acai palm, Berlin ÄM 32258 (right).



bottom with vertical white and yellow threads. A yellow thread defines the edge of the cap. The glass mass is very homogenous; the color is faded due to weathering on the surface. One of the characteristics associated with the Expansive Phase is the long trade distance for the supply of goods to widespread markets and trade with standardized ingots.⁹⁶ Chemical analyses have provided evidence that the compound of the glass ingots found in the Ulu Burun shipwreck was similar to Egyptian glass, as well as to Mycenaean glass jewelry.⁹⁷ This fact supports the argument of a widespread trade of raw glass in the Eastern Mediterranean, and that this glass was manufactured in local workshops for the local market.

An international mobility of workmanship and skilled workers is implied for the second half of the 2nd century BC, but is only assumed under certain circumstances and to a small extent.⁹⁸ Freely migrating artisans cannot be verified for the time period and society under consideration here, and can also not be assumed for economic palace societies. The status of required skilled specialists that were sent as diplomatic exchanges in one or the other direction, cannot be compared under any

circumstances.

Raw glass shifted to be part of the gift exchange, among other precious materials like gem stones, gold, silver, and ivory, instead of a tribute previously mentioned in the annals of Thutmose III (see above). More detailed information is included in the correspondence of Tell el-Amarna about the kinds of goods that were fundamentally important for diplomatic gift exchange and were highly valued. From this correspondence, quite a few questionable details in regards to glass as a part of diplomatic gift exchange can be cited.⁹⁹ The translations concerning vessels and materials would have to be subject to revisions.

In EA 14 (a list from Egypt) cosmetic vessels or unguent jars are also indicated, but “only” made of gold, and the appearance is not further described. The same can be said about the stone vessels for “sweet or fine oil”.¹⁰⁰

EA 22 is in fact suspected to be a glass object: “a bottle made of stone (glass)”¹⁰¹

Raw glass seems to have been traded in considerable quantities: EA 235, + 327 (Akko), 50 unities;¹⁰² EA 314

⁹⁶ Wilde 2003, 55.

⁹⁷ Jackson and Nicholson 2010, 295–301; Walton et al. 2009, 1496–1503; Pinch-Brook 2000, 134; see also Bass 1987, 718.

⁹⁸ Helck 1995, 185–186; the author agrees with the point of view that migrating artisans are to be excluded from the examined cultures,

because of the social structures.

⁹⁹ On this Moran 1987: especially EA 13, 89–92, EA 14, 93–104.

¹⁰⁰ Moran 1987, 94–95; Moran 1987, 99–100.

¹⁰¹ Moran 1987, 128.

¹⁰² Moran 1987, 462.

(Akko),¹⁰³ EA 323 Ashgaluna (Askalon), 30 unities;¹⁰⁴ and EA 331 ZA Kish A,¹⁰⁵ EA 148 (Tyros), 100 unities.¹⁰⁶

Reliable evidence of glass imports can also be proven with a very explicit stylistic comparison of glass fragments that show eye patterns in the decoration of sherds from Tell el-Amarna, now in the possession of the Ägyptisches Museum Berlin.¹⁰⁷ These are very similar to eye patterns on a Mesopotamian vessel (Fig. 7: left),¹⁰⁸ and one more sherd in the British Museum shows the same eye decoration as another vessel from Mesopotamia.¹⁰⁹

4 Glass finds after the New Kingdom

After the Ramesside Period, the production of glass vessels seems to have lost its importance, but glass was still used for the manufacturing of amulets and the imitation of gem inlays in jewelry and furniture.¹¹⁰ With the end of the New Kingdom, a gap of finds and even a lack of knowledge about glass vessel manufacturing is presumed.¹¹¹ The find spectrum does in fact indicate a decrease in glass vessel production since the end of the 2nd millennium BC, and the last glass vessels that can be dated due to their inscriptions were designed more simply than the previous ones. They are mainly thick-walled, coarse glass in a few distinctive shapes and they generally resemble the glass vessels of the late New Kingdom in color and decoration, but are not as finely worked. Thick-walled cups began to be produced in the Third Intermediate Period, around 1000 BC, and continued to be produced until the period of Pinodjem II,¹¹² when they mark the end of core-formed vessels in Egypt. Yet these last core-formed glass vessels again demonstrate innovations in the manufacturing process, namely a change in the composition of the glass.¹¹³



Fig. 7 Flask, Berlin VA 8884 (left), lentoid flask, Berlin ÄM 12624 (right).

This new composition was low in calcium and saltier than older glass types, and probably contained bicarbonate of soda instead of vegetable ash, which was typical for older glass types. Due to the lack of calcium of newer glass, the glass is more sensitive to moisture.¹¹⁴ It is possible that the virtual absence of glass after the New Kingdom is connected with this composition change. Also the material of the core around which the glass was formed changed, probably to gypsum.¹¹⁵ The spectrum suggests that the processing of silicate material shifted, initially in favor of faience. Fine, meticulously created objects were transformed into glassy faience. This was the typical silicate material for larger cult objects, including vessels of the Third Intermediate Period (ca. 1000–800 BC). Typical vessels of this time were pilgrim flasks and lotus chalices with relief scenes in registers.¹¹⁶

103 Moran 1987, 538–539.

104 Moran 1987, 545.

105 Moran 1987, 550.

106 Moran 1987, 380.

107 Berlin Inv.-Nr. 12378 (not published), similar to Nolte 1968, Pl. XXXV, 13, compare with the British Museum of London, Inv.-Nr. 6566. See Cooney 1976, Pl. III, Nr. 663; also Wilde 2003, 206; Kat. I-159. Several sherds with eye decoration are recorded from Tell el Amarna, see Nolte 1968, 24.

108 Flask with eye decoration, Barag 1970, Fig. 41; also Wilde 2003, 205, Kat. I-173 = Berlin, VA Inv.-Nr. Ass. 3659.

109 Wilde 2003, 38, Pl. 5, 7, 8.

110 Glass amulets: e.g. Cooney 1976, 1–25.

111 Nolte 1968, 159 states that after the Amarna Period, the production decreased progressively and stopped at about the end of the New Kingdom.

112 Schlick-Nolte and Werthmann 2003, 11–34; Schlick-Nolte and Werthmann 2010, 235–240.

113 This could be determined with reference to the glass vessels of the grave goods of Nes-Khonsu, as well as with a scarab now housed at the British Museum. Cf. Fletcher, Freestone, and Geschke 2008, 45–48.

114 Schlick-Nolte and Werthmann 2003, 29.

115 Schlick-Nolte and Werthmann 2003, 31.

116 E.g. Riefstahl 1968, Nos. 50, 51, 58.

Glassy faience was well suited for the creation of such objects, and also featured a very colorful and brilliant glaze.

Glass amulets or inlays continued, but often without any indication of their find spot or context, which results in severe dating difficulties. So there is a clear predominance of glass in terms of the New Kingdom, especially considering heart amulets and small figures like *Taweret*, in particular of the 18th Dynasty and then again of the Ptolemaic Period, i.e. the periods that are already well known for a climax of glass processing. If an object cannot be clearly dated to a certain period, one often finds them classified as ‘Late Period’ or ‘Late Dynastic or later, probably...’ This problem also shows the (supposed) find gaps of Egyptian glass; after the New Kingdom, glass finds are usually represented as small finds, which are apparently closely connected to the tradition of amulets of the New Kingdom.

One of the traditions of Egyptian glass is the usage of glass inlays instead of gems on furniture, jewelry, and coffins. These can already be found in the Primary Phase, but especially during the Saïte and Persian Periods (6th and 7th century BC). Quality inlays made of glass are known from jewelry and shrines.¹¹⁷

However, the composition of glass has changed since the Third Intermediate Period; now, glass has a higher salt content and crystallize, which causes poorer preservation and different color.¹¹⁸ Therefore, there are very few finds preserved. As a matter of fact, a strong argument can be made for glass usage within a ritual context, but it is limited to the imitation of a few significant precious gems (lapis lazuli, turquoise, and carnelian); hence, the listing of glass as a raw material for cult objects in the donation list of Thutmose III (see above) to the temple is reasonable.

Simply put, glass was used for inlays at first, as an imitation of gems for prestigious and cultic jewelry and furniture, and this practice survived into the Late Period, while the core-formed vessels were only important for the middle and second half of the 2nd millennium BC. Core-formed vessels were not transferred into cultic activity and therefore their production declined in the

Late Period. Yet these core-formed vessels dominate our perception of Egyptian glass. Just because the production of these vessels stops, the production of glass objects does not, but on the contrary flourishes in other object groups.

From this perspective, it is impossible to claim that glass production did not prevail, as might be assumed based upon the lack of glass vessel finds, but rather that glass vessel production or core-formed vessels did not generally prevail as part of the finds spectrum. Vessels made of glass did not enter the canon of cult objects of associated materials and did not replace faience, which was already common as a substitute for other materials, particularly for cult vessels, since the Early Dynastic Period.¹¹⁹ Even the vessel types like lentoid/pilgrim flasks and lotus chalices formerly made of glass or faience in previous times, were produced in the Late Period from faience. Finally, in the context of ritual scenes in the temples, no offerings with glass objects or any mentions of glass are shown. Faience, however, is still explicitly picked up in ritual scenes in the Temples of the Ptolemaic Period in the context of votive offerings.¹²⁰

5 The final peak of glass manufacture

Of a particular high quality are the mosaic glass finds of the Ptolemaic Period. The manufacturing method to produce these was already known by the 14th century BC, but basically monochrome inlays were common as a substitute for gems; polychrome inlays with up to five colors originate from the time of Nectanebos II (360–342 BC), and are considered the basis of mosaic glass art of the Ptolemaic Period, even if those inlays were still separated by thin wooden partitions and not yet fused together. Only in the Ptolemaic Period is this technique perfectly implemented: colored bars with different profiles were protracted, bundled into a pattern, and heated, so that they merged. After the solidification or cooling process, disks were separated from the bundle and the actual inlays were made. During the Ptolemaic Period, we

117 Saldern 2004, 93–94; e.g. gold plated wooden shrine of the Period of Amasis (570–526 BC), the 26th Dynasty and Pedubastis III (520 BC), and the 27th Dynasty and Darius I; see Cooney 1981, 32–33.

118 Schlick-Nolte and Werthmann 2003, 29.

119 For faience objects and their signification see Wilde 2011, 199–208.

120 For example in the Temple of Edfu: Kurth 1998, 296. No glass is listed in the database referring to ritual scenes in Late Egyptian temples, only faience: <http://www.serat.aegyptologie.uni-wuerzburg.de/> (last access: 09.04.2019).

can identify the peak of mosaic glass manufacturing: ornaments, floral patterns, and Greek theatre masks were typical.¹²¹ Alexandria became one of the manufacturing centers of mosaic glass and kept this status in the Augustean Period,¹²² where it is presumed that huge quantities of glass were exported from Alexandria.

The mosaic or *millefiori* glass is a particular find category from Ptolemaic Egypt that can be further categorized due to its special usage as inlays for ceremonial furniture carried in processions.¹²³ Mosaic glass with floral patterns often served as elements in vessels that were created by fusing mosaic tiles together over a mold. During the Hellenistic Period, glass manufacture or the production of glass objects saw a new revival that lasted until the Roman Period, with mosaic glass representing a typical find of this time. Additionally, workshops could be located again, for instance in Tebtynis and Tell Nebesheh, south of Tanis. More glass finds from important archaeological sites of this period are the Charga Oasis and Tuna el-Gebel.¹²⁴ Small furniture, coffins, and mummy masks were decorated with glass inlays; the coffins from Tuna el Gebel and finds from Tebtynis, in particular, prove the popularity of glass inlays in coffins of that time.¹²⁵ Glass vessels again played a role at grave finds in the Greco-Roman Period, as perfume bottles, amphorae, and also as drinking vessels.

6 Summary

Glass manufacture and its processing in Pharaonic Egypt was a craft innovation of the 16th century BC that reached a peak during the 15th–14th century BC, and saw a revival during the Hellenistic Period. In summary, it can be stated that glass working has been known in Egypt since the 16th century BC with monochrome glass. The first appearance of polychrome glass, and also the first vessels, appear around 1450 BC.

The proliferation of specialized knowledge and the resulting technological innovations of this time are gen-

erally explained as stemming from contacts between different cultures. The cause could be foreign contacts due to military campaigns, migration, or trade relations.

The improvement of glass-technology on the regional level is suggested by the different use of glass composition in Egypt and Mesopotamia;¹²⁶ also, the first glass vessels in Egypt and Mesopotamia were produced using distinct, traditional techniques.¹²⁷

In Egypt, the first glass objects were manufactured in local types and traditions. They were cold-worked like stone objects, no matter if they were vessels or inlays.¹²⁸ In Mesopotamia, the invention of core-formed vessels seems to have been tied to attempts to improve the glaze for the decoration of ceramic vessels.¹²⁹ One can find similar designs of glass objects created in the Near East that were manufactured around the same time, but gold foil on stone or glass vessels are not recorded from Mesopotamia, and yellow decorated rims of glass vessels are not typical, as far as the author can see, based on currently published materials. This is an Egyptian tradition recorded for stone vessels from the Early Dynastic Period onward.¹³⁰ This again points to a regional development of glass working, indicating more differences in the beginnings of glass working between Egyptian and Mesopotamia than only the chemical composition detected via scientific analyses.

It appears likely that knowledge about the core-formed method spread and was then adopted in Egypt very quickly, where it was further developed into new production method that started a new innovation cycle.

Local resources were used, even though raw glass imports and tributes did not stop. The polychrome ornaments on the early core-formed glass vessels imitated Egyptian stone vessels, whereas such ornaments were not typical for Mesopotamia. This derivation leads back to the production method of treating glass like stone during the early beginnings of glass working. Accordingly, glass is called ‘artificial’ lapis lazuli or turquoise and this name is linked to the innovator (‘turquoise/lapis

121 Mahnke 2008.

122 For references see von Saldern 2004, 554; Strabo: 16.02.25; Cicero. Cic Rab. post 14:40 and Flavius Vopiscus: SHA Flav Vopiscus, Aurel 45.1

123 Mahnke 2008, 22–24.

124 Saldern 2004, 97–98.

125 Flossmann and Schütze 2010, 79–110 and for a description of glass

inlays, 98–99; Flossmann 2015, 9–22.

126 Brill 1970, 105–128; Wilde 2003, 144.

127 Wilde 2003, 24–30, 36.

128 Wilde 2003, 24–30.

129 Peltenburg 1992, 5–31, in particular 19–20.

130 E.g. stone vessels of Pharaoh Khasekhemui; e.g. Cairo JE 3494. Saleh and Sourousian 1986, no. 15a–b.

lazuli-Thutmose III').¹³¹ It also corresponds to the blue coloring of the highly prestigious materials lapis lazuli and turquoise. The older core-formed vessels that were produced since the 15th century BC, represent supra-regional shapes, and their introduction correlates to a time of military campaigns, pillaging, and migration. Imported workers can be excluded as transmitters of glass working, since the majority of migrants simply did not have the required knowledge. The innovators of this highly regarded special knowledge must have been allocated to the royal courts or to the associated groups of people within the palace workshops.

During the Amarna Period, we can localize the last clear parallels in the ornamentation of glass vessels. Hence, the glass industries developed themselves self-sufficiently after a time that was more affected by active diplomatic relationships. The sources argue for an intense communication and a technology transfer between Egypt and its neighboring regions from around the middle of the 15th century BC, when glass working had already been established, until the end of the Amarna Period. After the 18th Dynasty, a separate and

again regional development of glass workmanship occurred when foreign contacts changed.

Glass was considered and treated as stone, even before glass vessels were produced. Egyptians manufactured inlays with a perfection that is hardly possible with natural stones. It is often claimed that glass manufacture had lost its importance after the New Kingdom, but this only applies to glass vessels and not to glass in general. Focusing on glass as a material, one should consider an adaptation to changing markets; after the New Kingdom, glass was still used for diverse objects, such as inlays or amulets. The finds from Late Period Egypt are often small and gain less attention. As the composition of the glass changed, these finds are more prone to corrosion that has possibly led to a distortion of the actual volume of glass finds and to a false impression of a 'decline' of glass production. While the manufacturing techniques were perfected during the Hellenistic Period, glass manufacture experienced a new prime in Egypt and again was closely tied with long distance trade in the Mediterranean world.

131 Wilde 2011, 9; Sethe 1906, e.g. 638; Hannig 1995, 619–620.

Bibliography

Aston 1994

Barbara G. Aston. *Stone Vessels*. Studien zur Archäologie und Geschichte Altägyptens 5. Heidelberg: Heidelberger Orientverlag, 1994.

Barag 1970

Dan Barag. "Mesopotamian Core-formed Glass Vessels (1500–500 B.C.)" In *Glass and Glassmaking in Ancient Mesopotamia*. Ed. by A. L. Oppenheim, R. H. and Barag D. Brill, and A. von Saldern. The Corning Museum of Glass Monograph 3. New York: Corning Museum of Glass Press, 1970, 131–201.

Bass 1987

George F. Bass. "Oldest Known Shipwreck." *National Geographic* 6.172 (1987), 693–734.

Brill 1970

Robert H. Brill. "The Chemical Interpretation of the Texts." In *Glass and Glassmaking in Ancient Mesopotamia*. Ed. by A. L. Oppenheim, R. H. and Barag D. Brill, and A. von Saldern. The Corning Museum of Glass Monograph 3. New York: Corning Museum of Glass Press, 1970, 105–128.

Brill and Lilyquist 1993

Robert H. Brill and Christine Lilyquist. *Studies in Early Egyptian Glass*. New York: The Metropolitan Museum of Art, 1993.

Broschat and Rehren 2017

Katja Broschat and Thilo Rehren. "The Glass Headrests of Tutankhamen." *Journal of Glass Studies* 9 (2017), 377–380.

Cline 1981

Eric H. Cline. "Monkey Business in the Bronze Age Aegean: The Amenhotep II Faience Figurines at Mycenae and Tiryns." *The Annual of the British School at Athens* 86 (1981), 29–42.

Cline 1995

Eric H. Cline. "Egyptian and near Eastern Imports at Late Bronze Age Mycenae." In *Aegean and the Levant. Interconnections in the 2nd Mill. BC*. Ed. by W. V. Davies and L. Schofield. London: British Museum Pubns, 1995, 91–115.

Cooney 1976

John D. Cooney. *Catalogue of Egyptian Antiquities in the British Museum IV. Glass*. British Museum Studies in Ancient Egypt and Sudan. London: The British Museum, 1976.

Cooney 1981

John D. Cooney. "Notes on Egyptian Glass." In *Studies in Ancient Egypt, the Aegean and the Sudan. Essays in Honor of Dows Dunham on the occasion of his 90th Birthday, June 1, 1980*. Ed. by W. K. Simpson and W. M. Davies. Boston: Museum of Fine Arts, Department of Egyptian and Ancient Near Eastern Art, 1981, 31–33.

Drenkhahn 1976

Rosemarie Drenkhahn. *Die Handwerker und ihre Tätigkeiten im alten Ägypten*. Ägyptische Abhandlungen 31. Wiesbaden: Harrassowitz Verlag, 1976.

Eggebrecht 1987

Arne Eggebrecht. *Ägyptens Aufstieg zur Weltmacht*. Mainz: Philipp von Zabern, 1987.

Eichmann and Klimscha 2012

Ricardo Eichmann and Florian Klimscha. "Hydraulische Schlüsseltechnologien und ihre Konsequenzen für die Ausprägung menschlicher Kultur." In *Wasserwirtschaftliche Innovationen im archäologischen Kontext. Von den prähistorischen Anfängen bis zu den Metropolen der Antike*. Ed. by F. Klimscha, R. Eichmann, Ch. Schuler, and H. Fahlbusch. Menschen, Kulturen, Traditionen. Studien aus den Forschungsclustern des Deutschen Archäologischen Instituts 5. Rahden/Westf.: Marie Leidorf, 2012, 1–22.

Erman and Grapow 1951

Adolf Erman and Hermann Grapow. *Wörterbuch der ägyptischen Sprache*. Berlin: Akademie-Verlag, 1951.

Fletcher, Freestone, and Geschke 2008

Philip J. Fletcher, Ian Freestone, and Rainer Geschke. "Analysis and Conservation of a Weeping Glass Scarab." *The British Museum Technical Research Bulletin* 2 (2008), 45–48.

Flossmann 2015

Melanie Flossmann. "40 ans de recherches menées par l'Institut d'égyptologie de Munich à Touna el-Gebel : la nécropole animale et son association religieuse." *Bulletins de la société française d'égyptologie* 190 (2015), 9–22.

Flossmann and Schütze 2010

Melanie Flossmann and Alexander Schütze. "Ein römerzeitliches Pyramidengrab und seine Ausstattung in Touna el-Gebel. Ein Vorbericht zu den Grabungskampagnen 2007 und 2008." In *Tradition and Transformation. Egypt under Roman Rule. Proceedings of the International Conference, Hildesheim, Roemer- and Pelizaeus Museum, 3–6 July 2008*. Ed. by K. Lembke, M. Minas-Nerpel, and S. Pfeiffer. Leiden: Brill, 2010, 79–110.

Frankfort, Pendlebury, and Fairman 1933

Henri Frankfort, J. D. S. Pendlebury, and H. W. Fairman. *The City of Akhenaten, Part II–III*. Oxford: Egypt Exploration Society, 1933.

Garis Davies 1963

Nina de Garis Davies. *Scenes from Some Theban Tombs*. Private Tombs at Thebes 4. Oxford: University Press, 1963.

Garis Davies 1943

Norman de Garis Davies. *The Tomb of Rekh-Mi-Re at Thebes*. New York: The Metropolitan Museum of Art, 1943.

Haller 1954

Arndt Haller. *Die Gräber und Gräfte von Assur*. Wissenschaftliche Veröffentlichungen der deutschen Orientalgesellschaft 65. Berlin: Gebr. Mann, 1954.

- Hannig 1995**
Rainer Hannig. *Die Sprache der Pharaonen. Großes Handwörterbuch Ägyptisch-Deutsch (2800–950 v. Chr.)* Mainz: Kulturgeschichte der Antiken Welt 64, 1995.
- Helck 1971**
Wolfgang Helck. *Die Beziehungen Ägyptens zu Vorderasien im 3. und 2. Jahrtausend v. Chr.* Wiesbaden: Harrassowitz Verlag, 1971.
- Helck 1995**
Wolfgang Helck. *Die Beziehungen Ägyptens und Vorderasiens zur Ägäis bis ins 7. Jahrhundert v. Chr.* Erträge der Forschung 120. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1995.
- Henderson 2013**
Julian Henderson. *Ancient Glass. An interdisciplinary Exploration.* Cambridge: Cambridge University Press, 2013.
- Jackson and Nicholson 2010**
Catherine M. Jackson and Paul T. Nicholson. "The Provenance of Some Glass Ingots from the Ulu Burun Shipwreck." *Journal of Archaeological Science* 37 (2010), 295–301.
- Kawai 2008**
Nozumo Kawai. "An Intact Multiple Burial in North-West Saqqara." *Egyptian Archaeology* 30 (2008), 3–5.
- Kawai et al. 2012**
Nozumo Kawai, Yoshinari Abe, Rodan Harimoto, Tadashi Kikugawa, Ken Yazawa, Akiko Nishisaka, Sakuji Yoshimura, and Nakai Isumi. "Transition in the Use of Cobalt-Blue Colorant in the New Kingdom Egypt." *Journal of Archaeological Science* 39 (2012), 1793–1808.
- Keller 1983**
Cathleen A. Keller. "Problems in Dating Glass Industries of the Egyptian New Kingdom: Examples from Malqata and Lisht." *Journal of Glass Studies* 25 (1983), 19–28.
- Klebs 1915**
Louise Klebs. *Reliefs und Malereien des Alten Reiches.* Heidelberg: Carl Winter, 1915.
- Kurth 1998**
Dieter Kurth. *Edfu VIII. Die Inschriften des Tempels von Edfu Abteilung 1.* Wiesbaden: Harrassowitz Verlag, 1998.
- Lieven 2017**
Alexandra von Lieven. "Divine Figurations of Time in Egypt." In *The Construction of Time in Antiquity. Ritual, Art, and Identity.* Ed. by J. Ben-Dov and L. Doering. Cambridge: Cambridge University Press, 2017, 97–123.
- Lilyquist 2003**
Christine Lilyquist. *The Tomb of Three Foreign Wives of Thutmose III.* New York: Metropolitan Museum of Art, 2003.
- Mahnke 2008**
Charis Mahnke. *Alexandrinische Glaseinlagen. Die Typologie, Systematik und Herstellung von Gesichtsdarstellungen in der ptolemäischen Glaskunst.* Philippika, Marburger altertumskundliche Abhandlungen 22. Wiesbaden: Harrassowitz Verlag, 2008.
- Moorey 1994**
Peter R. S. Moorey. *Ancient Mesopotamian Materials and Industries. the Archaeological Evidence.* Oxford: Eisenbrauns, 1994.
- Moran 1987**
William L. Moran. *Les lettres d'El-Amarna. Correspondance diplomatique du pharaon.* Littératures anciennes du Proche-Orient 13. Paris: Editions du Cerf, 1987.
- Nicholson 1995**
Paul T. Nicholson. "Glassmaking and Glassworking at Amarna: Some New Work." *Journal of Glass Studies* 37 (1995), 1–19.
- Nicholson 2007**
Paul T. Nicholson. *Brilliant Things for Akhenaten. The Production of Glass, Vitreous Materials and Pottery at Amarna Site 045.1.* EES Excavation Memoir 80. London: Egypt Exploration Society, 2007.
- Nicholson and Henderson 2000**
Paul T. Nicholson and Julian Henderson. "Glass." In *Ancient Egyptian Materials and Technology.* Ed. by P. T. Nicholson and I. Shaw. Cambridge: Cambridge University Press, 2000, 195–226.
- Nolte 1968**
Birgit Nolte. *Die Glasgefäße im alten Ägypten.* Münchner Ägyptologische Studien 14. Berlin: Bruno Hessling, 1968.
- Oppenheim 1970**
Adolf Leo Oppenheim. "The Cuneiform Texts." In *Glass and Glassmaking in Ancient Mesopotamia.* Ed. by D. Barag, R. H. Brill, A. L. Oppenheim, and A. von Saldern. The Corning Museum of Glass Monographs 3. New York: Corning Museum of Glass Press, 1970, 2–102.
- Peltenburg 1992**
Edgar B. Peltenburg. "Early Faience: Recent Studies, Origins and Relations with Glass." In *Early Vitreous Materials.* Ed. by M. Bimson and I. Freestone. British Museum Occasional Paper 56. London: British Museum Press, 1992, 5–30.
- Petrie 1894**
William Flinders Petrie. *Tell el Amarna.* London: Methuen & Co, 1894.
- Pinch-Brook 2000**
Leyla Pinch-Brook. "Art, Industry and the Ageans in the Tomb of Amenmose." *Ägypten und Levante* 10 (2000), 129–127.
- Pusch 1990**
Edgar B. Pusch. "Metallverarbeitende Werkstätten der frühen Ramessidenzeit in Qantir-Piramesse/Nord. Ein Zwischenbericht." *Ägypten und Levante* 1 (1990), 75–113.
- Pusch 1994**
Edgar B. Pusch. "Divergierende Verfahren der Metallverarbeitung in Theben und Qantir? Bemerkungen zu Konstruktion und Technik." *Ägypten und Levante* 4 (1994), 145–170.
- Pusch and Rehren 2007**
Edgar B. Pusch and Thilo Rehren. *Hochtemperatur-Technologie in der Ramses-Stadt. Rubinglas für den Pharao.* Die Grabungen des Pelizaeus-Museums Hildesheim in Qantir-Pi-Ramesse 6. Hildesheim: Gerstenberg Verlag, 2007.

- Redford 1992**
Donald B. Redford. *Egypt, Canaan and Israel in Ancient Times*. Princeton: Princeton University Press, 1992.
- Redford 2006**
Donald B. Redford. "The Northern Wars of Thutmose III." In *Thutmose III. A New Biography*. Ed. by E. Cline and D. O'Conner. Ann Arbor: University of Michigan Press, 2006, 325–344.
- Reeves 1995**
C. Nicholas Reeves. *The Complete Tutankhamen. the King, the Tomb, the Royal Treasure*. London: Thames & Hudson, 1995.
- Riefstahl 1968**
Elizabeth Riefstahl. *Ancient Egyptian Glass and Glazes in the Brooklyn Museum*. Brooklyn NY: The Brooklyn Museum, 1968.
- Robson 2001**
Eleanor Robson. "Technology in Society: Three Textual Case Studies from Late Bronze Age Mesopotamia." In *The Social Context of Technological Change. Egypt and the Near East 1650–1550 BC. Proceedings of a conference held at St. Edmund Hall Oxford 12.–14. September 2000*. Ed. by A. Shortland. Oxford: Oxbow, 2001, 39–57.
- Roehrig 2005**
Catherine H. Roehrig. *Hatshepsut. From Queen to Pharaoh*. New York: Metropolitan Museum of Art, 2005.
- Saldern 2004**
Axel von Saldern. *Antikes Glas*. Handbuch der Archäologie. München: Beck, 2004.
- Saleh and Sourousian 1986**
Mohammed Saleh and Hourig Sourousian. *Ägyptisches Museum Kairo: Die Hauptwerke*. Mainz: Phillip von Zabern, 1986.
- Schlick-Nolte and Werthmann 2003**
Birgit Schlick-Nolte and Rainer Werthmann. "Glass Vessels from the Burial of Nesikhons." *Journal of Glass Studies* 45 (2003), 11–34.
- Schlick-Nolte and Werthmann 2010**
Birgit Schlick-Nolte and Rainer Werthmann. "More Glass Beakers for Nesikhons: A Preliminary Report." *Journal of Glass Studies* 52 (2010), 235–240.
- Schlick-Nolte and Werthmann 2011**
Birgit Schlick-Nolte and Rainer Werthmann. "An Outstanding Glass Statuette Owned by Pharaoh Amenhotep II. and Other Early Egyptian Glass Inscribed with Royal Names." *Journal of Glass Studies* 53 (2011), 11–44.
- Schneider 1998**
Thomas Schneider. *Ausländer in Ägypten während des Mittleren Reiches und der Hyksoszeit II: Die ausländische Bevölkerung, Ägypten und Altes Testament* 42. Wiesbaden: Harrassowitz Verlag, 1998.
- Sethe 1906**
Kurt Sethe. *Urkunden der 18. Dynastie. 16 Teile in 4 Bänden*. Leipzig: Hinrichs, 1906–1909.
- Sethe 1961**
Kurt Sethe. *Urkunden des Ägyptischen Altertums, begründet von Georg Steindorff*. Abt. IV, 1-16: Urkunden der 18. Dynastie: Historisch-biographische Urkunden. Leipzig: Hinrichs, 1961.
- Sherratt 1981**
Andrew Sherratt. "Plough and Pastoralism. Aspects of the Secondary Products Revolution." In *Pattern of the Past. Studies in Honour of David Clarke*. Ed. by I. Hodder, G. Isaacs, and N. Hammond. Cambridge: Cambridge University Press, 1981, 261–306.
- Shortland, Degryse, et al. 2007a**
Andrew J. Shortland, Patrick Degryse, Nathaniel Erb-Satullo, Katherine Eremin, Susanna Kirk, Jens Schneider, Marc Walton, and Adrian J. Boyce. "Isotopic Discriminants between Late Bronze Age from Egypt and the Near East." *Archaeometry* 3.52 (2007), 380–388.
- Shortland, Degryse, et al. 2007b**
Andrew J. Shortland, Patrick Degryse, Nathaniel Erb-Satullo, Katherine Eremin, Susanna Kirk, Jens Schneider, Marc Walton, and Adrian J. Boyce. "Isotopic Discriminants between Late Bronze Age from Egypt and the Near East." *Archaeometry* 3.52 (2007), 380–388.
- Shortland, Rogers, and Eremin 2007**
Andrew J. Shortland, Nick Rogers, and Katherine Eremin. "Trace Element Discriminants between Egyptian and Mesopotamian Late Bronze Age Glasses." *Journal of Archaeological Science* 5.34 (2007), 781–789.
- Smirniou and Rehren 2011**
Melina Smirniou and Thilo Rehren. "Direct Evidence of Primary Glass Production in Late Bronze Age Amarna, Egypt." *Archaeometry* 23 (2011), 58–80.
- Smirniou and Rehren 2016**
Melina Smirniou and Thilo Rehren. "The Use of Technical Ceramics in Early Egyptian Glass Making." *Journal of Archaeological Science* 67 (2016), 52–63.
- Smirniou, Rehren, and Gratuze 2017**
Melina Smirniou, Thilo Rehren, and Bernard Gratuze. "Light as a New Kingdom Glassmaking-site with Its Own Chemical Signature." *Archaeometry online* (2017), 1–15.
- Starr 1939**
Richard S. F. Starr. *Nuzi. Report on the Excavation at Yorgan Tepe near Kirkuk*. Cambridge MA: Harvard University Press, 1939.
- Stern and Schlick-Nolte 1994**
E. Marianne Stern and Birgit Schlick-Nolte. *Frühes Glas der Alten Welt. 1600 v. Chr.–50 n. Chr. Sammlung Ernesto Wolf*. Stuttgart: Verlag Gerd Hatje, 1994.
- Strahm 1994**
Christian Strahm. "Die Anfänge der Metallurgie in Mitteleuropa." *Helvetica Archaeologica* 25 (1994), 2–39.
- Turner 1957**
William E. S. Turner. "Die Leistungen der alten Glasmacher und ihre Grenzen." *Glastechnische Berichte. Zeitschrift für Glaskunde* 7.30 (1957), 257–265.

Walton et al. 2009

Marc Walton, Andrew J. Shortland, Susanna Kirk, and Patrick Degryse. "Evidence for the Trade of Mesopotamian and Egyptian Glass to Mycenaean Greece." *Journal of Archaeological Science* 36 (2009), 1496–1503.

Wilde 2003

Heike Wilde. *Technologische Innovationen im zweiten Jahrtausend vor Christus. Zur Verwendung und Verbreitung neuer Werkstoffe im ostmediterranen Raum*. Göttinger Orientforschungen IV. Reihe Ägypten 44. Wiesbaden: Harrassowitz Verlag, 2003.

Wilde 2011

Heike Wilde. *Innovation und Tradition. Zur Herstellung und Verwendung von Prestigegütern im pharaonischen Ägypten*. Göttinger Orientforschungen IV. Reihe Ägypten 49. Wiesbaden: Harrassowitz Verlag, 2011.

Wilde 2013

Heike Wilde. "Technologie und Kommunikation. Innovationsschübe vor dem Hintergrund der Außenbeziehungen Altägyptens." In *Mobilität und Wissenstransfer in diachroner und interdisziplinärer Perspektive*. Ed. by E. Kaiser and W. Schier. *Topoi Berlin Studies of the Ancient World* 9. Berlin: De Gruyter, 2013, 115–150.

Wilde 2015

Heike Wilde. "The Utilisation and Proliferation of New Technologies and Materials during the 2nd Mill. Bc. Improvements in Technology and Networking between Egypt and Its Neighbours during the Bronze Age." In *There and Back Again – the Crossroads II. Proceedings of an International Conference Held in Prague, September 15–18, 2014*. Ed. by J. Mynářová, P. Onderka, and P. Pavuk. Oxford: Oxbow, 2015, 129–148.

Winlock 1948

Herbert E. Winlock. *The Treasure of three Egyptian Princesses*. New York: Metropolitan Museum of Art, 1948.

Winlock 1955

Herbert E. Winlock. *Models of Daily Life in Ancient Egypt from the Tomb of Meket-re' at Thebes*. The Metropolitan Museum of Art Egyptian Expedition. Cambridge/Massachusetts: Harvard University Press, 1955.

Illustration credits

1 Photo: Heike Wilde. 2 Photo: Antikenmuseum Basel.
3 Staatliche Museen zu Berlin – Vorderasiatisches Museum,
Photo: Olaf M. Teßmer. 4–6 Staatliche Museen zu Berlin
– Ägyptisches Museum, Photo: Sandra Steiß. 7 Staatliche

Museen zu Berlin – Ägyptisches Museum, Photo: Sandra Steiß
(right); Staatliche Museen zu Berlin – Vorderasiatisches Mu-
seum, Photo: Olaf M. Teßmer (left).

HEIKE WILDE

Dr. phil. (Göttingen 2009) is a lecturer at the University of Heidelberg, where she is researching *aromata* in late Egyptian temples. Her other research projects involve art and crafts and technical development in Pharaonic Egypt as well as the cultural-historical relevance of specific materials.

Dr. Heike Wilde
Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg
Marstallhof 4
69117 Heidelberg, Germany
E-Mail: heikewilde@uni-heidelberg.de

Georg Nightingale

Mykenisches Glas: Technologie und Nutzung

Zusammenfassung

Der Autor bespricht die mykenischen Fayence- und Glasfunde. Die Verbindung der mykenischen Technologie zum Ostmittelmeerraum wird hervorgehoben, jedoch ebenso betont, dass das mykenische Griechenland eigenständige Züge bei der Nutzung von Glas und Fayence aufweist. Kulturspezifische Vorlieben lassen sich vor allem bei den Farben und Typen aufzeigen.

Keywords: Fayence; Glas; Glasherstellung; Perlen; Schmuck; Mykenisches Griechenland

The author discusses Mycenaean faience and glass finds. The connection of Mycenaean technology to the Eastern Mediterranean glass centers of the Bronze Age is highlighted, but independent elements and the local appropriation of glass and faience items in Mycenaean Greece are stressed. The Mycenaeans only adopted a selection of glass items and had a culturally specific choice of colors and types.

Keywords: faience; glass; glass production; beads; jewelry; Mycenaean Greece

I Vorstellung der mykenischen Glas- und Fayenceperlen

Vor allem in Gestalt von Perlen¹ war Glas während der mykenischen Palastzeit (14. und 13. Jahrhundert v. Chr.) ein integraler Teil der mykenischen Kultur Griechenlands.² Perlen aus den mit Glas verwandten Materialien Fayence und Fritte werden hier mitbetrachtet, da die Perlen Teil derselben Perlenkultur waren und darüber hinaus ihre Rohmaterialien die gleichen sind, sowie sich die Produktionstechniken nahe stehen. Grundsätzlich besteht Fayence³ aus denselben Rohmaterialien wie Glas: Silizium in Form von Silikat aus zum Beispiel Quarzsand oder zermahlenem Feuerstein, die Alkalimetalle Natrium und/oder Kalium als Flussmittel zum Beispiel in Pflanzenaschen, Kalk als Stabilisator (als Verunreinigung im Sand oder der Pflanzenasche enthalten), Metalloxiden zum Färben des Glases (manche sind bereits als Verunreinigung im Sand oder der Asche enthalten, andere werden als bereits gefärbtes Glas, als Metall oder als Mineral der Glasschmelze zugesetzt).⁴ Der Herstellungsprozess der Fayence ähnelt eher der Keramikherstellung.⁵ Die fein zerstoßenen/zerriebenen Rohmaterialien werden zu einer feuchten Masse verarbeitet, geformt, getrocknet und danach in einem Ofen gebrannt (beziehungsweise gesintert). Die feinen Quarzkörnchen schmelzen nur an den Ecken und Kanten auf und ver-

binden sich so zu einem mehr oder weniger porösen Körper aus den zusammengebackenen Quarzkörnchen. An der Oberfläche der Perle entsteht eine farbige Glasurschicht, der poröse Kern selbst ist nicht oder nur leicht gefärbt, da sich dort nur wenig Glas bildet. Die Glasurschicht bildet sich entweder aus Salzen, die sich beim Trocknen des Rohlings an der Oberfläche anreichern (*efflorescence glazing*), oder die Salze werden zusätzlich vor dem Brennen auf die Perle aufgetragen (*application method*). Bei einer dritten Methode der Fayenceproduktion werden die Fayencerohlinge in eine Materialmischung eingebettet, aus der sich beim Brand an der Objektoberfläche die glasbildenden Substanzen anreichern und die Glasur bilden (*cementation method*).

Die ‚Standardfayence‘ mykenischer Perlen kennzeichnet ein mehr oder weniger sandiger, ‚staubiger‘ Kern von heller, beiger bis gelblicher Farbe; darüber liegt die dunkelblaue, hellblaue oder türkise Glasur, die bis auf geringe Reste zumeist durch Korrosion verloren ging. Eine wesentlich härtere Fayencevariante wird oft auch als *vitreous* oder *glassy faience* bezeichnet. Deren Kern ist aufgrund des deutlich größeren Glasanteils zwischen den Quarzkörnern wesentlich fester (und durchgehend blaugrau gefärbt).⁶

Fritte ähnelt Fayence; nur besitzt sie keine Glasur und der poröse Körper ist durchgehend gefärbt.⁷

1 Als Perlen werden hier alle Objekte mit einem Fadenloch betrachtet. Plaketten mit mehreren Fadenlöchern sind grundsätzlich Perlen. Als Schieber im eigentlichen Sinn könnten sie nur betrachtet werden, wenn es ihre Funktion ist, mehrere Perlenstränge, z. B. einer mehrreihigen Halskette, auseinanderzuhalten. Die mykenischen Reliefperlen besitzen oft zwei Fadenlöcher, damit sie nebeneinander auf zwei Fäden aufgereiht besser zu einem schönen Ornamentband aufzufädeln waren, ohne sich zu verdrehen. Objekte mit einem seitlich liegenden Fadenloch werden gemeinhin als Anhänger angesprochen. Werden mehrere von ihnen nebeneinander zu einer Kette aufgereiht, sind sie aufgrund ihrer Funktion ebenfalls als Perlen zu betrachten. Erst mit einer solchen weiten Bestimmung von ‚Perle‘ wird man dem mykenischen Material gerecht.

2 Zu mykenischen Glas- und Fayenceperlen vgl. Hughes-Brock 1998; Hughes-Brock 1999; Nightingale 1999; Chatze-Speliopoulou 2002; Panagiotaki 2002; Hughes-Brock 2003; Nikita 2003; Nightingale 2008; Nightingale 2012; Triantafyllidis und Karatasios 2014. Zu Schmuck generell Bielefeld 1968; Higgins 1980. Zu Schmuck in Gräbern u. a. Lewartowski 2000; Konstantinidi 2001; umfangreiche Fundvorlage von Perlen aus Mykene in Xenaki-Sakellariou 1985. Zu vielen Aspekten von glasartiger Materialien vgl. Artikel in Jackson und Wäger 2008; zu deren Geschichte in der Ägäis vgl. besonders Panagiotaki 2008.

3 Der Name Fayence leitet sich von einer besonderen glasierten und

bemalten Keramik ab, deren Name auf die italienische Stadt Faenza zurückgeht. Obwohl ‚Fayence‘ eine Fehlbenennung ist, da es sich nicht um Keramik handelt, wird der Name beibehalten, um mit neuen Termini nicht noch mehr Verwirrung zu stiften.

4 Vgl. Tite, Shortland u. a. 2008; für eine grundlegende Übersicht zu den Rohmaterialien s. Tite, Shortland u. a. 2008, 106–107; vgl. auch Koch 2014, 87–88.

5 Foster 1979, 1–3; Busz und Gercke 1999, 13–14, 104–110 sowie eine Reihe von Artikeln zu Fayenceexperimenten; Evely 2000, 445–451; Panagiotaki 2008.

6 Vgl. Panagiotaki, Maniatis u. a. 2004, 160–162; Panagiotaki 2008, 49–50; Tite, Shortland u. a. 2008, 108, 113–115. Möglichkeiten einen höheren Glasanteil zu erreichen sind eine erhöhte Brenntemperatur, eine längere Brenndauer und eine veränderte Rohmaterialmischung durch z. B. der Beigabe von gemahlenem Glas.

7 Im modernen Gebrauch bezeichnet Fritte (Engl. *frit*) vor allem ein Zwischenprodukt in der Glasherstellung vor dem eigentlichen Erhitzen des Rohglases. Im archäologischen Kontext kann der Begriff ‚Fritte‘ auch für ein Fertigprodukt verwendet werden. Der in Busz und Gercke 1999 verwendete sachlich richtige Terminus ‚Quarkeramik‘ für Materialien der Fayence/Fritte-Gruppe wird hier nicht verwendet, da Fritte und Fayence (Engl. *frit*, *faience*) in der internationalen Forschung eingeführte Begriffe sind.

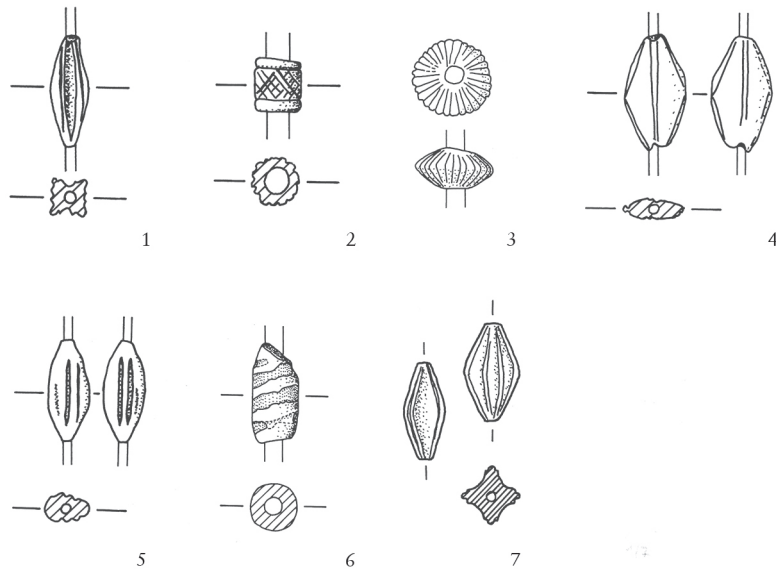


Abb. 1 Einfache mykenische Glas- und Fayenceperlen.

Zu Fritte gehört auch *Egyptian Blue*, eine aufgrund einer komplexen Kupferverbindung intensiv blau gefärbte Variante.⁸ Aus Fritte und *Egyptian Blue* werden dieselben Perlentypen wie aus Fayence oder Glas produziert, nur in geringerem Umfang (vor allem einfache Typen wie kugelige, langzylindrische oder Scheibchenperlen, nebst einigen Varianten von gefurchten und gekerbten Perlen; selbst einige wenige Reliefperlen wurden aus Fritte oder *Egyptian Blue* produziert).

Bei Glas werden die Rohmaterialien direkt oder aus dem Vorprodukt Fritte⁹ in einem Ofen zu einem Rohglas geschmolzen. In einem weiteren Arbeitsschritt wird dann aus dem Rohglas eine Perle erzeugt.¹⁰ Glas ist durchgehend gefärbt. Wirkt ein Glas körnig, was häufig zu Fehlbenennungen wie *glass paste* führt, so handelt es sich um Glas von schlechter Qualität. Bei Glas schlechter Qualität kann ein Teil der Quarzkörnchen noch nicht vollständig aufgeschmolzen sein oder im Glas befinden sich noch viele Gasbläschen; beides eine Folge unter anderem von zu niedriger Temperatur und zu kurzer Schmelzdauer.

Viele Perlentypen und verwandte Objekte wurden aus diesen vitreousen Materialien produziert. Wenn-

gleich in den verschiedenen Typen ein Material jeweils dominiert, gehören die Perlen aus diesen Materialien doch zu einer weitgehend einheitlichen mykenischen Perlenkultur. Neben verschiedenen einfachen Perlen aus Glas und Fayence (kugelig, abgeflacht, spindelförmig, zylindrisch, scheibchenförmig), gibt es eine Reihe von genau definierten Varianten an dekorierten Typen. Bei den Fayenceperlen sind dies neben einfachen gefurchten und gekerbten Perlen vor allem Gitternetz-zylinderperlen (mit einem eingeritzten Gitternetz-muster zwischen je einer Furche an den Enden der Perlen; Abb. 1.2), Rautenperlen (Perlen platt wie ein Kürbiskern, auf beiden Seiten mit einer Raute aus vier entlang den Rändern eingeritzten schmalen Furchen mit einem Furchenpaar entlang der Perlenachse über dem Fadenloch, Abb. 1.4), große flachbikonische gefurchte Perlen (sie sehen aus wie dicke gefurchte ‚Rädchen‘; Abb. 1.3) oder vierseitig-spindelförmige sowie elliptische platte Perlen mit erhöhter Mitte (mit der jeweils gleichen Abfolge von Kerben oder flachen Mulden und Furchen; Abb. 1.1). Alle diese Perlentypen wurden aus annähernd der gleichen mykenischen Standardfayencevariante produziert. Die letzten beiden Typen gibt es nicht nur in

8 Tite, Shortland u. a. 2008, 115–117. Dabei handelt es sich um *copper calcium silicate crystals* ($\text{CaCuSi}_4\text{O}_4$). Aufgrund ihrer Analysen halten die Autoren eine lokale Produktion des Rohmaterials *Egyptian Blue* in Griechenland für möglich.

9 Hier bezeichnet der Terminus Fritte ein Zwischenprodukt der Glasherstellung. Dafür werden die Rohmaterialien bei mäßig hoher Temperatur gebrannt/gesintert. Dabei beginnen die Bestandteile bereits

miteinander zu reagieren, es erfolgt jedoch noch kein vollständiges Aufschmelzen der Masse. Eine solche (zerriebene) Fritte kann dann in einem weiteren Schritt leichter zu einem Rohglas geschmolzen werden.

10 Zum Beispiel Evely 2000, 451–453. Vgl. auch unten bei der Besprechung der technischen Aspekte des Glases.

Fayence, sondern auch in einer größeren Glasvariante (Abb. 1.7). Die Glasvarianten wurden deutlich größer und sorgfältiger ausgeführt als die sehr häufigen Fayencevarianten.

Die Varianten der grob gefurchten elliptischen Perlen (Abb. 1.5) wurden aus einer anderen, härteren Fayencevariante (*vitreous* oder *glassy faience*) gemacht. Die Furchen sind viel größer eingeritzt¹¹ als bei den vorhin beschriebenen Fayenceperlentypen der ersten Fayencevariante. Diese Perlen variieren stärker als die insgesamt doch sehr einheitlichen Perlen der ersten Fayencevariante. Sie sind alle durch Kobalt dunkelblau gefärbt. Zur selben harten Fayencevariante gehören kugelige gekerbte Perlen mit einem Kragen um die Perlenenden. Sie sind sehr exakt ausgeführt, im Gegensatz zu den vorhin beschriebenen Perlen und können so als eine Untergruppe der Perlen aus harter Fayence angesehen werden.

Ein sehr aufwändiger Fayenceperlentyp, der in Griechenland weit verbreitet ist, sind die ‚Laternenperlen‘ (Abb. 7.2). Bei ihnen handelt es sich um doppelkonische Perlen, deren Inneres herausgeschnitten wurde. So bestehen die Perlen nur mehr aus den Endstücken und einem Kreisband an der weitesten Stelle, die durch vier oder fünf ‚Speichen‘ nach jeder Seite hin verbunden wurden. Im Gegensatz zu Perlen des zeitgleichen Ostens von Ägypten über die Levante nach Mesopotamien waren mykenische Fayenceperlen im Allgemeinen einfarbig.

Bei vielen einfachen Glasperlen ist eine größere Farbpalette anzutreffen, neben verschiedenen Blautönen auch zum Beispiel Braun- und Grüntöne. Aufgrund der oft starken Korrosion ist die ursprüngliche Glasfarbe nicht immer leicht zu bestimmen. Eine geringere Zahl von einfachen Perlen aus Glas ist dekoriert. Neben einigen gerippten Perlen handelt es sich vor allem um mit eingelegten andersfarbigen Kreis- oder Spiralbändern (Abb. 1.6) verzierte Glasperlen; dazu kommen in geringerer Zahl große, mit Bogen- oder Federmuster verzierte Glasperlen, dazu noch wenige Augenperlen mit Schichtaugen oder mit kreisförmig eingelegten Augen.¹²

Bei den typisch mykenischen Reliefperlen handelt es sich um dünne Glasplättchen mit einer flachen Rück-

seite und einem Reliefdekor auf der Vorderseite. Reliefperlen gibt es in zwei grundsätzlichen Varianten (Abb. 2 bis 5): als rechteckige Plaketten, die das Motiv tragen, oder als Plaketten, deren Umriss der Form des Motivs folgt (dementsprechend rund für die Rosette oder herzförmig für das Efeublatt). Eine besondere Variante bilden die wenigen Reliefperlentypen mit Reliefdekor auf beiden Seiten (Abb. 2.4). Aufgrund ihrer Produktionsweise und einiger Merkmale, die sie mit den üblichen Reliefperlen teilen, können noch nahezu vollplastische, sehr hohe/dicke aufwändige Glasperlen hinzugenommen werden (Abb. 7.3 und 8). Die Standard-Reliefperlen weisen entweder einen oder zwei gegenüberliegende gerippte verdickte Rändern auf, in denen ein sehr dünner Fadenlochkanal verläuft; oder einen kleinen runden oder gerippten Fortsatz, der das Fadenloch enthält. Reliefperlen wurden fast alle aus Glas gefertigt, nur eine geringe Zahl von Reliefperlen wurden auch aus Fritte/*Egyptian blue* gemacht. Die minoischen Vorläufer der mykenischen Reliefperlen, von denen einige Perlen den Weg auf das frühmykenische Festland fanden, waren dagegen alle aus Fayence.

Zu den eigentlichen Reliefperlen kommen noch nahezu identische Glasplättchen mit Reliefdekor hinzu, die kein Fadenloch besitzen, sondern eine oder mehrere von vorne nach hinten verlaufende Perforationen aufweisen. Darüber hinaus gibt es noch Glasplaketten mit Reliefdekor ohne ein Fadenloch oder Durchbohrung. Während die Reliefperlen mit Fadenlöchern klar als Perlen angesprochen werden können, gelingt dies bei der zweiten Variante nur mehr teilweise. Natürlich könnten sie zum Beispiel auf Stoffbänder oder Gürtel aufgenäht und so gleichsam wie Perlen verwendet worden sein (sie können deshalb auch als Appliken-Perlen bezeichnet werden). Genauso gut konnten sie sich aber auch auf zum Beispiel Möbeln befinden.¹³ Bei den perforationslosen Plaketten denkt man an eine Verwendung als Einlagen, die wohl vor allem auf ihren Träger aufgeklebt wurden. Hier zeigt es sich, dass die Idee der mit Reliefdekor versehenen Plaketten aus Glas in der mykenischen Kultur den Definitionsrahmen einer Perle sprengt.

11 So sind z. B. die Ränder von Furchen oder Kerben eingerissen; in den Furchen können oft die Abdrücke des Werkzeuges zu sehen sein, mit dem diese Furchen eingedrückt wurden.

12 Schichtaugenperlen: Tropfen aus verschiedenfarbigem Glas werden übereinander platziert und eingeebnet; es entsteht ein ‚Auge‘ aus konzentrischen Kreisen. Kreisförmig eingelegte Augen: konzentrische Kreise werden mit einem Glasfaden eingelegt und bilden so das

‚Auge‘

13 Mit Einlagen aus verschiedenen Farben verzierte Möbel wie Stühle oder Tische sind sowohl aus den mykenischen Linear B-Texten bekannt (in der sog. Ta-Tafelserie aus Pylos werden Tische, Stühle und Fußschemel verzeichnet) als auch durch Funde solcher Einlagen z. B. aus Elfenbein, Glas und Metall nachgewiesen (z. B. in den Palästen von Pylos, Mykene und Theben).

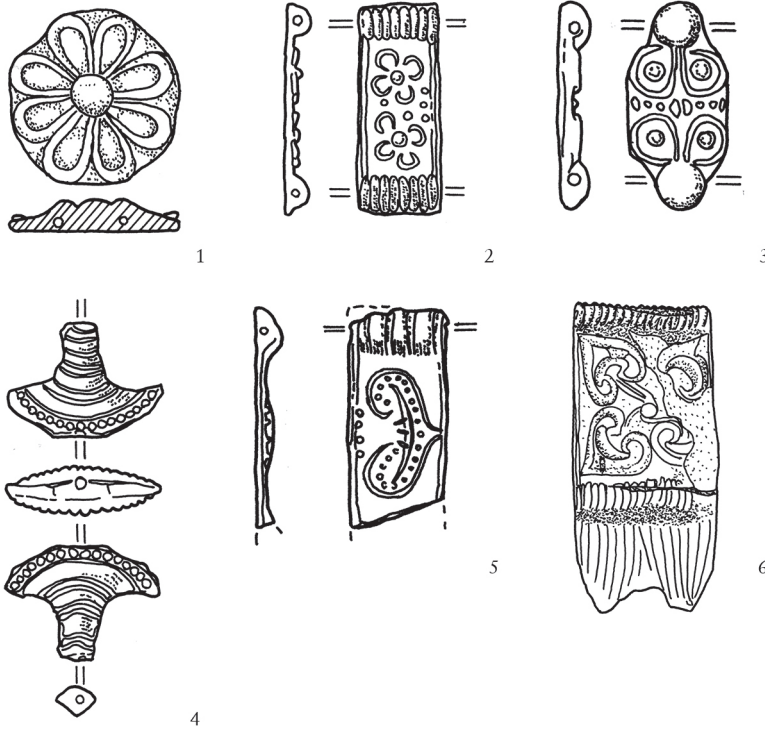


Abb. 2 Mykenische Reliefperlen aus Glas.



Abb. 3 Mykenische Reliefperlen aus Glas.



Abb. 4 Mykenische Reliefperlen aus Glas.



Abb. 5 Mykenische Reliefperlen aus Glas.

Eine besondere Stellung unter den Reliefperlen nehmen die fächerförmigen Papyrusperlen ein (Abb. 2.4), die auf beiden Seiten das typische Reliefmuster aus gebogenen Rippen und Punktreihen zeigen. Auch die sogenannten Wellenperlen (Abb. 6; Abb. 5 Mitte, an beiden Enden abgebrochen) sind teilweise auf der Rückseite dekoriert. Wellenperlen bestehen aus einem Kopfteil, in dem Befestigungslöcher oder Fadenlöcher verlaufen, begrenzt von jeweils einer Punktreihe und daran anschließend einem wellenförmig gebogenen längs gerippten Streifen. Bei den meisten Stücken dreht sich dieses Band mit seinem Rippenmuster am Ende nach hinten. Der Rest der Rückseite ist flach und blieb unverziert. Oft verläuft durch diese untere

Welle ein großes Fadenloch. Bei vielen Stücken ist zudem eine etwas höhere schmale Rippe am Rand des gewellten Bandes angebracht. Ihre Spitzen können mit feinen Fadenlöchern versehen sein. In diese Perforationen konnten mit Bronzedrahtingen kleine Glas- und/oder Goldscheibchen befestigt werden (die ebenfalls gefunden wurden). Bei manchen Wellenperlen wurden die Befestigungslöcher in der runden Vertiefung im Kopfteil mit kleinen Glas- oder Goldrosetten abgedeckt (so bei der Perle in Abb. 6).

Bemerkenswert unter den seltenen fast vollplastischen Reliefperlentypen aus Glas sind Figürchen sitzender Rinder mit einem nach hinten gelegten Kopf (Abb. 7.3). Durch die Basis weisen sie zwei Fadenlöcher

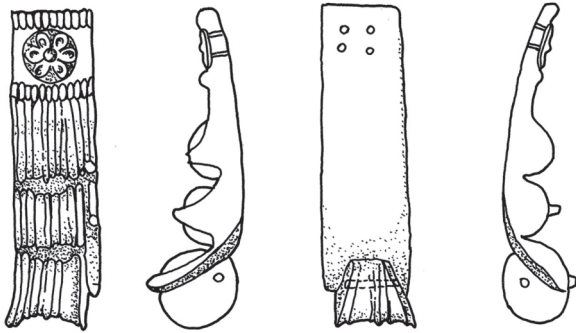


Abb. 6 Mykenische Wellenperle aus Glas.

auf. Kegelperlen aus Glas besitzen eine unverzierte Basis (Abb. 8.1); der Kegelmantel ist mit einem spiralförmig umlaufenden Muster aus Rippen und/oder Punktreihen verziert. Fadenlöcher verlaufen entweder quer durch die Kegelform oder schräg durch den Rand der Kegelperle. So konnten die Kegelperlen entweder nebeneinander aufgefädelt oder auf einen Untergrund aus zum Beispiel Stoff oder Leder (wie evtl. einem Gürtel) aufgenäht werden. Zu den besonderen Stücken gehören auch gläserne Stempelperlen (Abb. 8.3). Sie haben eine breite runde Basis mit einem schmalen Stiel. Dieser bleibt unverziert, während die Basis (teilweise über den Rande hinaus) wie Reliefperlen mit verschiedenen Rippen verziert ist. Zum Großteil sind Stempelperlen der Länge nach durchbohrt, aber es kommen auch quer durch den Stiel verlaufende Fadenlöcher vor.

Die Motive der Reliefperlen entstammen ganz dem minoisch-mykenischen Motivkanon. Dieselben Motive werden sowohl in der Keramik, in der Architekturverzierung, in der Freskenmalerei und in der Kleinkunst verwendet; darunter auch für Fayence-, Glas- und Goldperlen. In ihrer zumeist detailreicheren Ausführung entsprechen die Motive der gläsernen Reliefperlen eher dem Entwicklungsstand der Motive auf bemalten Vasen der keramischen Stufen der frühmykenischen und der frühen Palastzeit, weniger den zeitgenössischen Motiven der zeitgleichen Keramik der späteren Palastzeit. Diese Einpassung der gläsernen Reliefperlen in eine übergreifende Formensprache, nahezu ohne Rücksicht auf die

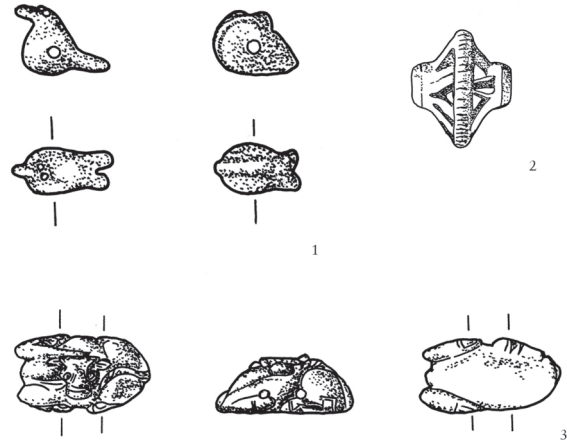


Abb. 7 Aufwändige mykenische Glas- und Fayenceperlen.

Möglichkeiten des Materials Glas, kennzeichnet die mykenische Glasproduktion besonders. Hier unterscheiden sich die mykenischen Reliefperlen von den Perlen im östlichen Mittelmeerraum und Mesopotamien, wo Perlen und andere Glasobjekte eine größere Vielfalt und Eigenständigkeit aufweisen, wobei in größerem Umfang die Möglichkeiten des Materials ausgelotet wurden (wie zum Beispiel die Verwendung von verschiedenfarbigen Glassorten an einem Objekt oder die Verformung und Bearbeitung des noch heißen und weichen Glases mit Zangen).

Zu den häufigsten Pflanzenmotiven gehören die Rosette (Abb. 2.1 und 2; Abb. 5), die Lilie (Abb. 2.3), einfache Blätter, das Efeublatt (Abb. 2.5 und 6; Abb. 5) und die Papyrusdolde (Abb. 2.4). Geläufige Motive aus der Tierwelt sind einfache und verdoppelte Argonauten (Abb. 3.2; Abb. 5), einfache Muscheln (Abb. 3.1), die Tritonsmuschel und vereinzelt der Oktopus. Zur Welt der Dinge/Objekte und der abstrakten Formen gehören die beliebten Locken (Abb. 3.5) oder Spiralen/Voluten (Abb. 3.4), Kreisornamente, der Achterschild (Abb. 3.3; Abb. 5), die typisch ägäische einhenkelige Libationskanne (Abb. 3.7; die Kanne wird gerne von Genien getragen [Abb. 4.2]) und der bikonkave Altar (Abb. 3.8). Zum Bereich der Menschen und mythischen Wesen gehören die frontal gezeigte Frau (Abb. 4.3), in minoisch/mykenischer Hoftracht (enges Oberteil, oft den Busen freilassend, Gürtel, weiter gestufter Rock), die Sphinx (Abb. 4.1) und die minoisch/mykenischen Ge-

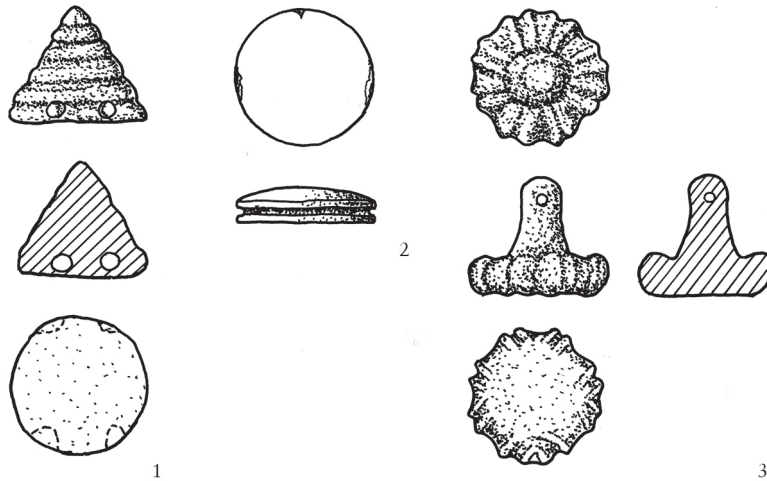


Abb. 8 Weitere mykenische Glasobjekte.

nien¹⁴ (oder Tawaret-Dämonen; Abb. 4.2).

Das Glas der Reliefperlen ist entweder dunkelblau oder hellblau/türkis (Abb. 5). Das Glas der Reliefperlen ist an sich transluzent. Aufgrund der dunklen Glasfarbe, der Luftblasen im Glas und der Korrosionsschichten wirkt es jedoch vielfach nahezu opak. Es kann der Eindruck entstehen, dass die mykenischen Perlenhandwerker nur blaues Glas zur Verfügung hatten. Tatsächlich erweist sich diese Einschränkung auf blaue Farbtöne als eine bewusste Entscheidung.¹⁵ Aus Mykene sind zum Beispiel einige blaue Kegelperlen mit zwei Fadenlöchern durch die Basis bekannt, auf die noch ein weißer Spiralfaden aufgelegt ist.¹⁶ Da dieser Perlentyp zu den eindeutig mykenischen Perlen gehört, ist somit auch nachgewiesen, dass zumindest weißes Glas zusammen mit dem üblichen blauen Glas in einer mykenischen Glasperlenwerkstatt verfügbar war und dort verarbeitet wurde. Mehrfarbige Gläser waren im Ägäisraum jeden-

falls in Form einfacher mehrfarbiger Glasperlen (ob lokal produziert oder importiert) und einiger aus dem Osten importierter mehrfarbiger Glasvasen bekannt.¹⁷

Eine Farbkombination, die sehr gerne verwendet wurde, ist das Blau der Glas- und Fayenceperlen zusammen mit Gold.¹⁸ Viele Perlentypen wurden sowohl in Gold als auch in Glas- und Fayence produziert und auch gemeinsam verwendet.¹⁹ Darüber hinaus wurden fallweise Goldscheiben an Glasperlen angehängt und Goldrosetten in die Vertiefung des Kopfteiles eingelegt, wie oben bei den Wellenperlen geschildert. Bei einer Wellenperle aus Mykene hat sich ein aufgelegter Goldfolienstreifen erhalten. Einige Perlen wurden in Gold gefasst.²⁰ In Form von echtem Email²¹ oder als Einlagen wurden mehrfach goldene Reliefperlen²² oder auch Goldringe²³ mit dunkelblauem Glas verziert, um Details besonders hervorzuheben.

14 Diese Wesen wurden von einer ursprünglich ägyptischen, aus verschiedenen Tieren zusammengesetzten Gestalt abgeleitet, in der Folge aber in die ägäische Ikonographie und damit verbunden in einheimische religiöse Vorstellungen eingegliedert.

15 Zur Bedeutung von Farben im der bronzezeitlichen Ägäisraum vgl. Peters 2008.

16 Mykene, Ausgrabungen 1893 (wahrscheinlich T. 71), ANM 2963, Xenaki-Sakellariou 1985, 205, Taf. 92, 293 Abb. 5. In der Abbildung (Zeichnung) ist der eingelegte Spiralfaden nicht angegeben, aber auf der Tafel (Photo) ist er gut sichtbar. Eine weitere Gruppe solcher Kegelperlen mit weißer Fadenaufgabe wurde *in situ* vor einer großen Frauenfigur auf einem Podest im Nebenraum (Raum 32/T5) des *House of Frescoes* im sogenannten Kultzentrum innerhalb der Burgmauer Mykenes gefunden (Albers 1994, 43).

17 Vgl. zu den Glasvasen weiter unten.

18 Nightingale 2000.

19 So z. B. vierseitige, spindelförmige Perlen jeweils aus Glas und Gold: Mykene, T. 103, ANM 4932, Xenaki-Sakellariou 1985, 205, Taf. 143,

Nr. G 2945(1) aus Glas, Nr. G 2945(4) aus Gold.

20 Zum Beispiel eine kugelige Glasperle aus Mykene; um das Fadenloch herum weist sie zusätzlich an den beiden Goldkappen, die die Perlenenden bedecken, jeweils einen doppelten Kranz aus Granulaturkügelchen auf; die Kappen sind mit einem Goldröhrchen im Fadenloch verbunden: Mykene, Gräber der Jahre 1887/88 (T. 11?), ANM 2287; Xenaki-Sakellariou 1985, Nr. G 2287, 138 und Taf. 38.

21 *Repoussé enamelling*; Higgins 1980, 24–25 hält diese Technik für eine wahrscheinlich minoisch/mykenische Erfindung.

22 Zum Beispiel goldene Argonautenperlen aus Volos, Kapakli Tholos, ANM 5611: Avila 1983, Nr. 13, 30, Abb. 5/9; ausgestellt im Nationalmuseum von Athen. Die Mitte der Körperschnecke des Argonauten wird jeweils mit dunkelblauem Glas betont.

23 Zum Beispiel Mykene, T. 78: Xenaki-Sakellariou 1985, Nr. X 3082 (2), 217, Taf. 101; eine Liste von emailierten Goldringen bietet Higgins 1980, 83–84.

Während bei diesen Perlen eine Erklärung für die Kombination von Gold und dunkelblauem Glas aus optischen Gründe nahe liegt, kann dies nicht für eine Reihe von Glasperlen gelten, die vollständig mit Goldfolie überzogen wurden;²⁴ denn das Glas war ja bei diesen Perlen nicht sichtbar. Diese mit Gold überzogenen Perlen (und auch normale Glas-Reliefperlen) wurden vielfach als Ersatz für vorgeblich teuren Goldschmuck gehalten.²⁵ Da blaues Glas schwerlich Gold imitieren kann, liegt es näher, dass es in diesen Fällen um die Kombination zweier für sich selbst bereits wertvoller Materialien ging. Während Gold auch heute als wertvolles Material angesehen wird, gilt Glas vielfach als billig. Das traf für die mykenische Zeit nicht zu, da Glas damals noch als ein exotisches Material galt, welches nur schwer zu erhalten war.²⁶ Somit waren Glasperlen nicht von vornherein ein ‚billiges‘ Hintergrund- oder Füllmaterial für Goldperlen. Als Füllmaterial für aus Modeln gepresste Perlen aus Goldblech boten sich andere tatsächlich billigere Materialien wie zum Beispiel feiner Sand an. Wenngleich es schwer zu belegen ist, sollte nicht ausgeschlossen werden, dass mit dem blauen Glas und Gold zwei Materialien kombiniert wurden, denen auch magische Eigenschaften zugeschrieben worden sein konnten, wie es für den Orient bekannt ist.²⁷

2 Der Gebrauch von Glas- und Fayenceperlen

Die Mehrzahl der mykenischen Glas- und Fayenceperlen wurde in Gräbern gefunden. Die mykenische Sitte der Mehrfachbestattung, überwiegend in Felskammergräbern, führte bei Nachbestattungen dazu, dass die älteren Bestattungen gestört oder überhaupt auf die Seite geräumt oder zum Beispiel in Gruben im Kammerboden sekundär bestattet wurden. Dabei konnten Beigaben unter Umständen entnommen worden sein. Sie wurden aber zumindest so stark vermischt, dass in vielen Fällen eine Zuordnung von Perlen zu den Bestattungen und eine Rekonstruktion der Zusammensetzung der Schmuckstücke nicht mehr möglich sind. Leider wird dadurch auch die Datierung der Laufzeiten der Perlentypen sehr erschwert. Die Rekonstruktion von Kettenzusammenhängen und Trageweisen von Perlen und ihre genauere Datierung müssen sich deshalb auf die wenigen *in situ* Bestattungen und auf einzelne gute Fundkontexte aus Siedlungsbefunden stützen.

Es existieren viele Schmuckdarstellungen auf Fresken, auf Tonfigurinen sowie auf Elfenbeinfigurinen. Die Darstellungen der Perlentypen sind oft vereinfacht. Dazu kommt das Problem der Bedeutung der Farben in der Freskomalerei. Es ist leider nicht möglich, sicher zu bestimmen, ob eine Farbe ein spezielles Schmuckmaterial bezeichnete.²⁸ Der Wechsel von Farben in dargestellten Schmuckstücken deutet zumindest auf die Kombination

24 Wie z. B. 78 kugelige Glasperlen aus Mykene, die in dünne Goldfolie gewickelt sind (Ausgrabungen 1893, ANM 2944, Xenaki-Sakellariou 1985, 214, Taf. 99, Nr. G 2944[2]) oder ebenfalls aus Mykene stammende Reliefperlen mit einem Efeublattvierpaß (T. 69, ANM 2992, Xenaki-Sakellariou 1985, 199, Taf. 88 und Abb. Nr. 103 auf 306, Nr. G 2494, einige Perlen dieser Serie sind in Goldfolie eingewickelt.

25 Harden 1981, 40; Higgins 1980, 73; Blegen 1937, 269 und 297; Bielefeld 1968, C27 und C21; Blegen 1937, 253: „These simple trinkets of paste were the poor man’s cheap substitutes for gold“; Brodbeck-Jucker 1986, 86, Fn. 458: „[...] eine billigere Version (auch für Reliefperlen) besteht darin, Fayence- oder Glasperlen mit Goldfolie zu überziehen [...]“; Etwas differenzierter Goldstein 1979, 91.

26 Das galt im Wesentlichen bis ins 1. Jahrhundert v. Chr. im ganzen Mittelmeerraum und im Orient. Erst mit der Erfindung und weiten Verbreitung der Technik des Glasblasens wurde eine echte Massenproduktion ermöglicht, die in der Folge zu einer Änderung des Wertes von Glas führte.

27 Panagiotaki 2008, 54; Eder 2015, 222.

28 In ihrer Diskussion der auf Kreta dargestellten Schmuckstücke bleibt Effinger 1996, 95–73 vorsichtig. Sie bezweifelt eine sichere Identifikation von Farbe und dargestelltem Material. Nachdem die minoische Freskotradition in mykenischer Zeit weitergeführt wurde, galten vermutlich die alten minoischen Farbkonventionen weiterhin (zu Farben in der ägäischen Bronzezeit vgl. Peters 2008). Younger dagegen ist wesentlich zuversichtlicher (Younger 1992, 275–293). Für blauen Schmuck schlägt er Lapis Lazuli, Amethyst und blaues Glas vor (wobei er Glas für wahrscheinlicher hält) oder Silber, wenn es sich um Metallschmuck handelt. Es muss auf jeden Fall berücksichtigt werden, dass dem mykenischen Künstler generell nur eine eingeschränkte Farbpalette zur Verfügung stand, eine echte naturgetreue Darstellung war so unmöglich. Dazu kommt noch, dass die Farbwahrnehmung nicht absolut ist, sondern kulturell bedingt unterschiedlich ist (vgl. Blakolmer 2000). Aus diesem Grund sind Identifikationen von dargestelltem und tatsächlich gefundenem Schmuck nur eingeschränkt möglich.

von Perlen aus verschiedenen Materialien. Ein schönes Beispiel von Schmuckdarstellungen aus dem palastzeitlichen Mykene ist das Fresko der sog. Mykenaiia.²⁹ Die vermutlich sitzende Frau ist mit Halsketten und Arm-bändern geschmückt, die sich aus alternierenden kugeligen und tropfenförmigen Perlen in jeweils mehreren Strängen zusammensetzen. Die Perlen sind abwechselnd gelb/ocker und rot gemalt. Eine weitere Halskette dieser Art hält sie in ihrer erhobenen Hand. Sowohl die beiden Frauen als auch das Kind der Dreiergruppe aus Elfenbein, die in der Burg von Mykene gefunden wurde, tragen Halsketten.³⁰ Trotz des kleinen Formats der Elfenbeinfiguren sind die Ketten klar herausgearbeitet, die sich aus kugeligen Perlen und Reliefperlen zusammensetzen. Besonders bei den großformatigen Frauenfiguren aus Ton werden vielfach komplexe Halsketten aufgemalt.³¹ All diese Darstellungen belegen die hohe Wertschätzung von Schmuck und seine vielfältige Verwendung in vielen verschiedenen Kontexten.

Es kann eine Vielfalt von Möglichkeiten des Gebrauchs von Glas- und Fayenceperlen (ganz ähnlich der Verwendung von Gold- und Halbedelsteinperlen) nachgewiesen oder zumindest mit gutem Grund angenommen werden:³² lange und kurze, einreihige oder mehrreihige Halsketten; aus nur einem oder aus mehreren Perlentypen, nur aus Glas oder aus einer Kombination von Perlen aus verschiedenen Materialien; ebensolche Arm-bänder, Fußketten und Diademe; Perle auf Stoffe aufgenäht oder in Stoffe verwebt; als Beschwerer entlang von Gewandsäumen für einen besseren Faltenwurf; als Haarornamente, aufgezogen auf Schmucknadeln oder als Nadelköpfe; als Verzierung von zum Beispiel Körben und Taschen, von Holzkisten, von Girlanden, eingelegt in Tongefäße und als Architekturschmuck. Nikita schlug einen Gebrauch von Perlenketten als Kinderspielzeug oder Rasseln vor.³³ Perlen werden nicht nur in größeren Gruppen verwendet, bei Bestattungen wurden auch

nur wenige Perlen oder einzelne Perlen vorgefunden.

Die vielfältige Verwendung von Perlen ist gut an einer in Rückenlage bestatteten Frau im Tholosgrab D von Archanes (nur wenig südlich von Knossos auf Kreta) zu sehen.³⁴ In ihrer linken erhobenen Hand hält sie einen Bronzespiegel. Um den Kopf trägt sie ein einreihiges Diadem aus goldenen und blauen gläsernen Doppelargonauten-Reliefperlen. Um ihren Hals fanden sich drei Halsketten aus Gold-, Glas-, Fayence- und Karneolperlen. Auf den Schultern liegen zwei dunkelblaue gläserne Gewandnadeln mit gebogenem Ende. Eine Ansammlung von kleinen goldenen und gläsernen Rosettenperlen sowie kugeligere Perlen wurde von den Ausgräbern als ein mit Perlen besetzter Schleier um Kopf und Schultern rekonstruiert.³⁵ In einer tönernen Pyxis links neben dem Kopf der Frau fanden sich weitere Gold-, Bergkristall- und Fayenceperlen von ursprünglich einer oder mehrerer Ketten, zusammen mit einem Rasiermesser aus Bronze und mit Elfenbeinfragmenten. Ähnliche Schmuckstücke wurden bei einer ebenfalls ungestörten Bestattung in der Nebenkammer der nahe gelegenen Tholos A von Archanes gefunden.³⁶

Nebeneinander aufgereichte Reliefperlen desselben Typs ergaben Ornamentbänder aus einem sich ständig wiederholendem Motiv. Ein schönes Beispiel für ein solches Ornamentband aus Glas-Reliefperlen ist das *in situ* um den Schädel gefundene Diadem einer Bestattung aus Kladeos nahe Olympia.³⁷ Bei diesen Perlen handelt es sich um schmale Plaketten mit je drei Spiralen übereinander. Als Diadem wurden sie so zu einem Schmuckstück, welches einen dunkelblauen stilisierten Lockenkranz um den Kopf darstellte. Auch die bei einer männlichen Bestattung in Diasela³⁸ gefundenen Reliefperlen (ein weiterer Ort in der Nähe von Olympia) wurden von Yalouris als Diadem interpretiert, ebenso wie die Reliefperlen nahe des Kopfes einer Bestattung in Makrysia.³⁹

29 Im Südwestgebäude des Kultzentrums von Mykene; Immerwahr 1990, 191, My No. 3. Bei Immerwahr finden sie weitere mykenische Fresken von Frauen mit Schmuck (z. B. Pylos: 196–197, Py No. 6; Theben: 200–201, Th Nr. 1), auf denen z. B. Papyrusperlen gezeigt wurden.

30 Poursat 1977, Katalog Nr. 375/6580. Im Katalog sind noch weitere Beispiele von Elfenbeinfiguren mit der Angabe von Schmuck vorhanden.

31 Kilian-Dirlmeier 1980, 29–43.

32 Vgl. Vorschläge in Hughes-Brock 2008, 133; Panagiotaki 2008, 46, 53; Smith und Dabney 2012, 444.

33 Persönliche Mitteilung von Nikita.

34 Higgins 1980, 73; Effinger 1996, 135–137, Taf. 22–24; Sakellarakis und Sapouna-Sakellarakis 1997, 185–186, 608–680; die Bestattung datiert in SH IIIA2.

35 Effinger 1996, 81–82.

36 Sakellarakis und Sapouna-Sakellarakis 1997, 165–168.

37 T. III, SH IIIB–SH IIIC: Yalouris 1968, 11–12, Taf. 7–11; vgl. Bielefeld 1968, C 16.

38 Yalouris 1968, 11, Abb. 4–6; SH IIIB–C.

39 T. A, SH IIIB: Yalouris 1968, 11, Abb. 1–3.

Für Wellenperlen wurde ebenfalls ein Gebrauch als Diadem nachgewiesen (zum Beispiel in Ialysos, Rhodos).⁴⁰ Dabei werden die Perlen mit dem Kopfteil nach oben und mit dem Wellenelement nach unten rekonstruiert. Eine solche Anordnung scheint logisch zu sein, da damit wieder eine Art Lockenband aus dunkelblauem Glas entsteht. Die in manchen Fällen noch zusätzlich an kleinen Löchern durch die Randrippe des Wellenelementes angehängten Reihen aus Gold- und/oder Glasscheibchen würden dann nach unten hängen.

Auf eine genau umgekehrte Anordnung von Wellenperlen deuten zwei Sondervarianten dieses Perlentyps aus Mykene und (ohne Fundort) in New York.⁴¹ Während bei der Variante aus Mykene die unterste Welle des Wellenelementes der Perle durch einen weiblichen Kopf ersetzt wurde, zeigen die Perlen aus New York hier ein liegendes Tier, ähnlich einem Reh oder einer Hirschkuh. Für beide Varianten gilt, dass sie mit dem Kopfteil nach unten und dem Wellenteil noch oben getragen worden sein mussten, da sonst der Frauenkopf, beziehungsweise das Tier, auf dem Kopf gestanden hätte. Weil es sich bei diesen Perlen um sehr seltene Varianten handelt, ist davon auszugehen, dass sich hier die eigentliche Idee für diesen Perlentyp auflöste und so solche unorthodoxen Lösungen zuließen. Generell zeigen die mykenischen Perlentypen eine große Beharrungskraft und werden nur selten zu solchen hybriden oder unüblichen Varianten weiterentwickelt.

Drei Perlenketten und ein besonders aufwändiges Ornament wurden in Asine in der Argolis gefunden.⁴² Da sie sich in einem kleinen durch einen Stein abgedeckten Bronzekrug befanden, blieben durch dessen Patina teilweise die Fäden erhalten, wodurch sich die An-

ordnung der Perlen rekonstruieren ließ. Eine ca. 93 cm lange Halskette bestand aus kleinen goldenen Rosetten-Reliefperlen. Die nächste ca. 60 cm lange Kette wurde aus zwei Strängen gebildet. In diesen beiden Strängen waren alternierend vierseitig-spindelförmige gefurchte Perlen aus Gold und Fayence aufgereiht. Eine mit 46 cm etwas kürzere Kette setzte sich alternierend aus kugelige Gold- und Glasperlen zusammen; dazu noch je eine granuliert Gold- und Glasperle sowie ein runder Knopf mit gebogenen Seiten am Ende (*round button with curved sides*). Das vierte Schmuckornament war am aufwändigsten. Das 50 cm lange Schmuckstück wurde aus 235 kleinen Efeu-Reliefperlen in fünf Reihen gebildet. Am oberen Rand waren zumindest 42 kugelige Perlen angeordnet; am unteren Rand 44 Voluten-Reliefperlen aus Glas. In der Publikation wurde dieses Stück als Kopfschmuck oder Tiara eingestuft.

Für eine Gruppe von gläsernen Kegelperlen aus Mykene, die *in situ* vor einer großen Tonfigurine in einem Kultkontext als vermutliche Votivgabe gefunden wurde, schlug Taylor eine Rekonstruktion als Gürtel oder Stola mit aufgenähten Kegelperlen vor.⁴³ Für Stoffe mit aufgenähten oder eingewebten Perlen liegt ein besonders schöner Befund aus Dendra vor.⁴⁴ Die tausend kleinen Glasperlen ließen noch ein Zick-Zack-Muster in Gelb, Braun, Blau und Weiß erkennen. Die erste Fundgruppe lag links nach dem Eingang in die Grabkammer, der zweite Perlenkomplex wurde zusammen mit einem Schwertgriff gefunden. Eventuell war das Schwert in diesen Perlenstoff eingewickelt.

Perlen wurden auch auf Nadeln aufgezogen.⁴⁵ Ein Gebrauch von Perlen aus Glas als Faltenbeschwerer entlang von Gewandsäumen ist vorstellbar.⁴⁶ Zu einem wei-

40 Ialysos, T. 4, 3521 (SH IIIA2): Benzi 1992, 238, Nr. 24, Taf. 182/a, zugleich Maiuri 1923, 101, Taf. 17,1).

41 Mykene, Kultzentrum, Raum Gamma im Tsountas Haus: Tsountas 1887, 169, Taf. 13/23; New York, Metropolitan Museum: 22.139.79 (<http://www.metmuseum.org/collection/the-collection-online/search?ft=mycenaean+bead> [besucht am 01.03.2018]).

42 In einer Grube von Kammergrab I:5: Frödin und Persson 1938, 177–178, 393, 398–400, Abb. 258–260, Farbt. III; Bielefeld 1968, C. 21–22.

43 Die 44 gläsernen Kegelperlen lagen in einem kleinen Raum hinter dem sog. ‚Raum der Fresken‘ im Kultzentrum von Mykene vor einer kleinen Plattform, auf der noch eine große weibliche Tonfigur stand (Taylour 1994, 58).

44 Zu in Textilien eingewebte Perlen aus Ägypten und in der Ägäis vgl. Barber 1991, 154–156 und 172–173. Dendra, Kammergrab 2, der Perlenkomplex um den Schwertgriff Persson 1931, 79, Nr. 50, 106,

Taf. XXVIII/2, XXXV; für den Perlenkomplex neben dem Grabeingang Persson 1931, 79, Nr. 51, 106, Taf. XXXV, XXXVI/4. Für Karantzali 2001, 73 liegt aufgrund des Fundkontextes von 183 Fayence-Scheibchenperlen zusammen mit einigen weiteren Fayenceperlentypen in Grab 1 von Pylona auf Rhodos neben einer möglichen Deutung als Halsketten auch die Möglichkeit der Interpretation eines mit Perlen verzierten Stoffes nahe. Dieselbe Interpretation schlägt sie auch für eine Perlengruppe aus Fayence-Scheibchenperlen aus Grab 2 vor (Karantzali 2001, 74).

45 Perati, T. 108, ANM 8737 (SH IIIC Mitte–SH IIIC Spät): Iakovidis 1969, 394, Nr. D 142, Taf. 116 alpha; vgl. ein weiteres Beispiel in Metochi, Kalou-Trapeza: Effinger 1996, 248, Taf. 51.

46 Eine solche Verwendung wurde für die häufig in Gräbern auch in größerer Zahl gefundenen sogenannten Spinnwirtel aus Steatit vorgeschlagen (Iakovidis 1977). Verschiedene der großen Glasperlen waren für eine solche Verwendung sicherlich schwer genug. Besonders

teren Verwendungsbereich führen einige außergewöhnlich große Reliefperlen (oft vom Typ eines aus zwei zueinander gedrehten Voluten gebildeten Efeublattes mit einem angefügten Papyrusabschluss) aus Glas und Fayence. Im Befestigungsloch des Knopfes einer solchen gläsernen Reliefperle (90 mm lang und 85 mm breit) hängt noch ein zusammengedrehter Bronzedraht.⁴⁷ Eine oder gar mehrere solche große Perlen als Schmuck zu tragen erscheint sehr unpraktisch; eine Verwendung zum Beispiel als Wandschmuck liegt näher, da einige solche großen Perlen/Anhänger in den Ruinen der Paläste gefunden wurden. Ein guter Vergleich aus dem Orient sind die Tausenden von Perlen im Bereich des Tempels A in Nuzi, die zum Teil in Bitumen eingebettet oder auf Kupferdrähte aufgezogen waren und so die Wände schmückten.⁴⁸ Als ein Bauopfer wurde ein Fund aus Asine interpretiert, der aus einer großen Zahl abgeflachter und torusförmiger Glasperlen bestand, die als Kette in den Mörtel einer Mauer eingebettet waren.⁴⁹ Eine weitere außergewöhnliche Verwendung sind Vasen mit in den Ton eingelegten Perlen. Bei einer Bügelkanne aus Elateia-Alonaki wurden in der Henkelzone gefurchte Fayenceperlen eingelegt.⁵⁰

Einen anderen Verwendungsbereich erschließen Fundgruppen von scheinbar nicht zusammenpassenden Glas- und Fayenceperlen, selbst von weiterverwendeten Bruchstücken von Glasperlen, dazu noch Perlen aus anderen Materialien oder Siegelsteinen.⁵¹ Für diese Perलगruppen bieten sich folgende Erklärungen an: von Sammlungen als Andenken oder Erbstücke mit einem sentimentalen Wert, bis hin zu einer Bedeutung als Talisman oder Amulett. Solche kultischen oder magischen

Bedeutungen dürften mykenischen Perlen generell besessen haben, da eine ganze Reihe von Motiven eine eindeutige kultische Herkunft haben (wie zum Beispiel die Motive der Sphinx, der Tawaredämonen, der aufwändig gekleideten frontalen Frauenfiguren, des Krugs für Libationen, des bikonkaven Altars) oder zumindest enge kultische Verbindungen aufweisen (so zum Beispiel die Rosette, Efeu, der Achterschild, Argonauten).⁵²

Bemerkenswert an der mykenischen Glas- und Fayenceperlenkultur ist deren weite Verbreitung innerhalb des mykenischen Kulturraumes. Sie sind geradezu ein Merkmal einer voll ausgeprägten mykenischen Kultur in einer Region.⁵³ Wenngleich ein Großteil der Perlen aus Grabkontexten stammt, handelt es sich dabei jedoch nicht ausschließlich um Grabschmuck, wie die Funde in Siedlungskontexten belegen. Perlen, beziehungsweise die daraus gefertigten Schmuckstücke, hatten auch ihren Platz im Kult, wie aus ihrer Anwesenheit in Kultkontexten zum Beispiel den Heiligtümern des Kultzentrums von Mykene deutlich machen. Es ist deshalb davon auszugehen, dass Perlen aus Glas und verwandten Materialien tatsächlich getragen wurden und nicht nur Grabschmuck waren.⁵⁴ Die größten Perlenzahlen und die größte Vielfalt an Typen und Varianten von Glas- und Fayenceperlen konzentrieren sich um die Paläste, besonders um Knossos und Mykene. Dennoch gelangten auch in von den Palästen weiter entfernten Gebieten immer wieder seltene und aufwändige Perlentypen.

Die weite Verbreitung dieser Perlen gilt zudem in sozialer Hinsicht. Im Wesentlichen dieselben standardisierten Perlentypen sind sowohl in normalen Kammer-

„Stempel“-Perlen sind steinernen Spinnwirteln in Größe und Form sehr ähnlich.

47 Mykene, T. 55, ANM 2793, Xenaki-Sakellariou 1985, Nr. G 2793, 170 und Taf. 69.

48 Starr 1937, 92–94, Taf. 30C, D, 31B, 119, 120, 121; um 1475 v. Chr. Datiert. Das bringt diese Funde zeitlich in die Nähe der mykenischen Exemplare.

49 Asine, Barbouna Area Settlement; in *wall* 46b (SH III): Frödin und Persson 1938, 310–311, Abb. 215.

50 Aus Kammergrab 15; unpubliziert; ausgestellt im archäologischen Museum von Lamia. Bei den eingelegten Perlen handelt es sich um gefurchte Fayenceperlen der ‚harten‘ Fayencevariante.

51 Gute Beispiele sind Fundgruppen aus den Gräbern von Knossos-Gypsades; Hood u. a. 1958, 208 stuft solche Gruppen als „odd beads“ ein: „The beads and sealstones in these irregular groups had probably been kept and worn for their amuletic powers rather than for their decorative virtues.“

52 Allgemein zur Bedeutung mykenischer Perlenmotive vgl. Hughes-Brock 2008, 130–132. Zu magischen und übernatürlichen Eigenschaften vitreuser Materialien im Orient, die auch Parallelen in der Ägäis gehabt haben konnten vgl. Panagiotaki 2008, 52–54; Chatzispiliopoulou 2002; Chatzi-Spiliopoulou 2002; Melas 2002. Eder 2015, 228–231, zur Bedeutung einiger ausgewählter Motive. Vor allem zum Motiv der Lilie s. Hughes-Brock 2014.

53 Sie wurden praktisch in allen Gebieten gefunden, in denen die mykenische Kultur dominierte. Vgl. auch Eder 2015, 233.

54 Panagiotaki 2008, 52 hält es noch nicht für bewiesen, dass vitreuse Perlen tatsächlich von lebenden Personen getragen und nicht nur als Grabschmuck und Teile von Kultinventar verwendet wurden. Der Autor dieses Artikels dagegen interpretiert die Beobachtungen zu den Perlen dahingehend, dass sie umfassend (eben auch durch Lebende) in Gebrauch waren. Eingeschränkte Verwendungen von einzelnen Perlentypen sind dabei nicht ausgeschlossen.

gräbern wie in den elitären Tholosgräbern vertreten.⁵⁵ In den reichen Bestattungen ist nur eine größere Zahl von Perlen und/oder Varianten von Perlentypen vorhanden. Selbst in einfachen Gräbern (Kistengräbern, Grubengräbern etc.) sind neben anderen Perlen auch Glas- und Fayenceperlen erfasst worden.⁵⁶ Glas- und Fayenceperlen sind oft mit Frauen verbunden (umfangreiche Schmuckstücke mit vielen Perlen), darüber hinaus tragen auch Kinder Perlenschmuck (oft kleinere und einfache Perlen), ebenso Männer (deutlich weniger umfangreiche Schmuckstücke).⁵⁷

In Anbetracht der oben bereits angesprochenen kulturellen und magischen Bedeutungsmöglichkeiten besonders von Reliefperlen kann auch gefragt werden, inwieweit über eine Schmuckfunktion hinaus Schmuckstücke mit gläsernen Reliefperlen (und anderen vitreousen Perlen) auch eine offizielle Bedeutung im kulturellen und gesellschaftlich/politischen Bereich hatten. Mögliche Funktionen sind Anzeiger einer sozialen Stellung, eines Amtes, einer politischen Funktion, einer kulturellen Funktion, Zeichen der Teilnahme an einem Fest oder einer kultischen Handlung.⁵⁸ Gegen eine einfache Erklärung der Funktion solcher Perlen spricht, dass vitreouse Perlen zwar eng und vielfältig in die mykenische Sachkultur eingebunden waren, sie jedoch in mehrere Gruppen geteilt werden können, die nicht notwendigerweise auf die genau selbe Art und Weise zur selben Zeit verwendet wurden.

3 Weitere Glasobjekte

Neben den Perlen gibt es noch Siegel, vermutliche Spielsteine,⁵⁹ und „Knöpfe“⁶⁰ aus Glas (Abb. 8.2). „Knöpfe“ sind leicht gewölbte, runde Glasobjekte mit flacher Unterseite und mit einer tiefen Kerbe um den Rand. Einige dieser „Knöpfe“ haben zusätzliche Fadenlöcher. Ob es sich tatsächlich um Knöpfe handelt oder ob sie einfach auf Stoff genäht waren, beziehungsweise in einen Schlitz im Stoff gesteckt wurden, kann aufgrund fehlender Befunde nicht gesagt werden. Eine Reihe von langen Gewandnadeln mit einem gebogenen Ende aus blauem Glas gehört zu den seltenen großen Glasobjekten.⁶¹

Die Glassiegel teilen sich in eine frühere und eine spätere Gruppe. Die frühere Gruppe⁶² mit ihrem Schwerpunkt auf Kreta datiert von SM I bis SM IIIA. Damit sind sie der jüngeren minoischen Palastzeit und der unmittelbar darauf anschließenden chronologischen Phasen auf Kreta zuzuordnen. Glas wird für diese Siegel wie Stein behandelt und das Siegelbild mit Bohrern und Schneidescheiben geschnitten, die Perforationen werden gebohrt. In etwa zeitgleich mit dem Ende der Produktion der Siegel aus harten Steinsorten in SH/SM IIIA2 beginnt die jüngere Gruppe der Glassiegel.⁶³ Sie schließt sich insofern an die Reliefperlen an, als die Siegel ebenfalls in Steinformen gepresst und nicht geschnitten wurden. Da auf diese Weise eine ganze Serie an gleichen Siegeln erzeugt werden konnte, hatte sich so

55 Eder 2015, 232–233 zur Verbreitung von Perlen durch niedere und hohe gesellschaftliche Klassen und zu ihrer geographischen Verbreitung. Zur Wertschätzung von Glas in den hohen Gesellschaftsschichten vgl. auch Schweizer 2002.

56 Lewartowski 2000, 34–35.

57 Einer genaueren Bestimmung stehen vielfach nur die Fundumstände entgegen (Vermischung von Funden unterschiedlicher Bestattungen in kommunalen Gräbern); darüber hinaus liegen nur wenige anthropologische Geschlechtsbestimmungen vor. Eine Bestimmung einer Bestattung als weiblich allein aufgrund der Anwesenheit von Glas- und Fayenceperlen bleibt auf jeden Fall unsicher. Vgl. Konstantinidi 2001, 243–248 zur Verteilung von Schmuck auf Männer, Frauen und Kinder. Kindern werden immer wieder Perlen beigegeben: So wurden z. B. in Katsamba auf Kreta kleine Glas- oder Fayencerosetten zusammen mit den Knochen eines Kindes gefunden (Alexiou 1967, 57, Taf. 37, Abb. 35). Lewartowski 2000, 35 beobachtet, dass gerade in der Kategorie der einfachen Gräber mit vergleichsweise wenigen Beigaben, Kinder besonders oft mit Perlen beigegeben wurden. Vgl. Smith und Dabney 2012 zu Kinderbestattungen aus Nemea mit Beigaben von Stein- und vitreousen Perlen. Vgl. oben auch die Darstellung einer Perlenkette um den Hals des Kindes der Elfenbeindreier-

gruppe aus Mykene. Wenn man insbesondere Bestattungen mit Waffen als männliche Gräber interpretiert, dann ermöglicht der Katalog von Kilian-Dirlmeier 1993 einen guten Zugang zur Verwendung von Perlen durch Männer, da er auch Beifunde zu den Waffen wie Perlen verzeichnet.

58 So z. B. Hughes-Brock 2008, 134: „Relief beads were perhaps worn for cult or official purposes of some kind, perhaps by particular religious or palace office-holders, and/or perhaps by people taking part in ceremonies or festivals (like pilgrim badges) or qualified in some particular way.“

59 Harden 1981, 50, Nr. 75 und 76, Taf. VI, Abb. 3/75.

60 Zum Beispiel Mykene, aus den Grabungen 1887/88, ANM 2279; Xenaki-Sakellariou 1985, Nr. G 2279 (19) vita, 137 u. Taf. II; Rhodos Ialysos, Makra V., T. 4, 3530; Benzi 1992, Nr. 26Q, 239, Taf. 182/f.

61 Auf Kreta wurden sie an mehreren Orten gefunden: Effinger 1996, 55, 354.

62 Hughes-Brock 2008, 127–128.

63 Hughes-Brock 2008, 138–141; Krzyszkowska 2005, 267–271; Pini 1981; Pini 1999; Younger 1999; Müller-Celka 2003; Eder 2007a; Eder 2007b.

die Idee des Siegels als etwas Einzigartiges in sein Gegenteil verkehrt. Aus dem weiten Verbreitungsgebiet der gepressten Glassiegel gerade in peripheren Regionen (ohne palatale Zentren) ergeben sich interessante Verbindungen und Fragen. Es wurde erwogen, dass diese Glassiegel politische oder administrative Funktionen hatten, dass sie so womöglich Zeichen der Bindung von Personen in der Peripherie an palatale Zentren waren.⁶⁴

Eine bemerkenswerte Anwendung fand Glas für die Verzierung von Waffen wie Schwerter oder Dolche und Helme.⁶⁵ Das größte Stück ist ein gläserner Schwertgriff eines Kreuzschwertes (Typ Sandars Di/Kilian-Dirlmeier Kreuzschwert Typ 1; Abb. 9) aus Mykene.⁶⁶ Das 13,5 cm lange Stück besteht aus einem kugeligen Knauf, der vom eigentlichen Griff durch einen Goldring abgeteilt wird. Die Griffstange wird zum Heft hin etwas schmaler. Das Heft selbst ist durch zwei gerade Fortsätze kreuzförmig ausgebildet und schließt die für diesen Typ charakteristische ovale Heftöffnung ein. Ein doppeltes geschwungenes Reliefband markiert den Übergang von Griffstange zu Heft. In der Griffstange nahe am Heft befindet sich eine kreisförmige Vertiefung, in der sich noch der Rest einer darin eingelegten Goldscheibe mit einem granulierten Rand erhalten hat. Auf diese Weise wurden die Köpfe von Nieten imitiert, die bei normalen Schwertern zur Befestigung von Griffplatten dienen. Zwei weitere solche kreisförmigen Vertiefungen befinden sich beiderseits der Heftöffnung; eine kleinere Vertiefung sitzt auf dem Knauf, in der sich noch das Goldscheibchen mit granuliertem Rand erhalten hat. Vom Heft her verläuft ein Schlitz in den Griff. Ein kreisförmiges Loch reicht weiter in den eigentlichen Griff hinein, so als ob ursprünglich eine Bronzeklinge eingesteckt hätte werden können.⁶⁷

Ein vergleichbares Teil eines Schwert- oder Dolchgriffes vom kreuzförmigen Typ wurde in der Burg von

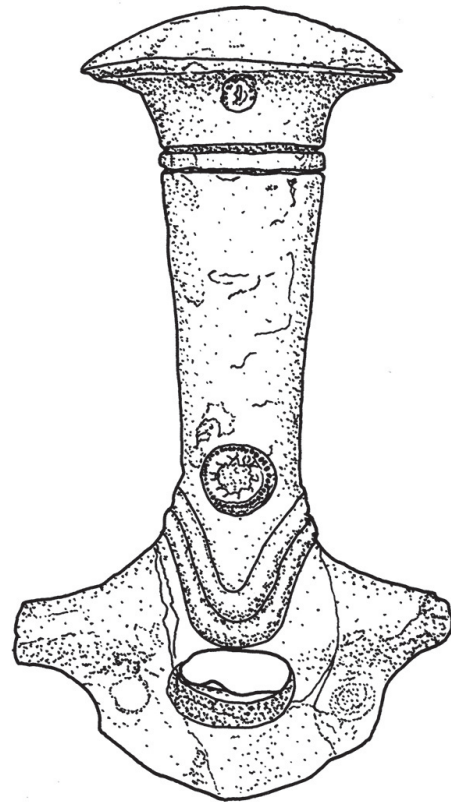


Abb. 9 Gläserner Schwert- oder Dolchgriff aus Mykene.

Mykene selbst gefunden.⁶⁸ Das dunkelblaue Glas ist sehr gut erhalten, mit vergleichsweise geringer Korrosion. Der Griff ist an der eine Niete imitierende Vertiefung im unteren Teil der Griffstange abgebrochen. Neben einem Teil der Griffstange ist nur das Heft selbst erhalten. Bei diesem gläsernen Griffteil handelt es sich um eine Griffauflage, da sie nicht rundplastisch gearbeitet ist, sondern eine flache Rückseite aufweist. So konnte sie auf eine normale Griffzunge eines Bronzeschwertes montiert werden. Ebenfalls als Griffauflage kann ein halbzyklindrisches Glasstück mit zwei kreisförmigen Vertiefungen

64 Müller-Celka 2003, 91–92; Eder 2007a, besonders 92; Eder 2007b, 38–39.

65 Vgl. Nightingale 2005; Nightingale 2008, 72, 94–95.

66 Mykene, Kammergrab 102 im *3rd Kilometre Cemetery* Xenaki-Sakellariou 1985, 279, 281, Taf. 137; Bosanquet 1904, 324; A. J. Evans 1921, Vol. IV, 852; Wace 1932, 188–189; Sakellariou 1984; Sandars 1963, 124, 128, 129; Foster 1979, 147; Nightingale 2005, 19. Das Glas ist überwiegend korrodiert. Die weißliche Oberfläche blättert stellenweise ab, dort wird die Farbe etwas dunkler. An einer ausgebrochenen Stelle an der Vertiefung links der Schulter und an anderen Stellen ist türkisfarbenes Glas erkennbar. Die Beobachtung solcher und anderer Details legt eine Identifizierung als Glas nahe (Nightingale 2005, 19).

gale 2005, 19). Xenaki-Sakellariou, Wace, Evans und Foster sprechen sich dagegen alle noch für Fayence aus.

67 Es ist leider nicht mehr zu erkennen, ob der Schlitz tatsächlich bis zur Heftöffnung durchreichte. Wenn ja, dann hätte tatsächlich eine Klinge in dem Griff montiert werden können; andernfalls ist der gläserne Griff entweder nicht fertiggestellt worden oder von vornherein nicht für die Montage einer Klinge gedacht gewesen.

68 Tsountas 1897, 109, Taf. 8/6; A. J. Evans 1921, Vol. IV, 852, Fußnote 2, Abb. 836; Haevernick 1981b, 79, Taf. 4/1; Haevernick 1981e, 111, Abb. 5; Foster 1979, 147, Abb. 101; Harden 1981, 40, Fußnote 33; Nightingale 2005, 19.

zur Imitation von Nieten auf der gerundeten Oberseite angesprochen werden.⁶⁹ Damit konnte die Griffstange, nicht aber das Heft eines Schwert-/Dolchgriffes abgedeckt werden. Zusätzlich zu diesen Griffteilen wurden noch mehrere gläserne Schwertknäufe gefunden.⁷⁰ Die Wertschätzung von Glas zur Dekoration von wertvollen Waffen zeigt darüber hinaus die Verwendung von Glaseinlagen aus dunkelblauem Glas in goldenen Abdeckungen von Nietenköpfen eines Schwertgriffes sowie als Einlagen in den golden Ring zwischen Griffstange und Knauf eines Schwertes aus Mykene.⁷¹

Kreuzschwerter wurden besonders oft mit wertvollen Materialien ausgestattet. Eine ganze Reihe von Griffen für Schwerter oder Dolche dieses Typs sind bekannt, die ganz oder zum Teil aus zum Beispiel Achat, Bergkristall und Marmor, besonders häufig aber aus Gold und Elfenbein sind. Zumindest ein Teil dieser luxuriösen Waffen war sicherlich so weit verwendbar, dass sie zumindest als Prunkwaffen benutzt werden konnten. Vor allem wenn nur ein Knauf oder eine Griffauflage aus Glas und die eigentliche Griffplatte der Klinge wie üblich aus Bronze besteht, gilt die Waffe als voll funktionsfähig.⁷²

Ein außerordentliches Stück ist ein Helm aus Spata in Attika.⁷³ Es handelt sich um einen Eberzahnhelm. Allerdings sind die üblichen Eberzahnplättchen durch dunkelblaue Glasblättchen ähnlicher Form und Größe ersetzt. Ein weiterer Fund aus Dendra wurde als Helm mit Glasteilen rekonstruiert.⁷⁴ Um den Kopf der Bestattung fanden sich 11 Locken aus türkischem Glas, neun leicht gebogene gläserne Dreiecke und elf rechteckige Reliefplaketten mit figürlichen Darstellungen.⁷⁵ Da alle Glasteile Befestigungslöcher besitzen, konnten sie ursprünglich auf einem Helm oder einer anderen Kopf-

bedeckung befestigt worden sein. Beide Kopfbedeckungen/Helme waren nicht nur repräsentative Objekte, sondern können durchaus als tragbare Ausrüstungsteile angesehen werden, da die eigentliche Schutzwirkung ja nicht von den Glasteilen, sondern von der Beschaffenheit des darunterliegenden Lederhelmes abhing.

Die Datierungen dieser gläsernen Waffenteile konzentriert sich in SH II oder SH IIIA.⁷⁶ Damit gehören sie an den Anfang der eigentlichen mykenischen Palastzeit. In diese Zeit fällt der Höhepunkt der Kreuzschwerter mit ihren Verbreitungsschwerpunkten um Mykene und Knossos. Diese beiden Orte werden deshalb auch als mögliche Produktionszentren angenommen.⁷⁷ Die reiche kunsthandwerkliche Tradition aus der minoischen Palastzeit wirkte noch weit in die mykenische Palastzeit hinein. Mykene übernahm in besonderer Weise vieles von dieser Tradition aus Kreta. Damit verbunden war der besondere Zugang Kretas, aber auch Mykenes (und Thebens) zu einer Vielzahl ausländischer Rohmaterialien. Knossos und/oder Mykene sind deshalb wahrscheinlich die Herstellungsorte dieser gläsernen Waffenteile. Bei diesen Objekten handelt es sich sicherlich um Prestigewaffen, die nur Mitgliedern der Elite zustanden. Als weitere Funktion solcher Luxuswaffen neben ihrer Schmuckfunktion und der Präsentation von Reichtum wurden ihre Eignung als Rang- oder Statuszeichen erwogen, verbunden mit zeremoniellen und/oder kultischen Funktionen.⁷⁸

Ein deutlicher Unterschied zur Verwendung von Glas im Nahen und Mittleren Osten sowie in Ägypten ist das beinahe vollständige Fehlen von Glasgefäßen im mykenischen Bereich. Die wenigen Glasvasen, die gefunden wurden, sind wahrscheinlich alle Importe aus dem Osten.⁷⁹ Eine kleine Glasschale (beziehungsweise Frag-

69 Xenaki-Sakellariou 1985, 139, Taf. 39; Nightingale 2005, 19.

70 Nightingale 2005, 19; aus Mykene und Knossos.

71 Mykene, Kalkani, Kammergrab 78; Tsountas 1897, 105–106, Taf. 7/3; Sakellariou 1984, 130–131; Sandars 1961, 26, Nr. 70; Sandars 1963, 124; Xenaki-Sakellariou 1985, 216–218, Taf. 101, IX; Hood 1994, 158; Nightingale 2005, 19.

72 Nightingale 2005, 20.

73 Haussoullier 1878, 203, 224, 225; Nightingale 2005, 19–20.

74 Tholos von Dendra, pit 1, bei der sogenannten Bestattung des Königs: Persson 1931, 36, Nr. 13/a, Taf. XXV/1, VIII, Abb. 41; Persson 1931, 41, Nr. 7; Persson 1931, 36, Nr. 13/b, Taf. XXV/1, VIII, Abb. 41; Persson 1931, 36, Nr. 13c, Taf. XXV, XXVI, VIII, Abb. 41 und 43; Nilsson 1950, 36, Abb. 2; Bielefeld 1968, C 15–C 16; Karo 1935, 591; Persson 1931, 36, Nr. 13.d, Taf. XXVI und VIII sowie Abb. 44; Bielefeld 1968, C 15–16; Karo 1935, 591; Nilsson 1950, 37 und Fußnote

10, Abb. 3; Persson 1931, 14–18, 64–65; Nightingale 2005, 20.

75 Acht stark korrodierte Plaketten wahrscheinlich mit der Darstellung einer seitlich auf einem Tier reitenden Frau sowie drei weitere stark korrodierte Glasplaketten mit einer mehrfigurigen Szene.

76 Nightingale 2005, 20.

77 Nightingale 2005, 20; vgl. Kilian-Dirlmeier 1993, Sandars 1963; Sakellariou 1984.

78 Kilian-Dirlmeier 1993, 70, 145, 148–151; Sakellariou 1984, 129: „[...] emblème ou d'un insignium dignitatis [...]“; Haevernick 1981b, 79; Haevernick 1981e, 111: eine bei Staatsanlässen getragene Prunkwaffe; Nightingale 2005, 21.

79 Zu Glasgefäßen im ägäischen Raum vgl. Harden 1981, 31, Fußnoten 6–8 mit weiteren Literaturverweisen und Diskussion; Wiener 1983, 115–116; Weinberg 1992, 16–18, 79; Panagiotaki 2008, 45.

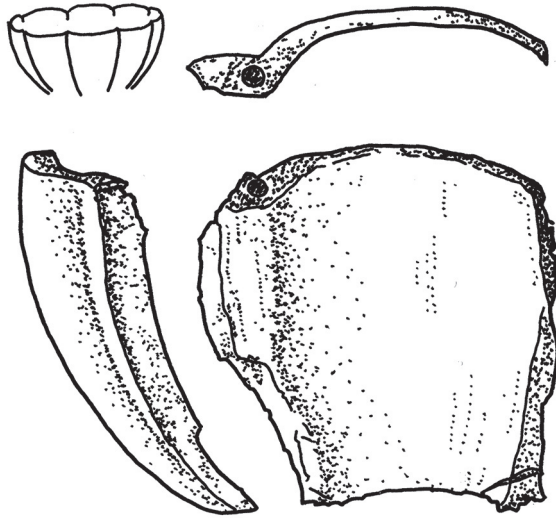


Abb. 10 Gläserne Schale von Kakovatos.

mente davon) wurde in einem frühmykenischen Kontext in Kakovatos gefunden (Abb. 10).⁸⁰ Die dunkelblauen Glasfragmente lassen sich zu einer kleinen, tiefen Schale rekonstruieren, deren Wand zu acht großen Rippen geformt ist. Ein Randfragment weist im Rand eine vertikale Bohrung auf, deren genauer Zweck unklar ist. Aus der minoischen Tradition sind jedoch eine Reihe von Gefäßen bekannt, für die Steinvasen oder Straußeneier mit weiteren Steinteilen, Bronze- oder Fayenceteilen (zum Beispiel Füßen oder Ausgüssen) zu einer neuen Vase kombiniert wurden. Ähnliches ist auch für die Vase von Kakovatos vorstellbar. Die Schale blieb bislang ohne Parallelen im Osten. Auch in Griechenland ist die Schale ein Einzelstück. Eine lokale Produktion ist deshalb möglich, begründete jedoch keine eigenständige mykenische Glasvasen-tradition.

Während der mykenischen Palastzeit wurden im Gegensatz zu Glas aus Fayence sehr wohl auch große Va-

sen in der minoischen Tradition unter Aufnahme vorrangig ägyptischer Einflüsse produziert.⁸¹ Neben der oben bereits angesprochenen Verwendung großer Reliefplaketten als Architekturdekoration und von Einlagen aus Glas für Möbel ist eine Verwendung von blauen Glaseinlagen als Architekturschmuck an herausragender Stelle des Palastes von Tiryns bekannt. Es handelt sich dabei um dunkelblaue runde und längliche Glaseinlagen, die im Metopen-Triglyphenmotiv der reliefierten Antenblöcke des Megarons jeweils farbige Akzente setzen.⁸²

4 Ursprünge und chronologische Entwicklung der mykenischen Glas- und Fayenceperlen

Die besondere Ausprägung der mykenischen Glas- und Fayenceperlenindustrie hat ihre Wurzeln in der minoischen Kultur und den Kulturen des östlichen Mittelmeerraumes. Fayence wurde in der minoischen Kultur bereits sehr früh aus dem Osten aufgenommen und zu einer interessanten eigenständigen Gattung der minoischen Luxusindustrien entwickelt. In den minoischen Palästen fand sich auch bereits das Konzept der Reliefperle (in Fayence ausgeführt;⁸³ sie weisen ähnlichen Dimensionen und Ausführung wie die späteren mykenischen Stücke auf). Es sind jedoch nur einzelne Stücke erhalten, da sie noch nicht in denselben Stückzahlen produziert wurden, wie die mykenischen palastzeitlichen Perlen. Einige dieser minoischen Reliefperlen mit einem einfachen geometrischen Motiv fanden sich in den frühmykenischen Schachtgräbern Mykenes.⁸⁴ Dieses Konzept der Reliefperle passte sehr gut zur mykenischen Vorliebe für die Wiederholung von Dekorelementen und damit zur Erzeugung von Ornamentbändern,

Die wenigen vollständigen Glasvasen und die Fragmente weiterer Stücke (mehrfarbige Vasen, entsprechend den Vergleichsbeispielen aus Ägypten und der Levante) verteilen sich auf mehrere Fundorte von Kreta bis Mittelgriechenland. Für die verschiedenen Stücke wurde eine Herkunft sowohl aus der Levante als auch aus Ägypten vorgeschlagen.

80 Kakovatos, Kuppelgrab B, ANM 5671 (SH IIA): Müller 1909, 296–297, Abb. 1; Grose 1989, 56; Harden 1981, 40 und Fußnote 8 mit Literaturverweisen; Weinberg 1992, 17, 79, Nr. 1; für Import aus dem Osten Harden 1981, 40; für lokale Produktion Weinberg 1992, 17–18; Hood 1994, 136.

81 Foster 1979, 121–134; Panagiotaki 2008, 50–51.

82 Müller 1976, 139–43, 178; Panagiotaki, Papazoglou-Manioudaki u. a. 2005, 15–16. Die Alabasterblöcke selbst scheinen Importe aus Kre-

ta zu sein. Einige dieser Einlagen sind im Athener Nationalmuseum ausgestellt.

83 Wie z. B. aus Malia: Effinger 1996, 343, Taf. 10e, Nr. MaS 2a; datiert in MMI und MM II, also in die ältere minoische Palastzeit; Hughes-Brock 2008, 128–130; vgl. Panagiotaki 2008, 38, 40 zu einer minoischen Fayencereliefperle aus Knossos.

84 Perlenserie aufgeteilt auf zwei Gräber der Schachtgräberkreise B; Schachtgrab Xi (eine Perle): Mylonas 1972, 182, Taf. 159 alpha, ANM 8631; Schachtgrab Ypsilon (fünf Perlen): Mylonas 1972, 235–236, Taf. 209 beta, ANM 8680; in Schachtgrab III im Schachtgräberkreis A fanden sich zwei rechteckige Reliefperlen mit dem Motiv eines Efeu- blattes (vgl. Hughes-Brock 2008, 130).

wie es bereits an den Funden in den Schachtgräbern Mykenes und zeitgleicher hochrangiger Bestattungen Griechenlands deutlich wird.⁸⁵

Zugleich mit den minoischen Fayenceperlen fanden sich in den Schachtgräbern Mykenes und weiteren frühmykenischen Gräbern vereinzelt gläserne sog. Nuziperlen, Sternanhänger und verwandte einfache Perlentypen, die alle aus dem Osten importiert wurden.⁸⁶ Im Osten wurde nach langen Entwicklungsphasen parallel zur frühmykenischen Zeit (während des späten 17. bis 15. Jahrhunderts v. Chr.) eine erste große Aufschwungsphase der Glasproduktion erreicht. In zeitlicher Nähe zu diesen Glasimporten aus dem Osten muss auch die Technologie der Glasverarbeitung von dort übertragen worden sein, die sich im Ägäisraum mit der vorhandenen Expertise aus der Fayenceproduktion, der Steinbearbeitung und dem pyrotechnischen Fachwissen aus der Metall- und Keramikproduktion verband.

Wie dieses technische Wissen aus dem östlichen Mittelmeerraum übertragen wurde (eine eigenständige Nachentwicklung der Glasverarbeitungstechniken ist wohl weniger wahrscheinlich), ist bislang unklar. Gerade die Forschungen der jüngeren Vergangenheit brachten an mehreren Orten von Ägypten bis in die Levante minoische Fresken ans Licht. Die damit notwendige lokale Anwesenheit von Handwerkern aus dem Ägäisraum und die schriftlichen Belege für den Austausch von Handwerkern unter den Staaten des östlichen Mittelmeerraumes und des Nahen und Mittleren Ostens lassen ähnliche Situationen für die Übertragung des Wissens um Glas nach Griechenland vermuten. Ein solch enger Kontakt auf hoher Ebene war notwendig, da das Wissen um die Produktion und Verarbeitung von Glas damals an die hochrangigen Zentren der Staaten des östlichen Mittelmeerraumes und Mesopotamiens gebunden war, teilweise noch mit starken magischen Anteilen; dieses Wissen war eben nicht frei verfügbar.⁸⁷ Auch in den mykenischen Staaten muss das Wissen der Glasarbeiter eng mit den palatialen Zentren verknüpft geblieben sein.⁸⁸ Die minoischen oder mykenischen Handwerker arbei-

teten von Anfang an auf sehr eigenständige Weise mit diesem neuen Material. Hier wurde auf minoischen und frühmykenischen kulturellen Traditionslinien weitergearbeitet. Es wurde also nur die Technologie übernommen; die Glaskultur des Ostens mit ihren vielfältigen Objekten und Verzierungsweisen jedoch nur sehr eingeschränkt.

Die Erforschung der chronologischen Entwicklung der mykenischen Glas- und Fayenceperlentypen während der mykenischen Palastzeit wird durch die Sitte der Mehrfachbestattungen in Kammergräbern und die gerade bei älteren Grabungen, die sehr viele Perlen zum Beispiel aus dem Umfeld von Mykene erbrachten, mangelhafte Dokumentation der Fundzusammenhänge sehr erschwert. Vorläufig muss man von einer sehr einheitlichen Perlenkultur mit nur geringen Änderungen ausgehen.⁸⁹ Nur ganz vereinzelt sind Perlen anzutreffen, bei denen der Eindruck entsteht, dass ein lange konstant produzierter Typ sich auflöst. Beispiele für solche Perlen sind die oben beschriebenen Sondervarianten der Wellenperlen aus Mykene und New York. Hier wird deutlich, dass das ursprüngliche Perlenkonzept den Herstellern dieser Perlen nicht oder nicht mehr gut bekannt war.

Besonders bei den Varianten der Reliefperlen mit dem Motiv auf einer rechteckigen Plakette oder bei Plaketten mit Fortsätzen für die Fadenlöcher sind eine Reihe von Perlen zu beobachten, bei denen das Motiv soweit vereinfacht oder degradiert erscheint, dass ein Absinken der künstlerischen Qualität im Verlauf der Palastzeit nahe liegt.⁹⁰ Gegen ein solches einfaches lineares Abstiegsmodell spricht das Beispiel der oben beschriebenen Glasperlen aus den Tholos D von Archanes. Obwohl es sich um eine Bestattung einer gesellschaftlich hochstehenden Frau aus der frühen Palastzeit handelt (SH IIIA2), sind die gläsernen Reliefperlen zum Teil so wenig sorgfältig ausgeführt, dass man sie in einem absteigenden Modell eher an das Ende der Palastzeit gesetzt hätte. Tatsächlich gehören sie aber in die frühe Palastzeit.

85 Laffineur 1984.

86 Zur kurzen Besprechung dieser Perlen vgl. unten den Abschnitt zu den Perlenimporten; vgl. Panagiotaki 2008, 45–46.

87 Vgl. dazu die Aussagen der östlichen Glastexte; vgl. Oppenheim u. a. 1988; Panagiotaki 2008, 54.

88 Wie die Hinweise auf Produktionsstätten etc. zeigen (s. unten).

89 Higgins 1980, 72–73 betont die fehlende Entwicklung der Reliefperlen aus Glas während der mykenischen Palastzeit. Als einzige Entwicklung sieht Higgins die Zunahme von Glas- zugunsten von Goldschmuck und von Ersatz von Goldperlen durch Glasperlen mit Goldüberzug.

90 Hughes-Brock 2008, 137 vertritt diesen Standpunkt.

5 Import und Export von Glas- und Fayenceperlen

Für einige in Griechenland benutzte Perlentypen ist eine östliche Herkunft sicher belegt.⁹¹ Es sind dies zunächst die sogenannten Nuziperlen aus Glas (Abb. 11.2).⁹² Nuziperlen sind dicke, rechteckige Plaketten mit halbzyklindrischen Rippen auf der Vorderseite (in verschiedenen Varianten ausgeführt). Nuziperlen besitzen jeweils zwei Fadenlöcher. Von mykenischen Reliefperlen unterscheiden sich Nuziperlen deutlich, da sie viel dicker sind. Das Verbreitungsgebiet dieser Perlen reicht von Ägypten über den Nahen und Mittleren Osten bis in die Gegend des Kaukasus und nach Griechenland. Das eigentliche Produktionszentrum wird im nordmesopotamischen Nuzi vermutet (deshalb auch ihr Name). Die wenigen Funde solcher Nuziperlen im Ägäisraum (in den Schachtgräbern von Mykene und in weiteren, vor allem frühmykenischen Kontexten der Nekropolen von Mykene, Prosymna und Kakovatos) bilden das westlichste Ende des Verbreitungsgebietes dieser Perlentyps.

Diesen Nuziperlen können wohl auch auffällig dicke, große, langzylindrische Glasperlen zugeordnet werden, die ebenfalls in den Schachtgräbern und anderen frühmykenischen Kontexten Mykenes zusammen mit ihnen gefunden wurden. Weitere eindeutige Importe aus dem Orient sind ähnlich massive Frauenperlen, die eine frontal abgebildete nackte Frau im hohen Relief zeigen (Abb. 11.1);⁹³ dazu kommen unverzierte Kreisscheibenanhänger und Kreisscheibenanhänger aus Glas mit einem Punkt-Strahlen-Stern-Muster. Diese besonderen Perlentypen bilden eine sehr einheitliche Fundgruppe, deren Herkunft in den Glasproduktionszentren im Nahen und Mittleren Osten zu suchen ist. Ein weiterer vermutlich aus dem Osten importierter Perlentyp sind

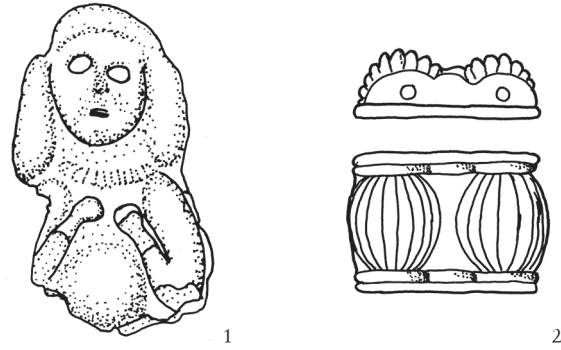


Abb. 11 Oberteil einer nach Mykene importierten Frauenplakette; importierte ‚Nuzi‘-Perle.

die in der sog. Lampenarbeit⁹⁴ rundplastisch geformten Vogelperlen mit einem Fadenloch quer durch den Körper und Augen aus gelben Glaströpfchen, die in Mykene gefunden wurden (Abb. 7)⁹⁵

Beim Großteil dieser einfachen unverzierten und verzierten Perlentypen im Ägäisraum kann von einer Herkunft aus dem mykenischen Kulturraum ausgegangen werden, da in diesem auch ihr Verbreitungsschwerpunkt liegt. Besonders die verzierten Fayenceperlenvarianten sind so typisch für den mykenischen Ägäisraum, dass die wenigen Stücke, die im Osten gefunden wurden, dort als ‚fremd‘ auffallen und somit als Importe aus dem mykenischen Griechenland einzustufen sind. Mehrere einfache Fayence- und Fritteperlen, wie Scheibchenperlen, kugelige Perlen oder Mehrfachperlen (aus mehreren nebeneinanderliegenden Röhrchenperlen gebildet) ähneln ihren Gegenstücken im Osten; zumindest ein Teil von Ihnen kann deshalb ein Import von dort sein. Die einfachen Formen erschweren eine Bestimmung der Herkunft. Zu den wenigen eindeutigen ägyptischen oder ägyptisierend-levantinischen Importen gehören neben kleinen Fritteäffchen⁹⁶ zwei typische klei-

91 Nightingale 2008, 73–75 mit weiteren Verweisen zu den Importen von Perlen nach Griechenland.

92 Diskussion und Fundvorlage bei Starr 1937; Haevernick 1981c; Goldstein 1979, 47–48; Oppenheim u. a. 1988; Vandiver 1983; Stern und Schlick-Nolte 1994, 122–125; Cline 1994; Eder 2015, 224.

93 Oberteil einer importierten orientalischen Frauenfigur aus Mykene. Mykenische Reliefperlen mit Frauendarstellungen unterscheiden sich deutlich von diesen importierten Frauenperlen. Zunächst entsprechen die mykenischen Frauenplaketten ganz den Dimensionen der üblichen mykenischen Reliefperlen; die Plaketten sind ebenfalls sehr dünn. Vor allem werden die Frauen der mykenischen Perlen nicht nackt, sondern stets in der minoisch-mykenischen Festtracht gezeigt.

94 Lampenarbeit wird hier verstanden als freie Formung von heißem Glas, welches in oder über einer Hitzequelle erhitzt wurde. Heute wird das über einem Gasbrenner durchgeführt, davor über einer Art von Lötlampe. Als Hitzequelle kann aber auch eine Feuerstelle oder ein kleiner Glasofen dienen.

95 Mykene, Panagia T. 103, ANM 4936: Xenaki-Sakellariou 1985, Nr. G 4936 alpha, vita, 288 und Taf. 142 und Taf. II. Für eine neuere Diskussion der Vogelperlen aus Sicht der Levante vgl. Spaer 2001, 101, 107, 108.

96 Zum Beispiel Mykene, ANM 4573: hellblaue Fritte oder Fayence mit der Kartusche Amenophis II (Cline 1994, 132).

ne Fayencereliefperlen⁹⁷ mit mehrfarbiger Glasur, die in Ägypten oft zu großen Perlenkrügen kombiniert wurden. Bei den Glasperlen, vor allem bei den verzierten Stücken, bestehen teilweise große Ähnlichkeiten sowohl zu Perlentypen aus Mitteleuropa⁹⁸ (besonders bei dicken spindelförmigen Glasperlen mit einem eingelegten Spiralband) als auch (mehrheitlich) zu Glasperlen aus dem östlichen Mittelmeerraum.⁹⁹

Wie viele Perlen tatsächlich aus dem Westen und Osten importiert wurden, muss sich noch zeigen. Eine genaue Herkunftsbestimmung gerade der einfachen Perlentypen fällt schwer, beziehungsweise muss sich stark auf naturwissenschaftliche Analysen des Glases stützen.¹⁰⁰ Für die mykenischen Reliefperlen aus Glas steht eine Herkunft aus dem Ägäisraum außer Zweifel. Trotz einiger Verbindungen nach außen ist die vom Osten (und Westen) weitgehend unabhängige Entwicklung der mykenischen (und davor minoischen) Glas- und Fayenceproduktion inzwischen überdeutlich. Der Ägäisraum steht kulturell dem Osten wesentlich näher als dem Westen und Norden. Dies zeigt sich auch bei Fayence und Glas, wo die seit der frühen Bronzezeit sich entwickelnden Fayenceperlentradition Italiens den Ägäisraum nicht beeinflusste.

Exporte mykenischer Perlen nach Westen und Osten zeigen ein sehr interessantes Bild. Die hochstandardisierten mykenischen Fayenceperlen sind in fremden Fundkontexten gut zu identifizieren. Eine Reihe von ihnen fand ihren Weg in Kontexte von Sizilien bis hin-

auf nach Oberitalien.¹⁰¹ Dort wurden sie in der Poebene bis ins Hinterland hinein verwendet.¹⁰² In Italien trafen diese mykenischen Perlen auf eine eigenständige Tradition vitreouser Perlen (sehr früh schon in Fayence und *glassy faience*, später dann auch Glas). Diese mykenischen Perlen sind mit anderen Funden Belege für direkte und/oder indirekte (über Mittelsmänner laufende) Kontakte und für ein mykenisches Interesse am Westen und bis an das Nordende der Adria. So wurde der Raum, in dem viele Handelswege über die Alpen und über das heutige Slowenien aus dem Osten und dem Balkanraum zusammentrafen, an die mediterranen Handelswege angebunden. Über einen dieser Handelswege musste eine typische mykenische flachbikonisch gefurchte Fayenceperle bis in das bayrischen Alpenvorland gelangt sein.¹⁰³ Zweifellos ein extremer Fall. Perlen konnten aber leicht als Handelsgut oder als Teil von Schmuckstücken weit ‚wandern‘.

Nach Osten hin verteilen sich kleine Gruppen mykenischer Fayenceperlen auf viele Orte von der Troas¹⁰⁴ entlang der ganzen türkischen Küste bis in die Levante und hinunter nach Ägypten; in geringerer Zahl auch bis in Orte des Hinterlandes (zum Beispiel der hethitischen Hauptstadt Hattuscha¹⁰⁵). Schwerpunkte waren dabei die zentrale und südliche kleinasiatische Küste, die Insel Zypern und Hauptorte an der levantinischen Küste.¹⁰⁶ Die mykenischen Perlen wurden aber scheinbar nicht als vollständige Ornamente verwendet, sondern sie waren mit anderen Perlen vergesellschaftet.

97 Mykene, Asprochomafriedhof, ausgestellt im Museum von Mykene: eine traubenförmige (Relief) Perle mit hellblauer Glasur, eine Blütenknospen(relief)perle mit gelblicher und dunkelgrüner Glasur.

98 In Hinblick auf diese sehr typischen dickeren spindelförmigen Perlen mit eingelegtem Spiralband sei hier auf T. H. Haevernick verwiesen. Mit Bezug auf eine solche Perle aus Tiryns und weiteren vom Schiffswrack von Kap Gelidonya, die sie selber gesehen hatte, identifizierte sie diese als sog. ‚Pfahlbautönchen‘. Diese Bezeichnung wird an sich für solche Perlen aus dem urnenfelderzeitlichen Mitteleuropa (Hallstadt A und B) gebraucht. Hier öffnet sich ein faszinierender Bezug zu den europäischen Glasperlen. Mit Bezug auf eine Perle aus Tiryns, ‚Schatzhaus‘ (Tholos von Tiryns?), Kindergrab: Haevernick 1981f, 383; mit Bezug auf Perlen aus dem spätbronzezeitlichen Schiffswrack von Kap Gelidonya betonen Bass und Haevernick diese Verbindung nach Zentraleuropa: Bass 1967b, 132, Abb. 139A, Abb. 142 und Haevernick 1981f, 383.

99 Eine Herkunft aus dem Osten wurde z. B. für zwei große, mehrfarbige Glasperlen mit Bogenmuster aus T. 4, Knossos, Sellopoulo (SH IIIA1) von den Bearbeitern angenommen (Popham, E. Catling und H. Catling 1974, 224, Nr. J14, Abb. 6 und 11N, Taf. 36e, 38j).

100 Bei Perlen stehen solche naturwissenschaftliche Analyseverfahren zur

Herkunftsbestimmung des Glases noch am Beginn, beziehungsweise haben den für einen guten Vergleich erforderlichen Umfang noch nicht erreicht. Neue Ergebnisse in dieser Hinsicht werden laufend auf den Kongressen der *Association Internationale pour l'Histoire du Verre/International Association for the History of Glass* (<http://www.aihv.org/> [besucht am 01.03.2018]) vorgestellt.

101 Bellintani 2014; in seiner Übersicht in Abb. 1 sind die verschiedenen mykenischen Fayenceperlentypen zu sehen, die in *Bronze medio 3* und *Bronze recente* zur einheimischen Perlentradition hinzutreten. Vgl. auch Koch 2014, 89–90.

102 Rahmstorf 2005 zeigt die Verteilung der mykenischen Laternenperlen in Italien als ein Beispiel für mykenischen Einfluss.

103 Pörndorf, nahe Landshut, Grab 2 in Tumulus 1: Bellintani 2002, 43, Abb. 9; Gebhard 1999, 18, Taf. 8 oben.

104 Im Bereich von Troia z. B. in der Nekropole von Besik Tepe: Basedow 2000, 134–137, Taf. LXXXVI–LXXXIX. Für weitere Fundorte in Anatolien vgl. den Katalog in Kozal 2006.

105 Boehme 1979, Nr. 3603A, Taf. 26.

106 Zum Beispiel Ugarit: Matoian 2003, 153, Abb. 4 und 5; eine spindelförmig gefurchte und eine rautenförmige mykenische Fayenceperle.

Die extrem seltenen Funde mykenischer Reliefperlen befinden sich dort, wo auch mit der Anwesenheit von Mykenern zu rechnen ist, beziehungsweise in Gebieten die kulturell stark mykenisch beeinflusst waren. Es sind Orte wie Panaztepe und Kolophon an der mittleren und südlichen kleinasiatischen Küste,¹⁰⁷ wo sich eine mykenisch-anatolische Mischkultur entwickelt hatte und wo zeitweise, nach Ausweis hethitischer Texte, mykenische Herrscher dominierten. Die beiden Serien von mykenischen Reliefperlen vom Schiffswrack von Uluburun¹⁰⁸ wurden mit anderen charakteristischen mykenischen Funden als Evidenz für die Anwesenheit von Mykenern auf diesem grundsätzlich aus dem Osten stammenden Schiff genommen.¹⁰⁹ Die 14 (erhaltenen) Reliefperlen verteilen sich auf zwei gut bekannte mykenische Typen: Perlen mit Achterschildmotiv und Perlen mit Kreismotiv.¹¹⁰ Unter der großen Anzahl an Perlen aus verschiedensten Materialien, die auf diesem Schiffswrack gefunden wurden, befand sich darüber hinaus eine große Anzahl einfacher mykenischer Fayenceperlen verschiedener Typen.¹¹¹

Die wenigen Fundstellen mykenischer Reliefperlen in der Levante sind Orte mit engen Kontakten mit der mykenischen Welt, wo die Anwesenheit von Mykenern anzunehmen ist, die u. U. diese Perlen als Teil ihrer Tracht mitgebracht hatten (nicht unbedingt als Handelsgut).¹¹² In Ugarit wurden zum Beispiel eine mykenische Rosettenperle in der Stadt¹¹³ und eine Reliefperle mit der Darstellung einer typischen mykenischen frontal gezeigten Frauendarstellung in einem Grab in Minet el-Beida, in der Hafenstadt Ugarits, gefunden.¹¹⁴ Die obere Hälfte einer weiteren solchen Frauenperle stammt aus

Tell Abu Hawam.¹¹⁵ Auf der stark mykenisch beeinflussten Insel Zypern wurden bislang keine gläsernen Reliefperlen bekannt. Eine Ausnahme könnten Perlen aus Karydhata sein.¹¹⁶ Es gibt aber Reliefperlen aus Gold, die zum Teil eigenständige zyprische Varianten der mykenischen Typen bilden; dazu werden Motive mykenischer Reliefperlen auf typisch zyprische Goldbleche geprägt (für die Ausstattung der Bestatteten).¹¹⁷

Dieses Verteilungsmuster der mykenischen Reliefperlen kann als Hinweis auf eine starke Bindung der Reliefperlen an die mykenische Kultur gewertet werden. Außerhalb der mykenischen Welt hatten sie sichtlich keine Funktion und waren nicht von Interesse. Darüber hinaus kann überlegt werden, ob sie von den mykenischen Palästen bewusst vom Handel und/oder Austausch mit dem Westen und Osten ausgeschlossen und nur gezielt innerhalb des mykenischen Kulturraums verteilt wurden.

Die Fayenceperlen unterlagen nicht diesen Einschränkungen. Obwohl sie letztlich immer nur in kleineren Gruppen und beschränkt auf wenige Typen (wie vor allem der Gitternetzzyylinderperlen, runden und vierseitigen elliptisch gefurchten und gekerbten Perlen und der elliptischen platten Perlen mit Rautenritzung) außerhalb Griechenlands gefunden wurden, konnten sie dennoch eine Handelsware gewesen sein, beziehungsweise waren sie Teil von Tauschprozessen. Dazu passt die vergleichsweise große Zahl einfacher mykenischer Fayenceperlen unter den umfangreichen Perlenfunden (Perlen aus Glas, Fayence, Fritte, Schmucksteinen und Bernstein) vom Schiffswrack von Uluburun.

107 Kozal 2006, 271–272; Çinardalı-Karaaslan 2012 zu Panaztepe. In Panaztepe wurden sowohl einfache mykenische Fayenceperlen als auch mehrere Typen gläserner Reliefperlen gefunden.

108 Zur Schiffsladung allgemein siehe Pulak 2001.

109 Zusammenfassung der Argumentation bei Bachhuber 2006; Pulak 2001, 303–304, Taf. LXXb.

110 Zu den mykenischen Perlen auf dem Schiffswrack von Uluburun: Bass 1967a, 8–9, Abb. 15, Nr. KW 829; Pulak 2001.

111 Zu den einfachen Glas- und Fayenceperlen des Uluburun-Schiffswracks: Ingram 2005; Pulak 2001, 43–44.

112 Diese Meinung wird von Hughes-Brock 2008, 134–135 geteilt.

113 Ras Shamra-Ugarit, Centre-Ville: Matoïan 2000, 38, Abb. 28.

114 Minet el-Beida, Grab VI: Matoïan 2000, 31, Abb. 8. Bei dieser Vari-

ante der Frauenfigur handelt es sich um eine stark vereinfachte Ausführung des mykenischen Typs, wie sie aber auch in Griechenland auftritt.

115 Balensi 2004, 164, Nr. 6.

116 P. Åström 1989, Tomb 80, Nr. 32. Von dieser alten Grabung liegt nur mehr der Vermerk „[...] beads in blue paste-long spirals [...]“ vor, die Perlen selbst sind offenbar verloren; Abbildungen fehlen ebenfalls. Als Fundort wurde nahe Schädel Nr. 10 angegeben. Diese Kurzbeschreibung und der Fundort erlauben eine mögliche Interpretation als Volutenperlen oder als schmale Reliefperlen mit Spiraldekor.

117 Vgl. L. Åström und P. Åström 1972; Higgins 1980, besonders der Anhang zu *Cypro-Mycenaean Jewellery*.

6 Aspekte der Produktion von Perlen und anderen Objekten aus Glas und verwandten Stoffen in der mykenischen Welt

Bei der Suche nach den Werkstätten für die mykenischen Glasobjekte gilt es in den Ort der Rohglasproduktion und in die Sekundärwerkstatt zur Verarbeitung des Rohglases zu unterscheiden. Beide müssen sich nicht am selben Ort befinden.¹¹⁸ Bislang wurde kein Produktionsort für Rohglas in der bronzezeitlichen Ägäis entdeckt.¹¹⁹ Naturwissenschaftliche Analysen mykenischen Glases stehen immer noch relativ am Anfang, weshalb nur erste Ergebnisse zur möglichen Herkunft des mykenischen Rohglases vorliegen.¹²⁰ Mykenisches Glas gehört zu den Pflanzenaschengläser des Typs SLS (*soda-lime-silica glass*) HMG (*high magnesia glass*) mit vergleichsweise hohem Magnesiumgehalt. Die Pflanzenasche zum Glasmachen stammt von salztoleranten Pflanzen (Halophyten, wie sie unter anderem in Halbwüstengebieten vorkommen).¹²¹ Damit ähneln Gläser des mykenischen Griechenlands den zeitgleichen Gläsern aus dem Osten, wobei sie zum Großteil den ägyptischen Beispielen näher stehen, als den mesopotamischen Gläsern.¹²² Den letzteren steht nur eine kleine Gruppe von mykenischen Testergebnissen näher. Deshalb liegt es nahe, von einer Herkunft der Masse des Rohglases aus Ägypten auszugehen, mit einem kleinen Anteil an mesopotamischem Glas. Aufgrund von Detailergebnissen ihrer Analysen von Glas aus Theben und Elateia hält Nikita¹²³ es

darüber hinaus für möglich, dass ein Teil des Rohglases lokal in Griechenland produziert wurde. Die abschließende Beurteilung der Analyseergebnisse wird nicht nur durch Probleme bei der Zuordnung der Analyseresultate zu Rohmateriallagerstätten erschwert, sondern auch durch die mögliche Mischung verschiedener Rohglasarten oder wieder eingeschmolzener importierter Glasperlen.¹²⁴ Ihre Farbe verdanken die mykenischen Reliefferperlen der Zugabe von Kobalt für dunkelblaue und von Kupfer oder einer Kupfer/Kobalt-Mischung für hellblaue oder türkise Farbtöne.

Derzeit ist (mehrheitlich) von einem Import von Rohglas aus dem Osten auszugehen. Für einen Austausch von Rohglas im Nahen Osten (durch Handel, als Tribut, Beute, als hochrangige/diplomatische Geschenke) gibt es sowohl schriftliche als auch bildliche Belege, wie in den Darstellungen von Tributbringern in den Vesirgräbern der 18. Dynastie, in denen auch Rohglasbarren vorhanden sind. Ein außergewöhnlicher Fund ist das spätbronzezeitliche Schiffswrack von Uluburun vor der lykischen Küste.¹²⁵ Neben der Hauptladung aus Kupfer und Zinn transportierte dieses Schiff auch eine Reihe von wertvollen und exotischen Fertigprodukten und Rohmaterialien. Darunter sind mehrheitlich dunkelblaue und einige türkisblaue sowie purpurfarbene und braungelbe runde Rohglasbarren.¹²⁶ Die Form dieser Barren entspricht Tiegeln und fertigen Barren, wie sie in Qantir im Nildelta gefunden wurden. Zugleich zeigen die bislang verfügbaren naturwissenschaftlichen Analysen eine Nähe vieler mykenischer Gläser

118 Ganz im Gegenteil, die Forschungen der jüngeren Vergangenheit zu Gläsern der Antike aller Phasen, besonders vor der ‚Industrialisierung‘ der Produktion von Gläsern durch die Einführung der Glasbläserei im 1. Jahrhundert v. Chr., betont die zumeist antreffende Trennung von Rohglasproduktion und Glasverarbeitung. Damit erlangt die Erforschung des Rohglasaustausches größere Bedeutung. Folglich wird die Herkunftsbestimmung von Gläsern durch naturwissenschaftliche Analysen dadurch erschwert, da dasselbe Rohglas in verschiedenen Regionen und Kulturen weiterverarbeitet wurde. Es wird durch eine naturwissenschaftliche Analyse die Herkunft des Rohglases, nicht aber der Produktionsort des einzelnen Objektes bestimmt.

119 Trotz der viel längeren Forschungstradition im ungleich größeren Raum der Kulturen des Orients sind die tatsächlichen Befunde für primäre oder sekundäre Glasproduktion (ebenso wie zur Fayenceproduktion) immer noch sehr beschränkt. Zu Ägypten vgl. Nicholson 2008 und Rehren und Pusch 2008.

120 Für Analysen mykenischer Gläser und der Diskussion der Ergebnisse vor dem Hintergrund der Glasproduktion des östlichen Mittelmeerraumes vgl. Brill 1999, 57; Nikita 2004; Tite, Hatton u. a. 2005; Nikita und Henderson 2006; Tite, Shortland u. a. 2008, 117–120; Nikita, Henderson und Nightingale 2009; Panagiotaki 2008, 47–48; Walton u. a. 2009; Henderson, J. Evans und Nikita 2010; Polikreti u. a. 2011;

Smirniou und Rehren 2011; Smirniou, Rehren u. a. 2012; Smirniou und Rehren 2013; Triantafyllidis und Karatasios 2014.

121 Der Einsatz von mineralischem Natron/Soda beginnt erst mit Beginn des 1. Jahrtausend v. Chr. in größerem Umfang; der Einsatz von Aschen normaler Pflanzen spielt im östlichen Mittelmeerraum zu dieser Zeit ebenfalls keine Rolle.

122 Vgl. Anm. 120.

123 Nikita 2004; Nikita und Henderson 2006; Nikita, Henderson und Nightingale 2009.

124 Zwar gibt es für solche Mischungen von Rohglas und für Recycling von Glas bislang keine archäologische Evidenz für diese frühe Zeit, dennoch erscheint es unwahrscheinlich, dass im Verlauf von mehr als 200 Jahren Glas nur getrennt nach Herkunft verwendet wurde, beziehungsweise bei Bedarf Glasperlen nicht auch recycelt wurden.

125 Pulak 2001.

126 Pulak 2001, 25–30 mit Diskussion der Analysen und der Herkunftshypothesen des Glases. Zumindest 175 Barren in Form leicht konischer, dicker, runder ‚Kuchen‘ (Farben nach Pulak: *lapis lazuli, turquoise, purple, amber*). Pulak geht von insgesamt etwa 350 kg Glas auf dem Uluburun-Schiff aus. Zu naturwissenschaftlichen Analysen: Jackson und Nicholson 2010.

und der Glasbarren aus dem Uluburun-Schiff zu Gläsern in Ägypten. Die Ausgräber gehen davon aus, dass dieses Schiff aus dem Nahen Osten kam und auf dem Weg nach Westen war. Diese Rohglasladung konnte deshalb für einen der mykenischen Hauptorte bestimmt gewesen sein. In Ermangelung entsprechender mykenischer oder ägyptischer und levantinischer Texte können wir nicht sagen, um welche Art des Güterauschusses (Geschenke auf herrschaftlicher Ebene bis hin zu echtem Handel) es sich hier handelt.

Obwohl mehrfach sekundäre Glaswerkstätten für Griechenland angenommen wurden, wie zum Beispiel für Theben oder Mykene, so fehlten lange Zeit eindeutige Belege. Ein Fund von Perlen in einem Raum mit Resten handwerklicher Tätigkeit reicht als Beleg für eine Werkstatt noch nicht aus. Vor allem wünscht man sich Halbfabrikate, misslungene Stücke, Abfälle aller Art und natürlich Werkzeuge und Öfen für eine sichere Identifikation einer Glaswerkstatt. Wenngleich bei der Glasverarbeitung mit hohen Temperaturen gearbeitet wird, können sowohl die Öfen¹²⁷ als auch die Werkzeuge sehr einfach sein (Kupfer- und Bronzestäbe, glatte Steinplatten, Zangen), beziehungsweise waren sie aus Holz. Solche Werkzeuge erhalten sich schwer, wurden für andere Zwecke wiederwendet oder konnten auch für ganz andere Handwerkszweige verwendet werden. Es ist sehr wahrscheinlich, dass in mykenischen Werkstätten für Luxusobjekte verschiedenste Handwerkszweige zugleich ausgeübt wurden (zum Beispiel Siegelschneiderei, Steinbearbeitung für Schmuckobjekte, Gold- und Elfenbeinverarbeitung).¹²⁸ Viele handwerkliche Fähigkeiten wurden in mehreren Kunstzweigen genutzt; man denke nur an den Steinschneider, der die Steinformen für die Produktion der Reliefperlen sowohl aus Gold als

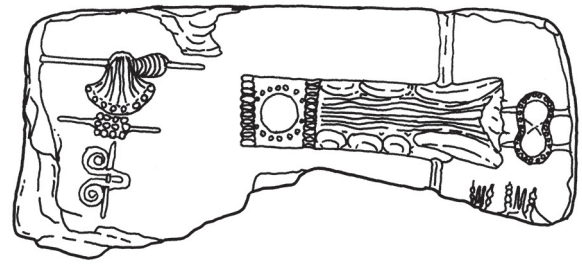


Abb. 12 Steinform für die Produktion von Reliefperlen (Knossos).

auch Glas herstellte und zugleich die steinernen Siegel schnitt.

Der bislang besten Hinweise für die Produktion der typischen mykenischen Reliefperlen sind die Steinformen.¹²⁹ Bei diesen Modellen handelt es sich um Steinitquader verschiedener Größe, in deren Seitenflächen die Matrizen für jeweils mehrere Motive eingetieft sind (Abb. 12).¹³⁰ An sich können diese Steinformen sowohl für die Herstellung von Goldblechperlen als auch von Glasperlen verwendet werden. Die meisten Formen konzentrieren sich um Knossos und Mykene, die so als Produktionszentren für Reliefperlen hervortreten. Dazu passt auch die Konzentration an Perlen um diese Orte sowohl in Hinblick auf ihre Zahl als auch die Anzahl der Perlentypen und ihrer Varianten.

Das Gebiet des sog. Kultzentrums innerhalb der Mauern Mykenes ist für die Glasverarbeitung von großem Interesse. Hier befinden sich nicht nur ein Reihe kleiner Heiligtümer, deren Ausstattungen auch einen große Zahl von Perlen umfasst,¹³¹ sondern auch mehrfache Hinweise auf handwerkliche Tätigkeit im Bereich der palatialen Luxusindustrien (Glas/Fayence, Elfenbein, Stein, Metall, Textilien). Eine große Steinform

127 Gerade der ethnologische Befund zeigt in Hinblick auf die Öfen, dass für die Schmuckproduktion und die Herstellung kleiner Objekte mit den bevorzugten Techniken von der Zeit der Einführung der Glasbläserei sehr einfache Öfen genügten (viel kleiner als die mittelalterlichen Glasöfen in den europäischen Waldgebieten) (vgl. Nightingale 2008, 92–93). Wesentlich ist das know-how der Handwerker, das ihnen mit einfachsten Mitteln die Glasverarbeitung ermöglichte. Solche einfachsten Öfen hinterlassen nur sehr geringe Spuren im archäologischen Befund.

128 Laffineur 1995.

129 6 Steinformen kommen aus Knossos, 1 aus Poros (einer der Hafenstädte von Knossos), 1 aus Palaikastro (Ostkreta), eine aus Kreta (ohne Herkunftsangabe); 7 wurden in Mykene gefunden, 1 im nahegelegenen Midea; jeweils 1 Form kommen aus Eleon und Theben in Böotien; 1 Form ist aus Nichoria in Messenien bekannt; 1 Stein-

form wurde jüngst auf Rhodos gefunden; für 1 Form gibt es keine Herkunftsangabe; sehr ähnlich Steinformen wurden auch für andere Schmuckobjekte verwendet (Reinholdt 1987, 194–203; Dimopoulou 1997, 436–437, Taf. CLXXc, CLXXIIIa; Tournavitou 1997, 243–253; Evely 2000, 411–415, 434, Taf. 91–92; Karantzali 2001, 73; Velsink 2011; Triantafyllidis und Karatasios 2014, 27–28; Burke und Burns 2016, 87–90).

130 Tournavitou 1997, 212–222 und Hughes-Brock 2008, 135–137 betonen die qualitätsvolle Fertigung der Steinformen und deren lange Nutzungsdauer, die auch durch bei Bedarf nachgeschnittene Matrizen deutlich wird. Zu Abb. 12: Auf der gegenüberliegenden Seite der abgebildeten Form befinden sich weitere Matrizen für Frauen, Nautili, Lilien, Voluten und Spiralen, Kegel, Rauten.

131 Inklusive der so seltenen zweifarbigen Reliefperlen; vgl. oben zu den Kegelperlen mit weißer Spiralfadenaufgabe.

aus dem Areal 36 in diesem Bereich von Mykene (mit 23 einzelnen Matrizen verteilt auf alle vier Seiten) ist hier sehr wichtig, da auf ihr noch Glastropfen anhaften.¹³² So ist diese die einzige, bei der bislang eine Verbindung zur Glas-Reliefperlenproduktion so deutlich nachweisbar ist. In Anbetracht der großen Zahl an Glasperlen darf davon ausgegangen werden, dass auch die anderen Steinformen zumindest mehrheitlich für die Glasperlenproduktion verwendet wurden. Die beiderseits der Matrizen eingeschnittenen Kerben zum Einlegen der Platzhalter für die Erzeugung der Fadenlochkanäle machen nur für die Glasperlenproduktion Sinn. Areal 36 erbrachte zusätzlich zur gerade genannten Steinform eine größere Zahl von Perlen aus verschiedenen Materialien, zu denen auch deformierte gläserne Reliefperlen gehören. Dieser Bereich war entweder ein offener kleiner Hof oder doch zumindest teilweise überdacht; unklar ist, ob auf dieser Fläche tatsächlich gearbeitet wurde oder ob hier nur verschiedene Materialien abgelagert wurden, beziehungsweise ob die eigentlichen Werkstätten in der näheren Umgebung zu suchen seien.¹³³

Ganz in der Nähe (vermutlich von oben in Korridor 4 gefallen) wurde der einzige Linear B-Beleg für Glas-, Fayencehandwerker gefunden. Auf diesen Tontafeln (MY Oi 701, 702, 703, 704) werden die **ku-wa-no-wo-ko* (/kuwanoworgós/) genannt;¹³⁴ sie sind die Arbeiter, die mit *ku-wa-no* arbeiten. Dieses Material *ku-wa-no* ist in den Linear B-Tafeln der sogenannten Ta-Serie (auf PY Ta 642, PY Ta 714) aus dem mykenischen Palast von Pylos in Messenien als Material für Einlagen in aufwändige Möbelstücke erwähnt (einem Tisch, einem Sessel/Thron und einem Fußschemel). Die Verwendungen dieses Wortes in der Ta-Serie von Pylos und als

Teil der Handwerkerbezeichnung aus Mykene sowie die Bedeutungen der späteren alphabetischen Form dieses Wortes (κύαρος) sprechen dafür, dass es sich um eine Material handelt, welches mit großer Wahrscheinlichkeit dunkelblaues Glas ist.¹³⁵ Damit liegt mit den **ku-wa-no-wo-ko* ein Beleg für mögliche Glasarbeiter im unmittelbaren Umfeld von archäologischen Hinweisen auf eine Werkstatt vor. Leider ergeben diese extrem verkürzten Texte nur wenig weitere Informationen. In diesen Texten der Oi-Serie werden an eine Gottheit (die *si-to-po-ti-ni-ja*, ‚die Herrin des Getreides‘), an verschiedene Handwerker und an Kultpersonal (in Gruppen oder als einzelne Personen) Quantitäten einer nicht identifizierten Flüssigkeit ausgegeben. Da die **ku-wa-no-wo-ko* im Dativ Plural (*ku-wa-no-wo-ko-i*) verzeichnet sind, handelt es sich bei ihnen um eine Gruppe. Deshalb können wir hier in Mykene von der Anwesenheit von mehreren möglichen Glasarbeitern ausgehen. Das steht in Einklang mit der generellen Zuordnung dieser Luxusproduktion zu den Palästen selbst, hier in Mykene vermutlich noch insbesondere zu einem Heiligtum oder einer Gottheit innerhalb der Burgmauern. Aufgrund dieser Nähe zum palatialen Zentrum und der nötigen Spezialisierung kann für Glasarbeiter ein gewisser Status angenommen werden, im Vergleich mit anderen Palast-‚Angestellten‘.¹³⁶ Sie blieben auf jeden Fall vom Palast abhängig, der auch die Rohmaterialien vermittelte, die Produktion bestimmte und über die Produkte verfügte.

Eine besondere Leistung der jüngeren Vergangenheit war die Wiederentdeckung und Identifikation von Produktionsresten der Glasverarbeitung im alten Ausgrabungsmaterial von Tiryns.¹³⁷ Dort wurden Glaseinlagen gefunden, wie sie sich auch *in situ* in den Antenblö-

132 Evely und Runnels 1992, 31, Taf. 4 und Microfiche Catalogue 167–270; French und Taylour 2007, 25, Taf. 9a, b und Fußnote 19: Ein Teil der Ablagerungen soll laut Analysen in Oxford Bronze sein, was durch eine Anpassung der Herstellungsmethode erklärt wird. Eine genaue Besprechung durch Diane Wardle wird für den noch unpublizierten Band *Well Built Mycenae, Fascicule 22* angekündigt.

133 French und Taylour 2007, 30, 41–42: Hof 36 wird nicht als Werkstatt bezeichnet, sondern nur als „a repository or redistribution point“. Das sog. *House of the Artisans* im östlichen Teil der Burg von Mykene erbrachte eine Reihe von Belegen für die Verarbeitung von z. B. Elfenbein, Stein und Glasperlen (Tournavitou 1997, 237). Es handelt sich hier nicht um eine eigentliche Glasperlenwerkstatt, sondern allgemein um Werkstätten, die mit Luxusprodukten befasst waren.

134 Zu *ku-wa-o* **ku-wa-no-wo-ko* vgl. Nightingale 2008, 79–80; Nightingale 2000; Bennet 2008, 157–159, zu diesen und generell zu den mit **wo-ko* gebildeten Handwerksbezeichnungen. Diese **wo-ko*-Arbeiter

verarbeiteten zumeist wertvolle oder spezielle Rohstoffe oder produzierten elitäre Objekte oder Waffen.

135 Vgl. Bennet 2008, 159–161; Nightingale 2008, 80. Zugleich, oder zumindest zu bestimmten Zeiten oder in bestimmten Gebieten, mag mit *ku-wa-no* auch der ebenfalls dunkelblaue Halbedelstein Lapis Lazuli bezeichnet worden sein. In Hinblick auf den Gebrauch der gleichen Termini für jeweils den Schmuckstein und das entsprechend gefärbte Glas im zeitgleichen östlichen Mittelmeerraum und Mesopotamien (vgl. Oppenheim u. a. 1988, 10–11) ist diese doppelte Bedeutung gut denkbar. Zumeist war sicherlich dunkelblaues Glas gemeint; Lapis Lazuli war im mykenischen Griechenland sehr selten, Glas dagegen vergleichsweise häufig und flächendeckend vertreten.

136 Hughes-Brock 2008, 137–138 platziert die Glasarbeiter in einer relativen Hierarchie und den Siegelchneidern.

137 Panagiotaki, Papazoglou-Manioudaki u. a. 2005; Panagiotaki 2008, 47.

cken des großen Megaron im Zentrum des Palastes von Tiryns erhalten haben. Vom Ausgräber Heinrich Schliemann wurden sie nur kurz erwähnt. Ein Teil des Materials ist im Athener Nationalmuseum ausgestellt, ein weiterer Teil ruht im Depot und konnte dort von Marina Panagiotaki studiert werden. Unter diesem Material befinden sich neben einigen Perlen und einem Stück *Egyptian Blue* längere und kürzere Plaketten sowie runde Einlagen. Wesentlich sind die Produktionsabfälle und misslungenen Stücke sowie mögliche Reste von Werkzeug (ein dünner länglicher Stein und Tonfragmente). Panagiotaki schlägt als Produktionsmethode für die Einlagen Guss, beziehungsweise Pressen von erweichtem Glas in Formen und Ausziehen des Glases mit einem Werkzeug vor.¹³⁸ Damit besitzt Tiryns den bislang besten Beleg für eine zumindest zeitweilig arbeitende glasverarbeitende Werkstatt, die vermutlich im Umfeld des eigentlichen Palastes anzusiedeln ist, entweder im Bereich der Oberburg oder eventuell auch in der Unterburg.¹³⁹

Drei weitere vermutete Werkstätten in Theben sind zwar schon lange ausgegraben, aber nach wie vor sind viele Details noch nicht genügend bekannt.¹⁴⁰ Hinweise auf zwei ältere (der jüngeren minoischen Palastzeit angehörenden) glasverarbeitende Werkstätten liegen aus Knossos vor. Im Palastgelände selbst wurde neben Fayenceabfall auch Abfall von Glasverarbeitung identifiziert.¹⁴¹ Eine weitere sekundäre Glaswerkstatt kann in einem Gebäude entlang der vom Palast von Knossos nach Westen führenden *Royal Road* aus vorhandenen Fertigprodukten und Glasabfall erschlossen werden.¹⁴²

In Trianda auf Rhodos wurde eine Steinform in einem gemischten und gestörten Fundkontext gefunden (SM II/SH IIIA1, um 1400 datiert).¹⁴³ Etwas später datiert das Rohglasbruchstück von einem Glasbarren, der erste Fund dieser Art in Griechenland (SH IIIA bis SH

IIIB1). Beide Funde belegen eine länger dauernde Glasverarbeitung im Gebiet des bronzezeitlichen Trianda. Nach einer naturwissenschaftlichen Analyse des Glasfragmentes handelt es sich um ein durchscheinendes türkises, mit Kupfer gefärbtes Pflanzenaschenglas, welches mit mesopotamischen Gläsern vergleichbar ist.¹⁴⁴ Der Befund von Trianda auf Rhodos unterscheidet sich von den bisher angeführten Werkstätten, da auf Rhodos bislang kein mykenischer Palast festgestellt wurde. Rhodos liegt allerdings an strategischer Lage am Eingang der internationalen Seewege aus der Levante und Ägypten in die Ägäis. Archäologisch ist ein starkes Interesse bereits der Minoer und in ihrer Nachfolge der Mykener an dieser Insel belegt. Als mögliche Oberherren bieten sich vor allem Mykene und Theben an. Noch ist nicht klar, ob dieser Befund einer Glasverarbeitung auf Rhodos die Änderung der Einschätzung des glasverarbeitenden Handwerks als an den Palast gebundene Luxusindustrie erzwingt, da eben bislang nicht bekannt ist, ob dieses Handwerk hier auf Rhodos tatsächlich unabhängig von einem Palast existierte.

Die Steinformen legen eine Art von ‚Massenproduktion‘ (nicht zu verwechseln mit modernen Dimensionen einer solchen Arbeitsweise) oder besser seriellen Produktion von Reliefperlen nahe. Mit den Steinmodellen war es möglich mehrere Perlen mit demselben Motiv zu produzieren, die dann als Schmuckstück nebeneinander aufgereiht eine Art Ornamentband lieferten. Die genaue Art der Einbringung des Glases in die Matrize, als Rohglasstücke oder -krümel, die dann im Ofen zusammengeschmolzen wurden oder als heißes, weiches Glas, welches dann in die Form gepresst wurde, ist noch nicht bestimmt.¹⁴⁵ Für die oben beschriebenen Kegelperlen aus Mykene mit einer weißen Spiralfadenaufgabe musste der weiße Glasfaden entweder zuerst heiß in die Form eingelegt worden sein, woraufhin das blaue Glas des Kegels in

138 Panagiotaki, Papazoglou-Manioudaki u. a. 2005, 15.

139 Panagiotaki, Papazoglou-Manioudaki u. a. 2005, 15; Heinrich Schliemann hatte vor allem auf der Oberburg gegraben, dazu aber auch einige Suchschnitte in der Unterburg angelegt. Aus den neuen Grabungen in der Unterburg kommt eine Fülle von Funden, die zu verschiedenen Werkstätten gehören.

140 Tournavitou 1997, 232–237, mit weiteren Literaturhinweisen.

141 Panagiotaki, Papazoglou-Manioudaki u. a. 2005, 15; Panagiotaki 1998, 307.

142 Cadogan 1976, 18–19; Evely 2000, 454; Panagiotaki, Papazoglou-Manioudaki u. a. 2005, 15; Panagiotaki 2008, 47.

143 Triantafyllidis und Karatasios 2014, 28–32.

144 Triantafyllidis und Karatasios 2014, 29–32.

145 Goldstein 1979, 91 spricht bei der Bestimmung der Produktionsmethode von mykenischen Wellenperlen im Corning Museum of Glass von „Mold-pressed, multiple suspension holes made while casting.“ und „The back of the bead has been recut at the top reel, beveled to make the suspension hole area smaller.“ Dabei meint er mit *top reel* die große nach hinten gebogene Welle am Perlenende. Probleme der Herstellung werden deutlich angesprochen in Stern und Schlick-Nolte 1994, 49–50. Panagiotaki, Papazoglou-Manioudaki u. a. 2005, 15: Für die Einlagen von Tiryns konnte Panagiotaki Guss, beziehungsweise Pressen von erweichtem Glas in Formen und Ausziehen des Glases mit einem Werkzeug vorschlagen (s. oben).

die Form gepresst wurde und sich so mit dem weißen Faden gut verband; oder es könnte auch zuerst ein blauer Rohling mit einem Spiralfaden umwickelt worden sein (ganz wie bei der Erzeugung einer normalen mehrfarbigen Perle), um danach in die Form gepresst zu werden. Für die letzte Variante als Produktionsmethode der Kegelperlen aus dem Haus der Fresken in Mykene spricht, dass der eingelegte Faden zu einem Bogenmuster gezogen worden war, was eigentlich nur vor dem Pressen in der Form gut möglich ist. Gerade diese Perlen sind ein guter Beleg sowohl für die Verfügbarkeit der entsprechenden Installationen und des nötigen Wissens in zumindest einer Werkstatt in Mykene, die prinzipiell auch die lokale Produktion vieler Glasobjekte erlaubt hätten, wie es sie im Osten gab.

Für die feinen Fadenlöcher der Reliefperlen musste ein Platzhalter in die Form gelegt werden (eventuell ein mit einem Trennmittel beschichteter Bronzedraht). Bei manchen Formen sind dafür Furchen neben die Matrize eingetieft, damit dieser Platzhalter nicht verrutschen konnte (wie sie beiderseits der Matrizen der in Abb. 12 abgebildeten Form zu sehen sind). Bei anderen Matrizen fehlen solche Furchen. Der Draht musste dann unmittelbar auf der Oberfläche der Steinform aufgelegt sein. Das konnte insofern funktionieren, als die Matrize nicht flach mit Glas gefüllt wurde, sondern das Glas höher stand als der Rand der Matrize.¹⁴⁶ Dennoch sind die Rückseiten der Reliefperlen gerade und glatt, das Glas wurde also sorgfältig niedergedrückt. Das an den Rändern der Perle überstehende Glas wurde zumeist einfach abgebrochen (Abb. 5),¹⁴⁷ nur selten ist der Rand sauber nachgearbeitet. Nicht immer passten Arbeitstemperatur und Glasterperatur ideal zusammen. Mehrfach sind Perlen zu finden, bei denen sich das zähflüssige heiße Glas nicht vollständig um den Platzhalter für das Fadenloch geschlossen hatte und der Fadenlochkanal deshalb teilweise offen blieb (Abb. 2.6).¹⁴⁸ Wie die Platzhalter für die Perforationen beschaffen und wie und mit welchen Materialien sie eventuell überzogen waren, ist

noch nicht bekannt. Gerade bei so extrem dünnen Fadenlöchern (etwa 1 mm Durchmesser im an dieser Stelle ca. 5 mm dicken Glas des verdickten gerippten Randes der Plakette), wie sie die meisten Reliefperlen aufweisen, musste es sehr schwierig gewesen sein zunächst das Anhaften des heißen Glases zum Beispiel an einem feinen Draht zu verhindern und danach das Herausziehen des Platzhalters zu ermöglichen, ohne dass die feine Perle zerbrach.¹⁴⁹

Obwohl man bei den Reliefperlen von einer gewissermaßen seriellen Produktion sprechen kann, war die eigentliche Herstellung der Perlen keineswegs so einfach und mechanisch, wie es auf den ersten Blick erscheint. Dies gilt besonders für zum Beispiel die Papyrusperlen (Abb. 2.4), die auf beiden Seiten ein Reliefdekor aufweisen und für Wellenperlen (Abb. 6) sowie für Stempelperlen (Abb. 8.3), bei denen zumindest Teile der Perle auf beiden Seiten dekoriert sind. Eine einfache Steinform produzierte nur einen Rohling dieser Typen. Entweder wurden hier zweiteilige Formen verwendet (von denen leider bislang keine gefunden wurde)¹⁵⁰ oder die Perlen wurden auf andere Weise fertiggestellt (kalte oder heiße Nachbearbeitung). Besonders bei den Wellenperlen ist ein großer Teil der Rückseite gebogen und teilweise so abgeschrägt, dass diese Teile der Perle nie aus einer einfachen Form herausgekommen wären, sie wären einfach stecken geblieben (Abb. 6; Abb. 12). Ein weiterer nachträglicher Arbeitsschritt war die Anbringung der zusätzlichen Fadenlöcher an den Seitenrippen der Wellenperlen und anderer Perlentypen, in die dann mit Bronzedraht Gold- und/oder Glasscheibchen eingehängt wurden. Dazu kommt noch die Erzeugung der von vorne nach hinten verlaufenden Befestigungslöcher bei manchen Applikenperlentypen. Solche Befestigungslöcher laufen oft konisch zu. Die bei Perlen aus der gleichen Serie und aus demselben Fundkontext jeweils leicht verschoben angebrachten Löcher belegen deutlich, dass diese einzeln, eine nach der anderen erzeugt wurden nachdem die Perlen zunächst in der Form

146 Besonders schön ist das an den Abgüssen der Matrize für eine Wellenperle auf einer Steinform aus Knossos (heute im Ashmolean Museum Oxford) zu sehen (Haevernick 1981b, Tafel 5; Grose 1989, Abb. 5).

147 Sehr deutlich an den Rändern der in Stern und Schlick-Nolte 1994, 155 abgebildeten rechteckigen Reliefperlen der Sammlung Wolf zu sehen.

148 Die schwarzen Streifen in den verdickten Rändern markieren die nicht geschlossenen Fadenlochkanäle. Die punktierte Fläche in der

Zeichnung kennzeichnet den Bereich der Matrize an dem diese ausgebrochen war, weshalb hier das Dekor fehlt.

149 Diese Schwierigkeiten zeigen deutlich die Versuche mykenische Glasperlen zu reproduzieren (vgl. Schmid 1960).

150 Solche liegen allerdings für Herstellung von goldenen Siegelringen vor, die Anwendung dieser Technik auch für kleine Teile war also bekannt.

gepresst worden war. Nach diesen wenigen Beobachtungen wird schnell deutlich, dass viele mykenische Perlentypen einen mehrstufigen Herstellungsprozess benötigten, bei dem unterschiedlichste Techniken angewandt wurden. Zu diesen gehörte auch die Arbeit mit mehrfarbigen Gläsern, die jedoch nur sehr selten bei den Reliefperlen, dagegen häufiger bei den einfachen Glasperlen angewandt wurden.

Bei einem Großteil der einfachen Perlen ist von einem grundlegenden Aufbau der Perlen in Windungstechnik auszugehen. Der Aufbau des Perlenkörpers erfolgte durch Umwickeln eines Trägers (ein mit einem Trennmittel beschichteter Stab) mit einem dickeren oder dünnerem heißen Glasfaden. Schlieren im dickflüssigen Glas richteten sich in Richtung des ausgeübten Zuges aus. Diese Schlieren bleiben im Glas sichtbar, beziehungsweise wurden sie durch Korrosion noch herausgearbeitet und sind so besser erkennbar. Auf diese Weise lässt sich gut nachvollziehen, wie ein heißer Glasfaden um den Träger gewickelt wurde. Nachdem die Perle fertig war, wurde der Faden oft in Richtung des Perlenendes abgerissen. Diese Abrissstelle blieb vielfach als kleiner Fortsatz erhalten. Weitere Techniken, wie das Einrücken und Ausformen von Rippen oder das Einritzen von feinen Furchen und der sehr exakten Formung zum Beispiel vierseitig spindelförmig gefurchter und gekerbter Glasperlen, sind immer wieder nachweisbar. Bei den zuletzt genannten Perlentypen sind eine Reihe von Bearbeitungsschritten und eine abschließende Nachbearbeitung (zum Beispiel die Beseitigung von Arbeitsspuren an den Kanten und Randflächen) erkennbar. Inwieweit dazu auch kalte Bearbeitungstechniken wie Schleifen, Schneiden oder Bohren angewandt wurden (die in der Steinbearbeitung zum Beispiel beim Siegelschneiden Standard waren), ist nicht immer gut nachzuweisen, da die Korrosion gerade Spuren solcher Techniken verwischt. Bemerkenswert ist weiter die Herstellungstechnik der granulierten Glasperlen, für die kleine Glaskügelchen zusammengeschmolzen wurden.¹⁵¹ Bei den meisten einfachen Glasperlen entstand das Fadenloch durch den Träger,¹⁵² um den die Perle gewickelt wurde. Bei einigen Perlen wurde das Fadenloch nachträglich durchstoßen oder gebohrt, wie eine Perle aus Mykene

nahelegt.¹⁵³ Bei dieser großen vierseitigen spindelförmigen Glasperle besteht das Fadenloch aus zwei Hälften, die sich in der Mitte der Perle versetzt treffen. Einer der beiden Perforationsteile durchbricht zusätzlich seitlich die Perlenoberfläche.

Bei den einfachen Fayenceperlen sind die Arbeitsprozesse am Rohling vor dem Brennen sehr gut zu beobachten. Mykenische Fayenceperlen wurden nicht in Modellen gepresst, wie zum Beispiel viele ägyptische Fayenceperlen. Die Rohperle wurde von Hand geformt. An den Perlen sind vielfach noch Werkzeugspuren erkennbar, mit denen Furchen und Kerben geformt wurden, oder es sind die Schnitte erkennbar, mit denen die Öffnungen z. B. der Laternenperlen ausgeschnitten wurden. Dabei wird klar, dass trotz der strengen Standardisierung der Fayenceperlentypen kein für sich perfektes Stück angestrebt wurde. Ganz im Gegenteil, für eine serielle, ‚quasi-industrielle‘ Produktion wurden kleine, der Geschwindigkeit des Arbeitsprozesses geschuldete Fehler (leicht verschobene Furchen, Überschneidungen von Furchen etc.) akzeptiert. Zu einem Schmuckstück aufgefädelt fallen die kleinen Unterschiede der Perlen auch nicht weiter auf. In Hinblick auf die weiche und harte Fayencevariante können zumindest zwei Werkstatttraditionen unterschieden werden. Derzeit ist noch unklar, ob dahinter auch räumlich getrennte Werkstätten stehen (am selben Ort oder an verschiedenen Orten) oder ob derselbe Handwerker Perlen in beiden Fayencevarianten produzierte.

7 Glas und Fayence in der nachpalatialen und am Beginn frühen griechischen Welt

In der nachpalatialen mykenischen Phase (in etwa dem 12. und Teilen des 11. Jahrhunderts v. Chr., SH IIIC und Submykenisch) lief die Verwendung von Glas- und Fayenceperlen weiter. Die Zahl der Perlen und die Zahl der verwendeten Typen verringerten sich jedoch sehr schnell. Vielfach wurden nur mehr einzelne Perlen oder kleine Gruppen verwendet, selbst Bruchstücke von Perlen konnten wieder verwendet werden. Dieses Verbrei-

151 Gut zu sehen bei Mykene, Grabungen der Jahre 1887/88, ANM 2495, Xenaki-Sakellariou 1985, 140, Taf. 42, Nr. G2495/3.

152 Wahrscheinlich ein mit einem Trennmittel beschichteter Bronzestab.

153 Mykene, Grabung 1889/88, ANM 2495, Xenaki-Sakellariou 1985, 140, Nr. G2495(5).

tungsbild legt nahe, dass mit dem Kollaps der Palaststaaten auch die Perlenproduktion schlagartig oder zumindest sehr schnell an ein Ende kam, weshalb nur mehr alte Perlen zirkulieren konnten. Eine vergleichbare Entwicklung fand zeitgleich auch im Orient statt, wo die Glasproduktion in einen tiefen Niedergang eintrat, von dem sie sich erst im Verlauf der frühen Eisenzeit erholte. Im Unterschied zu Griechenland existierte jedoch während der Übergangszeit auf tiefem Niveau weiterhin eine Glasperlenproduktion. In den nachpalatialen mykenischen Fundkontexten fanden sich jedoch auch die sichtlich zeitnahe importierten ägyptisierenden Fayencefiguren (wohl eher aus der Levante als aus Ägypten selbst stammend), dazu noch etliche sonderbare, schwer zuzuordnende Perlentypen; jedoch treten sie in nur kleinen Zahlen und nur lokal, nicht flächendeckend auf.

Von besonderem Interesse sind in dieser Hinsicht eine Serie ganz einfacher zumeist kleiner Ringperlen und eine gehörnte Augenperle aus dunkelblauem Glas aus mehreren nachpalatialen Kontexten des mykenischen Friedhofes von Elateia-Alonaki. Naturwissenschaftliche Analysen einiger dieser Perlen zeigten, dass es sich um LMHK-Glas (*low magnesium, high potassium soda-lime-silica glass*) handelt.¹⁵⁴ Für diese Glassorte wurde eine andere Alkaliquelle verwendet, die noch identifiziert werden muss. Sie unterscheidet sich aber sowohl von der üblichen Asche salztoleranter Pflanzen (Halophyten) oder normaler Pflanzen, als auch von mineralischem Natron, welches dann im Verlauf des 1. Jahrtausends v. Chr. als Flux für die Glasherstellung in Verwendung kam.¹⁵⁵ Diese Glassorte ist völlig neu im mykenischen Griechenland und unterscheidet sich deutlich von den bis dahin üblichen Pflanzenaschengläsern Griechenlands und des Ostens. Neben zwei zeitnahen Fundstellen¹⁵⁶ dieser Glassorte auf der Insel Thasos, liegen die Parallelen dafür im nördlichen Europa, vor allem im oberitalischen Gebiet der Poebene. Eine genaue Herkunftsbestimmung ist noch ausständig, da Elateias Glas sich doch im Detail von den LMHK-Gläsern aus Thasos und Oberitalien unterscheidet. Die Mehrheit der LMHK-Glasproben aus Elateia war mit Kobalt dunkelblau gefärbt, ein hellblau-

es Glas verdankt seine blaue Farbe dem Kupfer. Somit können diese Perlen als ein Hinweis entweder für Import von Perlen (parallel zu Bernsteinperlen, die über Oberitalien nach Süden wanderten) oder die Übernahme der neuen Glastechnologie selbst aus Gebieten im Westen und Norden Griechenlands gelten. Es wurde dadurch auf Dauer keine neue Glasproduktionstradition in Griechenland begründet. Im Gegensatz dazu setzte sich die europäische Glastradition ins 1. Jahrtausend v. Chr. fort.¹⁵⁷

Der Wiederaufschwung einer Perlenkultur in Griechenland begann ab dem 10. Jahrhundert v. Chr. (die herausragende Fundstätte ist Lefkandi auf Euböa). Im Vordergrund stehen einfache türkise Scheibchenperlen aus Fayence, zusammen mit einigen weiteren Typen sowie einigen Glasperlen, oft mit Fadeneinlagen. Für diese Perlen muss eine Herkunft vor allem im Osten gesucht werden. Mykenische Perlentraditionen spielten keine Rolle mehr. Funde alter mykenischer Perlen in proto-geometrischen und geometrischen Fundkontexten sind generell sehr selten.

Insgesamt darf zweifellos an der von Thea E. Haevernick bereits 1974 proklamierten eigenständigen ‚mykenischen Glasprovinz‘ festgehalten werden. Sie steht neben den alten und enorm produktiven ägyptischen und levantinischen sowie mesopotamischen Glasprovinzen und den gänzlich anderen europäischen Glasprovinzen.¹⁵⁸ Es ist ein Charakteristikum der mykenischen Glasbearbeitung, das trotz des vorhandenen technischen Wissens nur sehr wenige Großobjekte aus Glas gefertigt wurden. Hier unterscheidet sich die mykenische Glaswelt vom östlichen Mittelmeerraum und Mesopotamien. Glas und Glasprodukte erweisen sich als der ‚Rohstoff des Palastes‘: Die mykenischen Paläste kontrollierten den Import, die Verarbeitung und Verteilung der Perlen. Darüber hinaus bestimmten sie auch die ‚Botschaft‘ der Glasperlen durch die Auswahl der Motive und die Art der Zusammenstellung der Perlen zu Schmuckstücken.¹⁵⁹ In Zusammenfassung der Beobachtungen an vitreousen Perlen und anderen Glasobjekten kann von ihnen als ‚PalaceTM‘-Produkte gesprochen

154 Nikita 2004; Nikita und Henderson 2006; Nikita, Henderson und Nightingale 2009. Für eine Besprechung dieser Ergebnisse vgl. Koch 2014, 93–96.

155 Zum Beispiel Nikita, Henderson und Nightingale 2009, 40–42 für Vorschläge.

156 Neben Elateia-Alonaki sind das Theologos-Tsiganadika und Kentria

auf der nordägäischen Insel Thasos (Henderson 1992).

157 Zum Beispiel an Orten wie Frattesina im Podelta.

158 Haevernick 1981d, 301.

159 Mehr zur Bedeutung des mykenischen Glases in Nightingale 2008, 79–81.

werden, von auf das engste mit der palatialen Organisation verbundenen Objekten.¹⁶⁰ Diese Produkte und Rohstoffe wurden von der Palastorganisation erzeugt.¹⁶¹ Dadurch wurde der Palast ‚zu einem Teil‘ dieser Produkte. Folgerichtig war der Palast dann automatisch bei den Trägern/,Konsumenten‘ zum Beispiel unserer Perlen präsent. In ihrer hohen Standardisierung und der erstaunlich weiten Verteilung so vieler Typen von Perlen, sowohl geographisch als auch in sozialer Hin-

sicht, entfalteten sie ihre integrative Kraft.¹⁶² Die in Hinblick auf bestimmte Perlentypen sehr innovative und nach außen auffällig geschlossene mykenische Glasprovinz blieb auf die Bronzezeit beschränkt. Während sich die östliche Glaswelt nach einer langen Rückgangsphase wieder erholte, schloss sich Griechenland im 1. Jahrtausend v. Chr. dem Osten an und war längere Zeit nicht eigenständig in der Glasverarbeitung kreativ und eigenständig tätig.

160 Bennet 2008 prägte diesen Begriff PalaceTM für dieses Konzept für Produkte der mykenischen Luxusindustrien.

161 Bennet 2008, 155: „literally ‚brought into being‘ by the palace“.

162 Vgl. Bennet 2008, 151: „The ‚trademark‘ palatial production of these objects – ‚PalaceTM‘ – suggests that they were part of a system of

materializing relationships between the palace and members of the non-palatial elites.“ Wie die Funde von üblichen vitreusen Perlen in den Tholosgräbern bezeugen, waren so auch die palatialen Eliten selbst eingebunden.

Bibliographie

Albers 1994

Gabriele Albers. *Spätmykenische Stadtheiligtümer. Systematische Analyse und vergleichende Auswertung der archäologischen Befunde*. British Archaeological Reports, International Series 596. Magisterarbeit, Universität Heidelberg. Oxford: Tempus Reparatum, 1994.

Alexiou 1967

Stylianou Alexiou. *Ysterominoikoi taphoi Limenos Knoson (Katsamba)*. Bivliothiki tis en Athinai Archeologikis Etairias arith. 56. Athen, 1967.

L. Åström und P. Åström 1972

Lena Åström und Paul Åström. *The Late Cypriote Bronze Age. Other Arts and Crafts. Relative and Absolute Chronology, Foreign Relations, Historical Conclusions*. Swedish Cyprus Expedition 4.1d. Lund, 1972.

P. Åström 1989

Paul Åström. *Katydhata. A Bronze Age Site in Cyprus*. Studies in Mediterranean Archaeology 86. Partille: Åström, 1989.

Avila 1983

Robert Avila. „Das Kuppelgrab von Volos-Kapakli (Kapakli 1)“. *Prähistorische Zeitschrift* 53 (1983), 15–60.

Bachhuber 2006

Christoph Bachhuber. „Aegean Interest on the Uluburun Ship“. *American Journal of Archaeology* 110 (2006), 345–363.

Balensi 2004

Jacqueline Balensi. „Relativité du phénomène mycénien à Tell Abou Hawam. Un 'proto-marketing'?“. In *La céramique mycénienne de l'Égée au Levant. Hommage à Vronwy Hankey*. Hrsg. von J. Balensi, J.-Y. Monchambert und S. M. Celka. Travaux de la Maison de l'Orient et de la Méditerranée 41. Lyon: Maison de l'Orient et de la Méditerranée, 2004, 141–142.

Barber 1991

Elizabeth J. W. Barber. *Prehistoric Textiles. The Development of Cloth in the Neolithic and Bronze Ages with Special Reference to the Aegean*. Princeton: Princeton University Press, 1991.

Basedow 2000

Maureen A. Basedow. *Besik-Tepe. Das spätbronzezeitliche Gräberfeld*. Studia Troica Monographien 1. Mainz: Philipp von Zabern, 2000.

Bass 1967a

George F. Bass. „Cape Gelidonya: A Bronze Age Shipwreck“. *Transactions of the American Philosophical Society* 57.8 (1967), 1–177.

Bass 1967b

George F. Bass. „Cape Gelidonya. A Bronze Age Shipwreck“. *Transactions of the American Philosophical Society* 57.8 (1967), 1–177.

Bellintani 2002

Paolo Bellintani. „Bernsteinstraßen, Glasstraßen. Archäologische Zeugnisse aus dem Etschtal im Rahmen der Beziehungen zwischen den Mittelmeerlandern und dem transalpinen Europa während der Bronzezeit“. In *Über die Alpen. Menschen – Wege – Waren. Eine Ausstellung des Archäologischen Landesmuseums Baden-Württemberg in Zusammenarbeit mit der ARGE-ALP und den Ausstellungspartnern in Österreich, Deutschland, Italien und der Schweiz anlässlich des 30-jährigen Jubiläums der Arbeitsgemeinschaft Alpenländer*. Hrsg. von Archäologisches Landesmuseum Baden-Württemberg, ALManach, Archäologisches Landesmuseum Baden-Württemberg 7/8. Zusammengestellt von Gudrun Schneckeburger. Stuttgart: Theiss, 2002, 39–48.

Bellintani 2014

Paolo Bellintani. „Le perle in materiale vetroso dall'antica età del Bronzo all'inizio dell'età del Ferro in Italia. Indicatori di scambio su lunga distanza e prime testimonianze di produzione locale“. In *Il vetro in età protostorica in Italia. Atti delle XVI Giornate Nazionali di Studio (Adria, 12–13 maggio 2012)*. Hrsg. von S. Ciappi, A. Larese und M. Uboldi. Cremona: Association Internationale pour l'Histoire du Verre, 2014, 15–24.

Bennet 2008

John Bennet. „Vitreous Materials in the Late Bronze Age Aegean“. In *PalaceTM: Speculations on Palatial Production in Mycenaean Greece with (Some) Reference to Glass*. Hrsg. von C. M. Jackson und E. C. Wagner. Sheffield Studies in Aegean Archaeology 9. Oxford: Oxbow, 2008, 151–172.

Benzi 1992

Mario Benzi. *Rodi e la civiltà micenea. Volume primo: testi. Volume secondo: tavole*. Rom: Gruppo editoriale internazionale, 1992.

Bielefeld 1968

Franz Bielefeld. *Archaeologia Homerica, 1. C. Schmuck*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht, 1968.

Blakolmer 2000

Fritz Blakolmer. „Zum Charakter der frühägäischen Farben. Linear B und Homer“. In *Österreichische Forschungen zur ägäischen Bronzezeit 1998. Akten der Tagung am Institut für Klassische Archäologie der Universität Wien, 2.–3. Mai 1998*. Wiener Forschungen zur Archäologie 3. Wien: Phoibos, 2000, 225–239.

Blegen 1937

Carl William Blegen. *Prosymna. The Helladic Settlement Preceding the Argive Heraeum*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1937.

Boehme 1979

Rainer Michael Boehme. *Die Kleinfunde aus der Unterstadt von Bogazköy. Grabungskampagnen 1970–1978*. Berlin: Mann, 1979.

Bosanquet 1904

Robert Carr Bosanquet. „Some 'Late Minoan' Vases Found in Greece“. *Journal of Hellenic Studies* 24 (1904), 317–329.

Brill 1999

Robert H. Brill. *Chemical Analyses of Early Glasses. Vol. 1: Catalogue of Samples; Vol. 2: Tables of Analyses.* Corning: Corning Museum of Glass, 1999.

Brodbeck-Jucker 1986

Sabina Brodbeck-Jucker. *Mykenische Funde von Kephallenia im Archäologischen Museum Neuchâtel.* Archaeologica 42. Rom: Bretschneider, 1986.

Burke und Burns 2016

Brendan Burke und Bryan Burns. „Crafting Before and After the Collapse: Mycenaean Eleon in Boeotia“. In *RA-PI-NE-U. Studies on the Mycenaean world offered to Robert Laffineur for his 70th Birthday.* Hrsg. von J. Driessen. Aegis 10. Louvain-La-Neuve: Universitaires de Louvain, 2016, 85–93.

Busz und Gercke 1999

Ralf Busz und Peter Gercke, Hrsg. *Türkis und Azur. Quarzkeramik in Orient und Okzident. Anlässlich der Sonderausstellung vom 18. Juli bis 3. Oktober 1999 im Ballhaus am Schloß Wilhelmshöhe und in Schloß Wilhelmsthal, Souterrain.* Wolfratshausen: Minerva, 1999.

Cadogan 1976

Gerald Cadogan. „Some Faience, Blue Frit and Glass from Fifteenth Century Knossos“. *Temple University Aegean Symposium 1* (1976), 18–19.

Chatze-Spiliopoulou 2002

Georgia Chatze-Spiliopoulou. „Mykenaiko gyali“. In *Istoria kai technologia archaiou gyaliou.* Hrsg. von G. Kordas und A. Antonaras. Athen: Glasnet, 2002, 63–88.

Chatzi-Spiliopoulou 2002

Georgia Chatzi-Spiliopoulou. „Mykinaiki yalomaza. Enas mikrokosmos aigaiakis texnis“. In *To giall apo tin archaiotita eos simera. B' synedrio margariton Mylopotamou Rethymnis Kristis. Margarites Mylopotamou, 26–28 Septembriou 1997.* Hrsg. von P. G. Themelis. Athen, 2002, 63–87.

Çinardali-Karaaslan 2012

Nazli Çinardali-Karaaslan. „The East Mediterranean Late Bronze Age Glass Trade within the Context of the Panaztepe Finds“. *Oxford Journal of Archaeology* 31.2 (2012), 121–141.

Cline 1994

Eric H. Cline. *Sailing the Wine-Dark Sea. International Trade and the Late Bronze Age Aegean.* British Archaeological Reports, International Series 591. Oxford: Tempus Reparatum, 1994.

Dimopoulou 1997

Nota Dimopoulou. „Workshops and Craftsmen in the Harbour-Town of Knossos at Poros-Katsambas“. In *Techné. Craftsmen, Craftswomen and Craftsmanship in the Aegean Bronze Age. Proceedings of the 16th International Aegean Conference/6e Rencontre égéenne internationale, Philadelphia, Temple University, 18–21 April 1996.* Hrsg. von R. Laffineur und P. P. Betancourt. Aegaeum 16. Liège und Austin: Histoire de l'art et archéologie de la Grèce antique, Université de Liège, Program in Aegean Scripts und Prehistory, University of Texas at Austin, 1997, 433–438.

Eder 2007a

Birgitta Eder. „Im Spiegel der Siegel. Status, Macht und Hierarchie in einer Peripherie des mykenischen Griechenland“. In *Keimelion. Elitenbildung und elitärer Konsum von der mykenischen Palastzeit bis zur homerischen Epoche. The Formation of Elites and Elitist Lifestyles from Mycenaean Palatial Times to the Homeric Period. Akten des internationalen Kongresses vom 3. bis 5. Februar 2005 in Salzburg.* Hrsg. von E. Alram-Stern und G. Nightingale. Österreichische Akademie der Wissenschaften, Philosophisch-Historische Klasse, Denkschriften 350, Veröffentlichungen der Mykenischen Kommission 27. Wien: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, 2007, 81–124.

Eder 2007b

Birgitta Eder. „The Power of Seals. Palaces, Peripheries and Territorial Control in the Mycenaean World“. In *Between the Aegean and Baltic Seas. Prehistory Across Borders. Proceedings of the International Conference Bronze and Early Iron Age Interconnections and Contemporary Developments between the Aegean and the Region of the Balkan Peninsula, Central and Northern Europe, University of Zagreb, 11–14 April 2005.* Hrsg. von I. Galanaki, H. Tomas, Y. Galanakis und R. Laffineur. Aegaeum 27. Liège und Austin: Histoire de l'art et archéologie de la Grèce antique, Université de Liège, Program in Aegean Scripts und Prehistory, University of Texas at Austin, 2007, 35–45.

Eder 2015

Birgitta Eder. „Stone and Glass. The Ideological Transformation of Imported Materials and Their Geographic Distribution in Mycenaean Greece“. In *Policies of Exchange. Political Systems and Modes of Interaction in the Aegean and the Near East in the 2nd Millennium BCE. Proceedings of the International Symposium at the University of Freiburg, Institute for Archaeological Studies, 30th May–2nd June 2012.* Hrsg. von B. Eder und R. Pruzsinszky. Oriental and European Archaeology 2. Wien: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, 2015, 221–242.

Effinger 1996

Maria Effinger. *Minoischer Schmuck.* British Archaeological Reports, International Series 646. Oxford: Tempus Reparatum, 1996.

A. J. Evans 1921

Arthur John Evans. *The Palace of Minos. a Comparative Account of the Successive Stages of the Early Cretan Civilization as Illustrated by the Discoveries at Knossos. Vols I–IV.* London: Macmillan, 1921–1936.

Evely 2000

R. Doniert G. Evely. *Minoan Crafts. Tools and Techniques. An Introduction.* Bd. 2. Studies in Mediterranean Archaeology 92.2. Jönsered: Åström, 2000.

Evely und Runnels 1992

R. Doniert G. Evely und Curtis N. Runnels. *Ground Stone. Stone Vases and Other Objects. The Millstones.* Well Built Mycenae, Fascicule 27. Oxford: Oxbow Books, 1992.

Foster 1979

Karen Polinger Foster. *Aegean Faience of the Bronze Age.* New Haven und London: Yale University Press, 1979.

French und Tylour 2007

Elizabeth B. French und Lord William Tylour. *The Service Areas of the Cult Centre. Well Built Mycenae: The Helleno-British Excavations within the Citadel of Mycenae 1959–1969*. Hrsg. von E. B. French, L. W. Tylour und K. A. Wardle. Fascicule 13. Oxford: Oxbow, 2007.

Frödin und Persson 1938

Otto Frödin und Axel W. Persson. *Asine. Results of the Swedish Excavations 1922–1930*. Stockholm: Generalstabens Litografiska Anstalts Förlag, 1938.

Gebhard 1999

Rupert Gebhard. „Der Goldfund von Bernstorff“. *Bayerische Vorgeschichtsblätter* 64 (1999), 1–18.

Goldstein 1979

Sidney M. Goldstein. *Pre-Roman and Early Roman Glass in The Corning Museum of Glass*. Corning: Corning Museum of Glass, 1979.

Grose 1989

David Frederick Grose. *The Toledo Museum of Art. Early Ancient Glass. Core-Formed, Rod-Formed, and Cast Vessels and Objects from the Late Bronze Age to the Early Roman Empire, 1600 BC to AD 50*. New York: Hudson Hills Press und Toledo Museum of Art, 1989.

Haevernick 1981a [1979]

Thea Elisabeth Haevernick. „Ausgrabungen in Tiryns 1977. Kleinfunde aus Glas, Fayence, Fritte, Karneol und Bernstein“. In *Beiträge zur Glasforschung. Die wichtigsten Aufsätze von 1938 bis 1981*. Zuerst in AA 1979, 440–447. Mainz: Philipp von Zabern, 1981 (1979), 404–410.

Haevernick 1981b [1960]

Thea Elisabeth Haevernick. „Beiträge zur Geschichte des antiken Glases III. Mykenisches Glas“. In *Beiträge zur Glasforschung. Die wichtigsten Aufsätze von 1938 bis 1981*. Zuerst in Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz 7, 1960, 36–50. Mainz: Philipp von Zabern, 1981 (1960), 71–83.

Haevernick 1981c [1965]

Thea Elisabeth Haevernick. „Beiträge zur Geschichte des Antiken Glases XIII. Nuzi-Perlen“. In *Beiträge zur Glasforschung. Die wichtigsten Aufsätze von 1938 bis 1981*. Zuerst in Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz 12, 1965, 35–40. Mainz: Philipp von Zabern, 1981 (1965), 146–149.

Haevernick 1981d [1974]

Thea Elisabeth Haevernick. „Die Glasfunde aus den Gräbern vom Dürrnberg“. In *Beiträge zur Glasforschung. Die wichtigsten Aufsätze von 1938 bis 1981*. Zuerst in Moosleitner, Fritz and Pauli, Ludwig and Penninger, Ernst: *Der Dürrnberg bei Hallein*. Vol. 4. Dürrnberg 2. Katalog der Grabfunde aus der Hallstatt- und Latènezeit, Münchner Beiträge zur Vor- und Frühgeschichte 17; Veröffentlichung der Kommission zur Archäologischen Erforschung des Spätromischen Raetien der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, München 1974, 143–152. Mainz: Philipp von Zabern, 1981 (1974), 277–284.

Haevernick 1981e [1963]

Thea Elisabeth Haevernick. „Mycenaean Glass“. In *Beiträge zur Glasforschung. Die wichtigsten Aufsätze von 1938 bis 1981*. Zuerst in *Archaeology* 16.3, 1963, 190–193. Mainz: Philipp von Zabern, 1981 (1963), 109–112.

Haevernick 1981f [1978]

Thea Elisabeth Haevernick. „Urnenfelderzeitliche Glasperlen“. In *Beiträge zur Glasforschung. Die wichtigsten Aufsätze von 1938 bis 1981*. Zuerst in *Zeitschrift für Schweizerische Archäologie und Kunstgeschichte* 35, 1978, 145–157. Mainz: Philipp von Zabern, 1981 (1978), 375–383.

Harden 1981

Donald B. Harden. *Catalogue of Greek and Roman Glass in the British Museum. Vol. I. Core- and Rod-Formed Vessels and Pendants and Mycenaean Art Objects. With a Chapter by Veronica A. Tatton-Brown*. Bd. 1. London: British Museum Publications, 1981.

Haussoullier 1878

Bernard Haussoullier. „Catalogue descriptif des objets découverts à Spata“. *Bulletin de correspondance hellénique* 2 (1878), 185–228.

Henderson 1992

Julian Henderson. „The Scientific Analysis of Vitreous Materials from Kentria and Theologos-Tsiganadika Tombs“. In *Protoistorike Thasos. Ta nekrotapheia tu oikismu Kastri*. Hrsg. von C. Koukouli-Chrysanthaki. *Demosieumata tu Archaiolegiku Deltiu* 45. Athen: Tameio Archaiolegikōn Porōn kai Apallotriōseōn, 1992, 804–806.

Henderson, J. Evans und Nikita 2010

Julian Henderson, Jane Evans und Kalliopi Nikita. „Isotopic Evidence for the Primary Production, Provenance and Trade of Late Bronze Age Glass in the Mediterranean“. *Mediterranean Archaeology and Archaeometry* 10.1 (2010), 1–24.

Higgins 1980

Reynold Alleyne Higgins. *Greek and Roman Jewellery*. 2. Aufl. Berkeley und Los Angeles: University of California Press, 1980.

Hood 1994

Sinclair Hood. *The Arts in Prehistoric Greece*. New impression of the first edition 1978. New Haven und London: Yale University Press, 1994.

Hood u. a. 1958

Sinclair Hood, George Huxley, Nancy K. Sanders und A. E. Werner. „A Minoan Cemetery on Upper Gypsades (Knossos Survey 156)“. *Annual of the British School at Athens* 53/54 (1958–1959), 194–262.

Hughes-Brock 1998

Helen Hughes-Brock. „Greek Beads of the Mycenaean Period (ca. 1650–1100 BC). The Age of the Heroines of Greek Tradition and Mythologie“. In *Beads and Bead Makers. Gender, Material Culture and Meaning*. Hrsg. von L. D. Sciamia und J. B. Eicher. Oxford und New York: Berg, 1998, 247–271.

Hughes-Brock 1999

Helen Hughes-Brock. „Mycenaean Beads. Gender and Social Contexts“. *Oxford Journal of Archaeology* 18 (1999), 277–296.

Hughes-Brock 2003

Helen Hughes-Brock. „The Mycenaean Greeks, Master Bead-Makers“. In *Ornaments from the Past. Bead Studies after Beck. A Book on Glass and Semiprecious Stone Beads in History and Archaeology for Archaeologists, Jewellery Historians and Collectors. This Volume Comprises Eleven Papers on Glass and Hard Stone Ornaments Surviving from Ancient Societies, and Those Made and Worn by Some Traditional Communities in the Modern World*. Hrsg. von I. Glover, H. Hughes-Brock und J. Henderson. London und Bangkok: The Bead Study Trust, 2003, 10–22.

Hughes-Brock 2008

Helen Hughes-Brock. „Close Encounters of Interesting Kinds. Relief Beads and Glass Seals. Design and Craftsmen“. In *Vitreous Materials in the Late Bronze Age Aegean*. Hrsg. von C. M. Jackson und E. C. Wager. Sheffield Studies in Aegean Archaeology 9. Oxford: Oxbow Books, 2008, 126–150.

Hughes-Brock 2014

Helen Hughes-Brock. „The Waz-lily and the Priest's Axe. Can Relief-Beads Tell Us Something?“ In *Athyrmata. Critical Essays on the Archaeology of the Eastern Mediterranean in Honour of E. Susan Sherratt*. Hrsg. von Y. Galanakis, T. Wilkinson und J. Bennet. Oxford: Archaeopress, 2014, 105–116.

Iakovidis 1969

Spyros E. Iakovidis. *Perati. To Nekrotaphion. A. I Taphi ke ta Efri-mata; G. Pinakes*. Vivliothiki tis en Athinai Archaiologikis Etairias Arith. 67. Athen, 1969.

Iakovidis 1977

Spyros E. Iakovidis. „On the Use of Mycenaean “Buttons““. *Annual of the British School at Athens* 72 (1977), 113–119.

Immerwahr 1990

Sara A. Immerwahr. *Aegean Painting in the Bronze Age*. University Park, PA: Pennsylvania State University Press, 1990.

Ingram 2005

Rebecca Suzanne Ingram. „Faience and Glass Beads from the Late Bronze Age Shipwreck at Uluburun“. Thesis: May 2005; Submitted to the Office of Graduate Studies of Texas A & M University in partial fulfillment of the requirements for the degree of MASTER OF ARTS. 2005.

Jackson und Nicholson 2010

Caroline M. Jackson und Paul T. Nicholson. „The Provenance of Some Glass Ingots from the Uluburun Shipwreck“. *Journal of Archaeological Science* 37.2 (2010), 295–301.

Jackson und Wager 2008

Caroline M. Jackson und Emma C. Wager, Hrsg. *Vitreous Materials in the Late Bronze Age Aegean*. Sheffield Studies in Aegean Archaeology 9. Oxford: Oxbow Books, 2008.

Karantzali 2001

Efi Karantzali. *The Mycenaean Cemetery at Pylona on Rhodes*. British Archaeological Reports, International Series 988. Oxford: Archaeopress, 2001.

Karo 1935

Georg Karo. „Mykenische Kultur“. In *RE Suppl. VI*. Stuttgart, 1935–1960, Sp. 584–615.

Kilian-Dirlmeier 1980

Imma Kilian-Dirlmeier. „Zum Halksschmuck mykenischer Idole“. *Jahrbuch des Institutes für Vorgeschichte der Universität Frankfurt a. M.* 1978/1979 (1980), 29–43.

Kilian-Dirlmeier 1993

Imma Kilian-Dirlmeier. *Die Schwerter in Griechenland (außerhalb der Peloponnes), Bulgarien und Albanien*. Prähistorische Bronzefunde 4.12. Stuttgart: Franz Steiner, 1993.

Koch 2014

Leonie C. Koch. „Bronzezeitliches Glas. Die Frage nach seiner Herkunft, Antworten durch chemische Analysen und das Problem ihrer Interpretation“. In *Ressourcen und Rohstoffe in der Bronzezeit. Nutzung, Distribution, Kontrolle. Beiträge zur Sitzung der Arbeitsgemeinschaft Bronzezeit auf der Jahrestagung des Mittel- und Ostdeutschen Verbandes für Altertumsforschung in Brandenburg an der Havel, 16. bis 17. April 2012*. Hrsg. von B. Nessel, I. Heske und D. Brandherm. Arbeitsberichte zur Bodendenkmalpflege in Brandenburg 26. Wünsdorf: Brandenburgisches Landesamt für Denkmalpflege und Archäologisches Landesmuseum, 2014, 87–99.

Konstantinidi 2001

Eleni M. Konstantinidi. *Jewellery Revealed in the Burial Contexts of the Greek Bronze Age*. British Archaeological Reports, International Series 912. Oxford: Archaeopress, 2001.

Kozal 2006

Ekin Kozal. „Anatolien im 2. Jt. v. u. Z. und die Hinterlassenschaften materieller Kultur aus dem Ostmittelmeerraum, insbesondere Zyperns. Cypriot and Other E. Mediterranean Imports to Anatolia in the 2nd Mill. BC“. Dissertation Tübingen. 2006.

Krzyszowska 2005

Olga Krzyszowska. *Aegean Seals. An Introduction*. Bulletin of the Institute of Classical Studies, Supplement 85. London: Institute of Classical Studies, University of London, 2005.

Laffineur 1984

Robert Laffineur. „Mycenaean Artistic Koine. The Example of Jewellery“. *Temple University Aegean Symposium* 9 (1984), 1–13.

Laffineur 1995

Robert Laffineur. „Craftsmen and Craftsmanship in Mycenaean Greece. For a Multimedia Approach“. In *Politeia. Society and State in the Aegean Bronze Age. Proceedings of the 5th International Aegean Conference/5e Rencontre égéenne internationale, University of Heidelberg, Archäologisches Institut 10–13 April 1994*. Hrsg. von W.-D. Niemeier und R. Laffineur. *Aegaeum* 12. Liège und Austin: Histoire de l'art et archéologie de la Grèce antique, Université de Liège, Program in Aegean Scripts and Prehistory, University of Texas at Austin, 1995, 189–199.

Lewartowski 2000

Kazimierz Lewartowski. *Late Helladic Simple Graves*. British Archaeological Reports, International Series 878. Oxford: Archaeopress, 2000.

Maiuri 1923

Amedeo Maiuri. „Ialisos. Scavi della missione archeologica italiana a Rodi. I. La necropoli micenea. II. La necropoli arcaica“. *Annuario della Scuola archeologica di Atene e delle Missioni italiane in Oriente* 6/7 (1923–1924), 83–341.

Matoïan 2000

Valérie Matoïan. „Données nouvelles sur le verre en Syrie au IIe millénaire av. J.-C. Le cas de Ras Shamra-Ugarit“. In *La route du verre. Ateliers primaires et secondaires du second millénaire av. J.-C. au Moyen Age*. Hrsg. von M.-D. Nenna. Travaux de la Maison de l'Orient Méditerranéen 33. Lyon: Maison de l'Orient Méditerranéen, 2000, 23–47.

Matoïan 2003

Valérie Matoïan. „Aegean and Near Eastern Vitreous Materials. New Data from Ugarit“. In *Ploes. Sea Routes... From Sidon to Huelva. Interconnections in the Mediterranean. 16th–6th c. BC*. Hrsg. von N. C. Stampolidis. Athen: Cultural Olympiad, Museum of Cycladic Art, 2003, 151–162.

Melas 2002

Emmanouel Melas. „Exotike polytelaia: gyalia kai ideologia sto proistoriko Aigaiio“. In *Istoria kai technologia archaiou gyaliou*. Athens: GLASNET, 2002, 193–230.

Müller 1909

Kurt Müller. „Alt Pylos. II. Die Funde aus den Kuppelgräbern von Kakovatos“. *Mitteilungen des Deutschen Archäologischen Instituts, Athenische Abteilung* 34 (1909), 269–328.

Müller 1976

Kurt Müller. *Die Architektur der Burg und des Palastes. Mit Plänen und Zeichnungen von Heinrich Sulze*. Tiryns 3. Mainz: Philipp von Zabern, 1976.

Müller-Celka 2003

Sylvie Müller-Celka. „The Mycenaean Moulded Glass Seals. Some Thoughts about Their Distribution, Use and Manufacture“. In *Β' Διεθνές Διεπιστημονικό Συμπόσιο. Η Περιφέρεια του Μυκηναϊκού Κόσμου*, 26–30 Σεπτεμβρίου, Λαμία 1999. *2nd International Interdisciplinary Colloquium. The Periphery of the Mycenaean World*. 26–30 September, Lamia 1999. Hrsg. von N. Kyparissi-Apostolika und M. Papakonstantinou. Athen: Ministry of Culture, 14th Ephorate of Prehistoric und Classical Antiquities, 2003, 87–98.

Mylonas 1972

Georgios E. Mylonas. *O taphikos kyklos B ton Mykenon*. Bivliothiki tis en Athinai Archeologikis Etairias arith. 73. Athen, 1972–1973.

Mylonas 1977

Georgios E. Mylonas. *Mykenaike Threskeia. Naoi Bomoï kai Temene. Mycenaean Religion. Temples Altars and Temena*. Pragmateiai tes Akademias Athenon, Tomos 39. Athen, 1977.

Nicholson 2008

Paul T. Nicholson. „Glass and Faience Production Sites in New Kingdom Egypt. A Review of the Evidence“. In *Vitreous Materials in the Late Bronze Age Aegean*. Hrsg. von C. M. Jackson und E. C. Wager. Sheffield Studies in Aegean Archaeology 9. Oxford: Oxbow Books, 2008, 1–13.

Nightingale 1993

Georg Nightingale. *Perlen aus Glas und Fayence aus der mykenischen Nekropole Elateia – Alonaki*. unpubliziert. Diplomarbeit. Salzburg: Universität Salzburg, 1993.

Nightingale 1999

Georg Nightingale. „Glas- und Fayenceperlen aus der Zeit der mykenischen Paläste. Aspekte einer ägäischen Schmuckindustrie“. Dissertation Universität Salzburg Los Angeles Eigenvervielfältigung. 1999.

Nightingale 2000

Georg Nightingale. „Die Kombination von Gold und Glas bei mykenischen Perlen“. In *Österreichische Forschungen zur ägäischen Bronzezeit 1998. Akten der Tagung am Institut für Klassische Archäologie des Universität Wien* 2.–3. Mai 1998. Hrsg. von F. Blakolmer. Wiener Forschungen zur Archäologie 3. Wien: Phoibos, 2000, 159–165.

Nightingale 2005

Georg Nightingale. „The Mycenaean Glass Warriors“. In *Annales du 16e Congrès de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre, London 2003*. Hrsg. von Association Internationale pour l'Histoire du Verre. Nottingham: Association Internationale pour l'Histoire du Verre, 2005, 19–22.

Nightingale 2008

Georg Nightingale. „Tiny, Fragile, Common, Precious. Mycenaean Glass and Faience, Beads and Other Objects“. In *Vitreous Materials in the Late Bronze Age Aegean*. Hrsg. von C. M. Jackson und E. C. Wager. Sheffield Studies in Aegean Archaeology 9. Oxford: Oxbow Books, 2008, 64–104.

Nightingale 2012

Georg Nightingale. „Glass and Faience and Mycenaean Society“. In *Annales du 18e Congrès de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre, Thessaloniki 2009*. Hrsg. von D. Ignatiadou und A. Antonaras. Thessaloniki: Association Internationale pour l'Histoire du Verre, 2012, 7–10.

Nikita 2003

Kalliopi Nikita. „Mycenaean Beads. Technology, Forms and Function“. In *Ornaments from the Past. Bead Studies after Beck. A Book on Glass and Semiprecious Stone Beads in History and Archaeology for Archaeologists, Jewellery Historians and Collectors. This Volume Comprises Eleven Papers on Glass and Hard Stone Ornaments Surviving from Ancient Societies, and Those Made and Worn by Some Traditional Communities in the Modern World*. Hrsg. von I. Glover, H. Hughes-Brock und J. Henderson. London und Bangkok: Bead Study Trust, 2003, 23–37.

Nikita 2004

Kalliopi Nikita. „Technological and Archaeological Investigation of Glass in the Late Bronze Age Aegean, c. 1600–1250 BC. The Cases of Thebes and Elateia“. Thesis, PhD University of Nottingham. 2004.

Nikita und Henderson 2006

Kalliopi Nikita und Julian Henderson. „Glass Analyses from Mycenaean Thebes and Elateia. Compositional Evidence for a Mycenaean Glass Industry“. *Journal of Glass Studies* 48 (2006), 71–120.

Nikita, Henderson und Nightingale 2009

Kalliopi Nikita, Julian Henderson und Georg Nightingale. „An Archaeological and Scientific Study of Mycenaean Glass from Elateia-Alonaki, Greece“. In *Annales of the 17th Congress of the International Association for the History of Glass*, 2006, Antwerp. Hrsg. von K. Janssens, P. Dgryses, P. Cosyns, J. Caen und L. Van't dack. Antwerpen: University Press Antwerp, 2009, 39–46.

Nilsson 1950

Martin P. Nilsson. *The Minoan-Mycenaean Religion and Its Survival in Greek Religion*. Acta Regiae Societatis Humaniorum Litterarum Lundensis 9. 2. revidierte Auflage, photomechanischer Nachdruck 1968. Lund: C. W. K. Gleerup, 1950.

Oppenheim u. a. 1988

Leo A. Oppenheim, Robert H. Brill, Dan Barag und Axel von Saldern. *Glass and Glassmaking in Ancient Mesopotamia. An Edition of the Cuneiform Texts Which Contain Instructions for Glass-makers. With a Catalogue of Surviving Objects*. Corning, London und Toronto: Corning Museum of Glass Press und Associated University Presses, 1988.

Panagiotaki 2002

Marina Panagiotaki. „Phegentiani – kyanos – yalos. Yles ton basileon, ton theon kai ton nekron tes archaiotitas“. In *Istoria kai technologia archaiou yaliou*. Hrsg. von G. Kordas und A. Antonaras. Athen: Glasnet, 2002, 33–62.

Panagiotaki 2008

Marina Panagiotaki. „The Technological Development of Aegean Vitreous Materials in the Bronze Age“. In *Vitreous Materials in the Late Bronze Age Aegean*. Hrsg. von C. M. Jackson und E. C. Wager. Sheffield Studies in Aegean Archaeology 9. Oxford: Oxbow Books, 2008, 34–63.

Panagiotaki, Maniatis u. a. 2004

Marina Panagiotaki, Yannis Maniatis, Despina Kavousanaki, Gareth Hutton und Mike Tite. „The Production Technology of Aegean Bronze Age Vitreous Materials“. In *Invention and Innovation. The Social Context of Technological Change II. Egypt, the Aegean and the Near East, 1650–1150 BC. Proceedings of a Conference Held at the McDonald Institute for Archaeological Research, Cambridge, 4–6 September 2002*. Hrsg. von J. Bourriau und J. Phillips. Oxford: Oxbow Books, 2004, 149–175.

Panagiotaki, Papazoglou-Manioudaki u. a. 2005

Marina Panagiotaki, Lena Papazoglou-Manioudaki, Georgia Chatzi-Spiliopoulou, Eleni Andreopoulou-Mangou, Yannis Maniatis, Michael S. Tite und Andrew J. Shortland. „A Glass Workshop at the Mycenaean Citadel of Tiryns in Greece“. In *Annales du 16e Congrès de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre, London 2003*. Hrsg. von Association Internationale pour l'Histoire du Verre. Nottingham: Association Internationale pour l'Histoire du Verre, 2005, 14–18.

Panagiotaki 1998

Marína Panagiotáki. „A Study of Vitreous Materials from Minoan Crete“. In *Archaia hellenike technologia. 1. diethnes synedrio [Septembrios 1997, Thessalonike]. praktika/Ancient Greek Technology*. Hrsg. von Hetaireia Meletes Archaías Hellenikes Technologias. Thessaloniki: Politistiko Technologiko Hidryma ETBA, 1998, 303–312.

Papadopoulos 1979

Thanasis J. Papadopoulos. *Mycenaean Achaea. Pt. 1, 2. Studies in Mediterranean Archaeology* 55. Göteborg: Aström, 1979.

Persson 1931

Axel W. Persson. *The Royal Tombs at Dendra near Midea*. Acta Regiae Societatis Humaniorum Litterarum Lundensis 15. Lund: C. W. K. Gleerup, 1931.

Peters 2008

Mark Peters. „Colour Use and Symbolism in Bronze Age Crete. Exploring Social and Technological Relationships“. In *Vitreous Materials in the Late Bronze Age Aegean*. Hrsg. von C. M. Jackson und E. C. Wager. Sheffield Studies in Aegean Archaeology 9. Oxford: Oxbow Books, 2008, 187–208.

Pini 1981

Ingo Pini. „Spätbronzezeitliche ägäische Glassiegel“. *Jahrbuch des Institutes für Vorgeschichte der Universität Frankfurt a. M.* 28 (1981), 48–81.

Pini 1999

Ingo Pini. „Further Research on Late Bronze Age Aegean Glass Seals“. In *I Perifereia tou Mykinaikou Kosmou. A' Diethnes Diepistimoniko Symposio, Lamia, 25–29 Septemvriou 1994*. Hrsg. von E. Froussou. Lamia: Ekdosi ID' Eforeias Proistorikon kai Klassikon Archaioiton, 1999, 331–338.

Polikreti u. a. 2011

Kyriaki Polikreti, Joanne M. A. Murphy, Vasilike Kantarelou und Andreas Germanos Karydas. „XRF Analysis of Glass Beads from the Mycenaean Palace of Nestor at Pylos, Peloponnese, Greece. New Insight into the LBA Glass Trade“. *Journal of Archaeological Science* 38.11 (2011), 2889–2896.

Popham, E. Catling und H. Catling 1974

Mervyn R. Popham, Elisabeth A. Catling und Hector W. Catling. „Sellopoulo Tombs 3 and 4. Two Late Minoan Graves near Knossos“. *Annual of the British School at Athens* 69 (1974), 195–257.

Poursat 1977

Jean-Claude Poursat. *Catalogue des ivoires mycéniens du Musée National d'Athènes*. Bibliothèque des Écoles Françaises d'Athènes et de Rome 230.2. Paris: De Boccard, 1977.

Pulak 2001

Çemal Pulak. „The Cargo of the Uluburun Ship and Evidence for Trade with the Aegean and Beyond“. In *Italy and Cyprus in Antiquity. 1500–450 BC. Proceedings of an International Symposium Held at the Italian Academy for Advanced Studies in America at Columbia University, November 16–18, 2000*. Hrsg. von L. Bonfante und V. Karageorghis. Nikosia: Costakis und Leto Severis, 2001, 13–60.

Rahmstorf 2005

Lorenz Rahmstorf. „Terramare and Faience. Mycenaean Influence in Northern Italy during the Late Bronze Age“. In *Emporia. Aegeans in the Central and Eastern Mediterranean. Proceedings of the 10th International Aegean Conference, Athens, Italian School of Archaeology, 14–18 April 2004 = 10e Rencontre Egéenne Internationale*. Hrsg. von R. Laffineur und E. Greco. Aegaeum 25. Liège und Austin: Histoire de l'art et archéologie de la Grèce antique, Université de Liège, Program in Aegean Scripts and Prehistory, University of Texas at Austin, 2005, 663–672.

Rehren und Pusch 2008

Thilo Rehren und Edgar B. Pusch. „Crushed Rock and Molten Salt? Some Aspects of the Primary Glass Production at Qantir/Pi-Ramesse“. In *Vitreous Materials in the Late Bronze Age Aegean*. Hrsg. von C. M. Jackson und E. C. Wager. Sheffield Studies in Aegean Archaeology 9. Oxford: Oxbow Books, 2008, 14–33.

Reinholdt 1987

Claus P. W. Reinholdt. „Untersuchungen zur bronze- und früheisenzeitlichen Metallverarbeitung in Griechenland, Zypern und Troia“. Dissertation Paris London Universität Salzburg Im Druck. 1987.

Sakellarakis und Sapouna-Sakellarakis 1997

Yannis Sakellarakis und Efi Sapouna-Sakellarakis. *Archanes. Minoan Crete in a New Light*. Athen: Ammos, 1997.

Sakellariou 1984

Agnès Sakellariou. „Poignées ouvragées d'épées et de poignards mycéniens“. In *Aux origines de l'hellénisme. La Crète et la Grèce. Hommage à Henri van Effenterre*. Hrsg. von Centre G. Glotz. Publications de la Sorbonne, Série histoire ancienne et médiévale 15. Paris: Publications de la Sorbonne, 1984, 129–138.

Sandars 1961

Nancy K. Sandars. „The First Aegean Swords and Their Ancestry“. *American Journal of Archaeology* 65 (1961), 17–29.

Sandars 1963

Nancy K. Sandars. „Later Aegean Bronze Swords“. *American Journal of Archaeology* 67 (1963), 117–153.

Schmid 1960

Ottmar Schmid. „Technische Bemerkungen zu den mykenischen Plättchenperlen“. *Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz* 7 (1960), 50–53.

Schweizer 2002

Frank Schweizer. „Glas des 2. Jts. v.Chr. im Ostmittelmeerraum. Billige Imitation oder exklusiver Werkstoff?“. In *Mauerschau. Festschrift für Manfred Korfmann*. Hrsg. von M. Korfmann, R. Aslan, G. Kastl, S. W. E. Blum, F. Schweizer und D. Thumm. Remshalden-Grunbach: Greiner, 2002, 517–540.

Smirniou und Rehren 2011

Melina Smirniou und Thilo Rehren. „Direct Evidence of Primary Glass Production in Late Bronze Age Amarna, Egypt“. *Archaeometry* 53 (2011), 58–80.

Smirniou und Rehren 2013

Melina Smirniou und Thilo Rehren. „Shades of Blue. Cobalt-Copper Coloured Blue Glass from New Kingdom Egypt and the Mycenaean World. A Matter of Production or Colourant Source?“. *Journal of Archaeological Science* 40.12 (2013), 4731–4743.

Smirniou, Rehren u. a. 2012

Melina Smirniou, Thilo Rehren, Vassiliki Adrymi-Sismani, Eleni Asderaki und Gratuze Bernard. „Mycenaean Beads from Kazanaki, Volos. A Further Node in the LBA Glass Network“. In *Annales du 18e Congrès de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre, Thessaloniki 2009*. Hrsg. von D. Ignatiadou und A. Antonaras. Thessaloniki: Association Internationale pour l'Histoire du Verre, 2012, 11–18.

Smith und Dabney 2012

Robert Angus K. Smith und Mary K. Dabney. „Children and Adornment in Mycenaean Funerary Ritual at Ayia Sotira, Nemea“. In *Kosmos. Jewellery, Adornment and Textiles in the Aegean Bronze Age. Proceedings of the 13th International Aegean Conference/13e Rencontre égéenne internationale, University of Copenhagen, Danish National Research Foundation's Centre for Textile Research, 21–26 April 2010*. Hrsg. von M.-L. Nosch und R. Laffineur. Aegaeum 33. Leuven und Liège: Peeters, 2012, 441–446.

Spaer 2001

Maud Spaer. *Ancient Glass in the Israel Museum. Beads and Other Small Objects*. Israel Museum Catalogue 447. Jerusalem: Israel Museum, 2001.

Starr 1937

Richard F. S. Starr. *Nuzi. Report on the Excavations at Yorgan Tepe near Kirkuk, Iraq. Conducted by Harvard University in Conjunction with the American Schools of Oriental Research and the University Museum of Philadelphia 1927–31. Vol. I: Text; Vol. II: Plates and Plans. 1937: Plates and Plans 1939: Text*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1937–1939.

Stern und Schlick-Nolte 1994

E. Marianne Stern und Birgit Schlick-Nolte. *Frühes Glas der Alten Welt 1600 v. Chr.–50 n. Chr.. Sammlung Ernesto Wolf*. Stuttgart: Gerd Hatje, 1994.

Taylor 1994

Lord William Taylor. *The Mycenaeans*. Reprint of the revised edition 1984. London: Thames und Hudson, 1994.

Tite, Hatton u. a. 2005

Michael S. Tite, Gareth D. Hatton, Andrew J. Shortland, Yannis Maniatis, Despina Kavoussanaki und Marina Panagiotaki. „Raw Materials Used to Produce Aegean Bronze Age Glass and Related Vitreous Materials“. In *Annales du 16e Congrès de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre, London 2003*. Hrsg. von Association Internationale pour l'Histoire du Verre. Nottingham: Association Internationale pour l'Histoire du Verre, 2005, 10–13.

Tite, Shortland u. a. 2008

Michael S. Tite, Andrew J. Shortland, Gareth D. Hatton, Yannis Maniatis, Despina Kavoussanaki, Mathilda Pyrli und Marina Panagiotaki. „The Scientific Examination of Aegean Vitreous Materials. Problems and Potential“. In *Vitreous Materials in the Late Bronze Age Aegean*. Hrsg. von C. M. Jackson und E. C. Wager. Sheffield Studies in Aegean Archaeology 9. Oxford: Oxbow Books, 2008, 105–125.

Tournavitou 1997

Iphiyenia Tournavitou. „Jeweller’s Moulds and Jeweller’s Workshops in Mycenaean Greece. An Archaeological Utopia“. In *Trade and Production in Premonetary Greece. Production and Craftsman. Proceedings of the 4th and 5th International Workshops, Athens 1994 and 1995*. Hrsg. von C. Gillis, C. Risberg und B. Sjöberg. Studies in Mediterranean Archaeology and Literature, Pocket-Book 143. Jonsered: Aströms, 1997, 209–254.

Triantafyllidis und Karatasios 2014

Pavlos Triantafyllidis und Ioannis Karatasios. „Late Bronze Age Glass Production on Rhodes“. *Journal of Glass Studies* 56 (2014), 25–32.

Tsountas 1887

Christos Tsountas. „Archaiotetes ex Mykenon“. *Archaiologike Ephemeris* 5 (1887), 155–172.

Tsountas 1897

Christos Tsountas. „Mitrai kai xiphe ek Mykenon“. *Archaiologike Ephemeris* (1897), 97–128.

Vandiver 1983

Pamela Vandiver. „Glass Technology at the Mid-Second Millennium BC Hurrian Site of Nuzi“. *Journal of Glass Studies* 25 (1983), 239–247.

Velsink 2011

Jan G. Velsink. *Minoïsche en Myceense stenen mallen voor reliëfornamenten en cultusvoorwerpen*. unpublished. PhD-Dissertation. Amsterdam: University of Amsterdam, 2011.

Wace 1932

Alan John Bayard Wace. *Chamber Tombs at Mycenae*. Archaeologia 82. London: The Society of Antiquaries, 1932.

Walton u. a. 2009

Marc S. Walton, Andrew J. Shortland, S. Kirk und Patrick Degryse. „Evidence for the Trade of Mesopotamian and Egyptian Glass to Mycenaean Greece“. *Journal of Archaeological Science* 36.7 (2009), 1496–1503.

Weinberg 1992

Gladys Davidson Weinberg. *Glass Vessels in Ancient Greece. Their History Illustrated from the Collection of the National Archaeological Museum, Athens*. Athen: Archaeological Receipts Fund, 1992.

Wiener 1983

Jana Wiener. „Glass Finds and Glassmaking in Mycenaean Greece. An Archaeological Study“. Dissertation Tübingen, 1983.

Xenaki-Sakellariou 1985

Agnes Xenaki-Sakellariou. *Hoi thalamōtoi taphoi tōn Mykēnōn. Anasakaphēs Chr. Tsunta (1887–1898). Les tombes à chambre de Mycènes. Fouilles de Chr. Tsountas (1887–1898)*. Paris: De Boccard, 1985.

Yalouris 1968

Nicholas Yalouris. „An Unreported Use for Some Mycenaean Glass Paste Beads“. *Journal of Glass Studies* 10 (1968), 9–16.

Younger 1992

John G. Younger. „Representation of Minoan-Mycenaean Jewelry“. In *Eikon. Aegean Bronze Age Iconography. Shaping a Methodology. Proceedings of the 4th International Aegean Conference, University of Tasmania, Hobart, Australia, 6–9 April 1992*. Hrsg. von R. Laffineur und J. L. Crowley. Aegaeum 8. Liège: Histoire de l’art et archéologie de la Grèce antique, Université de Liège, 1992, 275–293.

Younger 1999

John G. Younger. „Glass Seals and Look-Alike Seals“. In *Meletemata. Studies in Aegean Archaeology Presented to Malcolm H. Wiener as He Enters His 65th Year*. Hrsg. von P. P. Betancourt, V. Karageorghis, R. Laffineur und W.-D. Niemeier. Aegaeum 20. Liège und Austin: Histoire de l’art et archéologie de la Grèce antique, Université de Liège, Program in Aegean Scripts and Prehistory, University of Texas at Austin, 1999, 953–957.

Abbildungsnachweis

1 [1] Elateia-Alonaki (Nightingale 1993, 207, Taf. XIII); [2] Elateia-Alonaki, T. LIII (Nightingale 1993, Taf. X Nr. 40 delta); [3] Elateia-Alonaki, T. LIX (Nightingale 1993, Taf. XVII Nr. 13p); [4] Elateia-Alonaki, T. 12 (Nightingale 1993, Taf. XVIII Nr. 18); [5] Elateia-Alonaki, T. XLI (Nightingale 1993, Taf. XVIII, Nr. 9f.); [6] Elateia-Alonaki, T. LXII (Nightingale 1993, Taf. X Nr. 34ny eta/2); [7] Mykene, T. 60 (Xenaki-Sakellariou 1985, 297 Nr. G. 2811(16) Typ 45). 2 [1] Ialysos, Rhodos, T. 5/12 (Benzi 1992, Taf. 182/h); [2] Ialysos, Rhodos (Harden 1981, Abb. 2/34); [3] Ialysos, Rhodos (Harden 1981, Abb. 2/41); [4] Ialysos, Rhodos (Harden 1981, Abb. 3/73A); [5] Ialysos, Rhodos (Harden 1981, 2/44); [6] Mykene, Ausgrabungen 1893, ANM 2992 (Xenaki-Sakellariou 1985, Taf. 88 Nr. G2992). 3 [1] Ialysos, Rhodos (Harden 1981, Abb. 2/47); [2] Achaia, Aigion, T. 54 (Papadopoulos 1979, Abb. 325/24); [3] Ialysos, Rhodos (Harden 1981, Abb. 3/61); [4] Ialysos, Rhodos (Harden 1981, Abb. 3/57); [5] Ialysos, Rhodos (Harden 1981, Abb. 3/53); [6] Mykene, Gräber der Ausgrabungen 1887–1888 (Xenaki-Sakellariou 1985, 302 Nr. G 2495(14) Typ 83); [7] Ialysos, Rhodos (Harden 1981, Abb. 3/61); [8] Mykene, Gräber der Ausgrabungen 1887–

1888 (Xenaki-Sakellariou 1985, 302 Nr. G 2495(13) Typ 81). 4 [1] Ialysos, Rhodos, BM/GR 1872.3–15.189 (Harden 1981, Abb. 2/46); [2] Mykene, Tholos of the Genii (Mylonas 1977, Abb. 17); [3] Mykene, T. 2/2286 (Xenaki-Sakellariou 1985, Taf. II). 5 Unknown; *Cast pendant bead*, about 14th century B.C., Glass; L: 2.5 - 4 cm; The J. Paul Getty Museum, Los Angeles. 6 Ialysos, Rhodos, T. 4, Inv. Nr. 3521 (Benzi 1992, Taf. 182/a Nr. 24). 7 [1] Mykene, Panagia, Third Kilometre Cemetery, T. 103, ANM 4936 (Xenaki-Sakellariou 1985, Taf. II Nr. G4936); [2] Ialysos, Rhodos, T. 20/14E (Benzi 1992, Taf. 184c); [3] Mykene, T. 82/3124 (Xenaki-Sakellariou 1985, Taf. II). 8 [1] Tiryns (Haevernick 1981a, Abb. 1/23); [2] Tiryns (Haevernick 1981a, Abb. 1/25). 9 Mykene: Panagia, Third Kilometre Cemetery (Umzeichnung Georg Nightingale nach Xenaki-Sakellariou 1985, Taf. 137). 10 Kakovatos, Tholos B, ANM 5671 (Müller 1909, Abb. 13). 11 [1] Mykene, Gräber der Ausgrabungen 1887–1888, ANM 2285 (Xenaki-Sakellariou 1985, Taf. 40 Nr. G 2285); [2] Mykene, Kalkani, T. 516 (Wace 1932, Abb. 25). 12 Steinform aus Knossos, jetzt im Ashmolean Museum Oxford, ANM 1910.522 (Reinholdt 1987, Taf. 58, P13).

GEORG NIGHTINGALE

(Dr. 1999) ist Mitglied des Fachbereiches Altertumswissenschaften der Universität Salzburg. Sein besonderes Forschungs- und Lehrgebiet ist die ägäische Frühzeit und Mykenologie. Glas und verwandte Stoffe sowie vor allem die daraus hergestellten Perlen und ihre Verwendung in der Bronzezeit und darüber hinaus in der darauffolgenden Eisenzeit in der neu sich bildenden griechischen Kultur gilt seit langem sein besonderes Forschungsinteresse.

Dr. Georg Nightingale
Universität Salzburg
Fachbereich Altertumswissenschaften
Residenzplatz 1
5020 Salzburg, Österreich
E-Mail: georg.nightingale@sbg.ac.at

Leonie C. Koch

Glas und glasartiges Material in Italien zur Bronze- und Früheisenzeit – Forschungsstand und Perspektiven

Zusammenfassung

In diesem Beitrag wird der Kenntnisstand zu verschiedenen Objektgruppen in Italien wie Fayence- und Glasperlen, Fayence-Knöpfen und importierten Fayenceobjekten aus dem östlichen Mittelmeerraum referiert. Dabei wird versucht, die jeweilige Argumentation für oder gegen lokale Herstellung darzulegen und die Ergebnisse der chemischen Analysen bei der Beurteilung der verschiedenen gläsernen Materialien einzubeziehen. Folgend wird der endbronzezeitliche Produktionsort Frattesina vorgestellt und ein Ausblick auf die Möglichkeiten der Glasforschung zur Villanovazeit gegeben.

Keywords: Italien; Bronzezeit; Früheisenzeit; Glas; Fayence; chemische Analysen

This paper sums up the state of research on faience and glass beads, faience buttons, and imported faience objects from the Eastern Mediterranean in Italy. It discusses arguments in favor of or against local, autochthonous glass and faience production, integrating the results of recent chemical analyses with the archaeological evidence of different vitreous materials. Finally, the production site of Frattesina is presented and a short overview of the future research on glass in the Villanova Period is provided.

Keywords: Italy; Bronze Age; Early Iron Age; glass; faience; chemical analyses

I Einführung

Glas und glasähnliche Materialien¹ – meist Fayence² – gehören zu den wenigen artifiziellen Materialien, die sich in leuchtenden Farben, vor allem dem seltenen Blau färben ließen. Die Attraktivität von Objekten dieser Art hat während der Bronzezeit zu einem vielschichtigen dynamischen Prozess beigetragen, der die Verbreitung der Objekte selbst, des Rohmaterials und des Wissens um die Technologie zur Herstellung von Fayencen und Glasperlen zur Folge hatte. Die unter den ‚Kleinfunden‘ verborgenen, oft durch schlechte Erhaltung unscheinbaren Objekte waren und sind ein Indikator für Fernkontakte und Handel. Dabei spielte auch immer die Frage nach einer möglichen lokalen Herstellung eine wichtige Rolle und ob diese auf autochthon erworbenen – etwa im Zuge der Kupfergewinnung und Bronzeherstellung – oder von außen angeregten Kenntnissen basierte. Erinnerung sei in diesem Zusammenhang an die Fayenceperlenproduktion in Europa, die mehrfach, vielleicht unabhängig voneinander, aber wohl im Zusammenhang mit Kupfergewinnung beziehungsweise Bronzeverarbeitung entstand, wie beispielsweise auf den Britischen Inseln.³ Hohe Zinngehalte und die teilweise einzigartigen Formen sprechen für eine lokale Herstellung ab dem 19. Jahrhundert v. Chr.⁴ Für die Bronzezeit sind mögliche Beziehungen in die Mittelmeerregion und ihre Auswirkungen auf Italien oder Mittel- und Nordeuropa von ungebrochenem Interesse, wie der Neufund einer blauen Glasperle mit eigentümlichem ‚Spiegelei‘-Augenmuster des 14. Jahrhunderts v. Chr. in Dänemark kürzlich zeig-

te.⁵ Die Qualität, Intensität und Folgen dieser Beziehungen, die in den kleinen Objekten aufscheinen, wurden und werden sehr unterschiedlich beurteilt.

Die Forschung zu Glas und Fayencen hat in den letzten Jahrzehnten durch die Möglichkeiten der chemischen Analysen gewaltige Schritte getan. Das Wissen zu bestimmten Fundgruppen oder Fundkomplexen hat sich deutlich vermehrt – ebenso wie die neuen und noch offenen Fragen. Andererseits können ‚alte‘ Fragen zur exakten Herkunft einzelner Objekte oder Art der Beziehungen zwischen europäischen und mittelmeerischen Regionen allein durch die Chemie nicht gelöst werden. Als jüngstes Ergebnis ist zu vermerken, dass sich durch die Signatur der Spurenelemente – besonders Chrom, Titan, Lanthan und auch Zirkon (Cr, Ti, La, Zr) – offenbar die Herkunft des Rohglases zwischen Mesopotamien oder Ägypten differenzieren lässt.⁶ Beispielsweise entsprechen die Ti und Zr-Werte von kugelförmigen Perlen aus Pylos des 16./15. Jahrhunderts v. Chr. mesopotamischen Vergleichen, Kobalt-gefärbte Perlen des 14. Jahrhunderts v. Chr. weisen dagegen eher auf eine ägyptische Herkunft des (Roh-) Glases.⁷ Manche der mykenischen Reliefperlen entsprechen der ägyptischen Signatur, andere eher der mesopotamischen.⁸ Der Schluss, dass das mykenische Griechenland Rohglas aus beiden Regionen bezogen hätte, Handelskontakte auch in die Levante oder in das Zweistromland pflegte, ist jedoch trügerisch, denn auch Ägypten selbst bezog zunächst höchstwahrscheinlich Rohglas aus dem Vorderen Orient, auch während Zeiten der eigenen Herstellung, wie die Amarnabriefe belegen.⁹ Bronzezeitliche Gläser aus Deutschland ent-

- 1 ‚Glasähnliche Materialien‘ ist ein etwas unglücklicher Begriff, der durch die mangelnde exakte Übersetzungsmöglichkeit von *vitreous materials* beziehungsweise *materiali vetrosi* entsteht. Er meint Werkstoffe auf Silikatbasis, die durch forcierte Hitze geformt werden. Zum Teil enthalten diese Stoffe oder bestehen die fertigen Objekte aus Glas, wie das interstitielle Glas bei Fayencen oder Glasuren. Fritten wie die Pigmentfarbe Ägyptisch Blau (Schlick-Nolte 1999) gehören ebenfalls zu den Silikatmaterialien, enthalten aber keine Glasphasen. Anders dagegen die ‚Fritten‘ genannten Zwischenprodukte in der Rohglasherstellung (hierzu und zu weiteren Begriffen s. Koch 2010a, 26–30, mit Literatur).
- 2 Es soll hier nicht noch einmal auf die Definition eingegangen sein (s. Koch 2010a, 26–30). Trotz der Problematik verwende ich weiter den Begriff ‚Fayence‘ für kalt geformte und anschließend durch hohe Hitze gesinterte Objekte statt des treffenderen, aber schwerfälligeren Begriffes ‚Quarzkeramik‘.
- 3 Sheridan und Shortland 2004.
- 4 Sheridan und Shortland 2004, bes. 265, 270, 274; Sheridan 2015 mit Farbbabb.: [https://www.britishmuseum.org/pdf/BAR1_2008_6_](https://www.britishmuseum.org/pdf/BAR1_2008_6_Sheridan_c.pdf)

Sheridan_c.pdf (besucht am 01.03.2018); Tite, Shortland und Angelini 2008, 135–136.

- 5 Varberg, Gratuze und Kaul 2015, 174 Abb. 6.
- 6 Shortland, Rogers und Eremin 2007.
- 7 Polikreti u. a. 2011, 2893–2894 mit Abb. 5; eine Ausnahme der frühen Stücke, Perle C5, fällt ebenfalls in das Feld der ägyptischen Werte.
- 8 Walton u. a. 2009; Smirniou, Rehren u. a. 2012.
- 9 Rehren 2014, 219–220. Ist die Vermutung richtig, dass Thutmoses III von seinen Feldzügen nicht nur Glasbarren, sondern auch Glas-handwerker mitbrachte, ist ab der Mitte des 15. Jahrhunderts v. Chr. mit Glasproduktion in Ägypten zu rechnen (die Glasverarbeitung ist durch die Glasgefäße des Thutmoses belegt; Schlick-Nolte und Lierke 2002, 16; s. a. 19–22; Schweizer 2003, 73–75), die frühesten Belege sind durch die Tiegel aus Amarna, Mitte 14. Jahrhundert v. Chr. überliefert (zuletzt Nicholson 2008; Smirniou und Rehren 2011), die Produktion in Qantir datiert in das 13. und 12. Jahrhundert v. Chr. (Pusch und Rehren 2007).

sprechen in ihren Spurenelementgehalten zwar den Tendenzen sowohl Mesopotamiens als auch Ägyptens; die Cluster weichen aber so stark voneinander ab, dass die Autoren nicht von denselben Regionen als Herstellungsorte ausgehen möchten.¹⁰ Die Rolle von Glas als Handelsgut in der Bronzezeit wird schlaglichtartig erhellt durch das Schiffswrack vom Ende des 14. Jahrhunderts v. Chr. an der türkischen Südküste, Ulu Burun, das neben den ca. 300 kg Glas in drei Farbqualitäten tausende von Fayence- und vor allem Glasperlen mit sich führte.¹¹ Die Untersuchung der Spurenelemente von sechs der kobaltblauen Glasbarren bestärkte die Vermutung, dass diese in Ägypten erschmolzen wurden.¹² So ergeben sich zwar viele einzelne, überaus interessante Fakten, die aber noch kein Gesamtbild der Verhältnisse während des 16. bis 12. Jahrhunderts v. Chr. erstehen lassen.¹³

Von ganz anderer Qualität ist der archäologische Befund von Frattesina di Fratta Polesine und Umgebung im Veneto, wo für das 12., spätestens 11., bis 9. Jahrhundert v. Chr. die Verarbeitung von Rohglas zu Perlen einwandfrei durch Schmelztiegel, Herstellungsreste, Rohglas u. ä. nachgewiesen werden konnte. Die Publikation der Perlenformen zusammen mit der chemischen Identifizierung einer bestimmten Glassorte (das LMHK- oder Mischalkali-Glas) bedeutete einen Erkenntnissschub für die spätere Bronzezeit, denn es ist zumindest ein Herstellungsort beziehungsweise eine Herstellungsregion der so genannten Pfahlbauperlen, wie sie aus Seeufersiedlungen und urnenfelderzeitlichen Horten und Gräbern bekannt sind, gefunden worden (siehe unten).

Neben der Erkenntnis chronologisch zu differenzie-

render Glassorten der Mittel- und Spätbronzezeit (HM- und LMHK-Glas) hat die Deskription der einzelnen Perlensorten eine nicht zu unterschätzende Funktion. Beobachtungen zu Herstellungs- und Verzierungstechniken oder makroskopische Eigenschaften des Glases gehören zur korrekten Beurteilung der Objekte und damit der Befunde, auf denen letztlich historische Aussagen beruhen. Die Fokussierung auf die Chemie hat jedoch dazu geführt, dass die Kenntnis des archäologischen Materials selbst in den Hintergrund rückt und es so zu einer Situation kommen kann wie im Fall des griechischen Fundortes Elateia: Glasperlen, die zu hunderterten aus Mitteleuropa und eben Frattesina bekannt sind, werden nicht als westliche Importe angesehen, sondern einer umständlichen Interpretation der von Frattesina gering abweichenden chemischen Analysen der Vorzug gegeben, die besagt, dass man in Griechenland selbst nach neuem Rezept Glas erschmolzen hätte¹⁴ – Thea Elisabeth Haevernick hätte sich sehr gewundert.

Die Crux in der Glasforschung bleibt die nötige Autopsie des Materials, das auch heute nur in den seltensten Fällen adäquat mit exakten Beschreibungen, Maßen und Farbphotographien vorgelegt wird.¹⁵ Unbedingt nötige Beobachtungen zu Glaseigenschaften, Herstellungstechnik der Perlen und Vorgehensweisen bei der Verzierung lassen überhaupt erst Vergleiche zwischen verschiedenen Fundorten und belastbare Aussagen zu ‚Werkstattkreisen‘ oder möglicher Herkunft zu. Denn auch die Zuweisung zweier Perlen zum selben ‚Typ‘, etwa zu einer ‚blau-gelben Wellenbandperle‘ bedeutet keineswegs, dass diese Perlen gleich sind. Tatsächlich müsste

- 10 Mildner u. a. 2014, 104–106 mit Abb. 6–7. Interessant ist das Auftreten von jungen HMG-Perlen der Urnenfelderkultur und Hallstattzeit, die sich in der Spurenelementsignaturen von allen übrigen deutlich durch hohe Werte unterscheiden (ebd.).
- 11 Yalcin, Pulak und Slotta 2005, Kat.-Nr. 62–79; Ingram 2005.
- 12 Jackson und Nicholson 2010. Aufgrund der Form und Größe der Barren und der Tiegefunde in Amarna wurde schon bald eine Provenienz der Glasbarren von Ulu Burun aus Amarna vermutet (Nicholson, Jackson und Trott 1997).
- 13 Zusammenfassend zuletzt: Rehren 2014.
- 14 Nikita und Henderson 2006; dazu Koch 2014; bereits Bellintani in Bellintani, Angelini u. a. 2006, 1513–1515; Bellintani 2013, 790. Bei der Durchsicht der Literatur fällt auf, dass der Vorstellung einer Rohglasproduktion auf griechischem Boden (die ja auch in früheren Phasen der Bronzezeit nicht zu belegen ist) besonders griechische Autoren folgen (Polikreti u. a. 2011, 2889–2890, 2895; Triantafyllidis und Karatasios 2012, 246). Nach Abschluss des Manuskriptes wurden von K. Nikita Analysen von weiteren 22 Perlen des LMHK-Glases von Elateia bekanntgemacht Nikita, Nightingale und Chenery 2017.

- Die Kritik an der tendenziösen Darstellung der Analyseergebnisse gilt weiterhin, vgl. Koch 2014, 93–95. So werden bei der Beschreibung der chemischen Unterschiede von LMHK-Perlen aus Elateia und Frattesina anhand binärer Diagramme beispielsweise Deckungen beider Fundorte oder mehrere Cluster desselben Fundortes (Nikita, Nightingale und Chenery 2017, Taf. CCIIa) übergangen – doch scheint die Autorin nun nicht mehr auf eine Herstellung des Rohglases in Griechenland zu bestehen, wie die Betonung allein auf die „*intense and deep connections*“ zwischen Norditalien und der Ägäis in der Zusammenfassung zeigt (Nikita, Nightingale und Chenery 2017, 522). Vgl. dazu jetzt auch Conte, Matarese, Vezzali u. a. 2018, Abb. 8 zu den Eisenwerten von LMHK-Perlen.
- 15 Siehe beispielsweise Varberg, Gratuzze und Kaul 2015, die zwar schöne Farbfotos publizieren, allerdings ohne Maßstab und deren Beschreibungen nicht eine einzige Millimeterangabe enthalten; vorbildlich dagegen die Publikationen von T. Purowski (Purowski 2012; Purowski 2014).

eine Perlen-Typologie (oder: Typographie) neben Größe, Form und Farben die oben genannten Angaben und möglichst noch chemische Ergebnisse umfassen – weshalb ich es vorziehe, statt von ‚Typen‘ von Sorten oder Gruppen zu sprechen.

2 Glas und Fayence in der Bronzezeit Italiens

Die Bronzezeit Italiens wird in vier Stufen gegliedert. Neben einer Früh-, Mittel- und Spätbronzezeit (*Bronzo Antico, Medio, Recente*) wird eine Endbronzezeit (*Bronzo Finale*) beschrieben, die in Mittel- und Norditalien viele Gemeinsamkeiten mit der folgenden Villanovakultur der frühen Eisenzeit aufweist und daher auch *Proto-villanova* genannt wird.¹⁶ Das *Bronzo Finale* umfasst das 12. bis 10. Jahrhundert v. Chr. und damit den Übergang des spätmykenischen Griechenlands zum submykenischen,¹⁷ wodurch die Beurteilung der Verhältnisse zwischen den beiden Regionen komplex wird. Die italische Halbinsel weist in der Urgeschichte regional durchaus unterschiedliche kulturelle Facies auf, wie auch Sizilien, Sardinien und die Liparischen Inseln. So sind auch die Überlieferungsbedingungen verschieden; der Norden ist beispielsweise durch Seeufersiedlungen oder die ‚Terramare‘ genannten Siedlungen der Poebene geprägt.

Italien mit seinen Küsten dient, als ‚Anker‘ Mitteleuropas im Mittelmeer, häufig der Erklärung für Importe und Fremdformen im archäologischen Material nördlich der Alpen – eine Forschungstradition, die für die Hallstattzeit mit ihren etruskischen, picenischen, norditalischen und griechischen Importgefäßen gesichert, aber auch durch sie geprägt ist. Nur peripher rückt der Balkan in den Blick, der jedoch mit Regionen des heutigen Sloweniens und Kroatiens für früheisenzeitliches Glas von großem Interesse und für bronzezeitliches Glas

m. W. noch gar nicht untersucht ist.

Es sind vier Fundgruppen, die die Forschung zu bronzezeitlichen Glasmaterialien in Italien bestimmen:

1. Die möglicherweise lokal hergestellten Fayenceperlen der Früh- und Mittelbronzezeit;
2. die auffälligen türkisfarbenen konischen Knöpfe des *Bronzo Medio* und zeitgleiche Fayencen;
3. die offensichtlich importierten Fayenceperlen der ausgehenden Mittel- sowie der Spätbronzezeit und
4. die eigentlichen Glasperlen, die ab der Mittelbronzezeit nachzuweisen sind und für die sich in Bezug auf bestimmte verzierte Stücke eine gesonderte Fragestellung ergibt.

Für die Endbronzezeit wird der Fundort Frattesina di Polesine bei Rovigo (Veneto) wichtig, der weitergehende Interpretationen zu Produktion und Distribution der Glasperlen zulässt.

Mit den ersten modernen chemischen Analysen italischer Fayencen vor etwa 20 Jahren¹⁸ begann eine intensive Forschungstätigkeit zu bronzezeitlichen gläsernen Materialien,¹⁹ die kürzlich von P. Bellintani zusammengefasst wurde,²⁰ gefolgt von einem Projekt der Universitäten Padova und Bologna zur Kontinuität und Diskontinuität der Produktion von gläsernen Materialien zwischen dem 9. Jahrhundert v. Chr. und dem 14. Jahrhundert n. Chr.²¹ P. Bellintani und Mitarbeitern ist auch eine Zusammenstellung der Funde zu verdanken, in der chronologisch differenziert die Situation in Nord-, Mittel- und Süditalien (inklusive den Inseln Sizilien und Sardinien) dargestellt ist.²² Hier soll der Fokus auf Mittel- und Norditalien gelegt sein, wobei zu einem großen Teil seine Forschungen wiedergegeben werden.

16 Carancini u. a. 1996.

17 Die zeitliche Fixierung des Beginns der Eisenzeit ist immer noch in der Diskussion, Koch 2011, 38–43, und liegt vielleicht schon in der Mitte des 11. Jahrhunderts v. Chr. Zur Parallelisierung italischer und mykenischer Phasen s. zuletzt Conte, Matarese, Quartieri u. a. 2015, 2 Tab. 1.

18 Santopadre und Verità 2000 mit Literatur.

19 In dem Projekt *Materiali vetrosi della protostoria italiana* koordiniert von Paolo Bellintani und Gilberto Artioli, werden seit 2000 verschiedene Materialgruppen aus Norditalien, Latium, Apulien und Sizilien

und den Liparischen Inseln untersucht. Die Analysen führen Angela Polla und Ivana Angelini durch.

20 Bellintani 2014b; kürzlich auch auf Englisch: Bellintani, Salzani u. a. 2015; Artioli und Angelini 2013.

21 Progetto PRIN 2009 *Continuità e discontinuità nelle produzioni vetrarie altoadriatiche tra il IX sec. a.C. e il XIV sec. d. C.* koordiniert von Gianmario Molin, Università di Padova. Die chemischen Analysen werden unter der Leitung von Ivana Angelini durchgeführt.

22 Bellintani, Angelini u. a. 2006; aktualisiert Bellintani 2014b.

2.1 Fayenceperlen der Frühbronzezeit

Fayenceperlen aus frühbronzezeitlichen Seeufersiedlungen repräsentieren die frühesten Funde aus glasähnlichem Material. Es handelt sich meist um bikonische oder zylindrische Perlen von ca. 0,5–0,6 cm Durchmesser oder um ca. 1–2 cm lange Perlen mit Einschnürungen, so genannte *segmented beads*, die in das 19. Jahrhundert v. Chr. oder früher datiert werden. Die etwa 60 Exemplare stammen aus sechs, *palafitte* genannten Siedlungen um den Gardasee und aus lediglich zwei Gräbern in Ligurien.²³

Diese Fayencen sind üblicherweise von einer schwach hellblauen bis deutlich türkisfarbenen Oberfläche, die auf die Färbung durch Kupferionen zurückzuführen ist. Die Glasur solcher Fayenceperlen aus Lavagnone ist nach den mikroskopischen Untersuchungen durch I. Angelini auf den vorgeformten Kern aufgetragen beziehungsweise durch das Zementationsverfahren entstanden (und nicht durch Effloreszenz).²⁴ Die chemische Analyse ergab in der Glasphase einen Anteil der Flussmittel Natrium- und Kaliumoxid, der der endbronzezeitlichen Glasgruppe LMHK ähnlich ist und ebenso bezeichnet wird.²⁵ Gleichartige Fayenceperlen aus Frankreich und der Slowakei weisen ebenfalls eine Glasur beziehungsweise eine Glasphase eines Mischalkaliglasses (LMHK) auf.²⁶ Der Vergleich von Kupfer-, Eisen- und Aluminium-Gehalten der Perlen aus Lavagnone und denen aus der Slowakei offenbart dagegen deutliche Unterschiede. Auch die Perlen der beiden slowakischen Fundorte untereinander ließen sich chemisch durch Anteile von Zinn, Antimon oder

Nickel trennen, weshalb die Autoren auf eine jeweils lokale Herstellung der Fayencen schließen. Das grundlegende Rezept sei jedoch gleich gewesen, denn alle Fayencen repräsentieren ein LMHK-Glas.²⁷

Das als Mischalkali (LMHK) charakterisierte Glas der Fayencen gilt als das sicherste Indiz für eine europäische (im Gegensatz zu einer ägäischen oder ägyptischen oder mesopotamischen) Herstellung und spielt aufgrund der jüngeren Befunde in Frattesina für die Argumentation einer Fayenceproduktion auf italischem Boden eine gewichtige Rolle. Aufgrund der Formverwandtschaft der italischen und slowakischen Perlen bei gleichzeitigem Fehlen solcher Fayenceperlen sowohl in Süditalien, wo erst in der Mittelbronzezeit vergleichbare Fayencen auftreten,²⁸ als auch in der Ägäis, wird auf eine Diffusion der Technik oder der Perlen selbst aus dem Danubischen Raum nach Norditalien geschlossen.²⁹

2.2 Fayenceperlen der Mittelbronzezeit

Jünger, in das *Bronzo Medio* 1–2 (etwa 17. bis 15. Jahrhundert v. Chr.), datieren Fayenceperlen aus Mittelitalien wie ein Collier aus 84 Perlen mit einem dreifach durchlochtem Schieber von Prato Frabulino (Viterbo). Diese gehören zu der Gruppe der glasierten Fayencen (zu *glassy faience* siehe unten) und bestehen ebenfalls aus einer Glasphase vom Mischalkali-Charakter.³⁰ Kaum einen Kilometer entfernt, bei Roccoia (Farnese, Viterbo), wurden kürzlich aus einer mittelbronzezeitlichen (BM 1, vielleicht noch 17. Jahrhundert v. Chr.) Felskammergrab-Nekropole Fayenceperlen geborgen und chemisch analysiert. Es handelt sich um

23 Santopadre und Verità 2000; Tite, Shortland und Angelini 2008, 138–139; Bellintani, Angelini u. a. 2006, 1496–1497; Bellintani 2014b, 16; Angelini 2014, 79.

24 Angelini, Polla und Artioli 2007, 296; Angelini, Artioli, Polla u. a. 2006, 376.

25 Die Glasphasen der beiden Fayenceperlen enthalten ca. 4,5 % beziehungsweise 7 % Na₂O und ca. 6,5 % beziehungsweise 7 % K₂O (Tite, Shortland und Angelini 2008, 138–140 mit Tab. 7.2); die Anteile von Na₂O in LMHK-Gläsern liegen etwa bei 2–6 % und von K₂O bei etwa 8–10 %, der MgO-Anteil meist unter 1 %, maximal 2 %, worin die Fayencen mit ca. 0,6 % beziehungsweise 2,6 % ebenfalls übereinstimmen. Völlig ungewöhnlich ist der Wert von 13 % Al₂O₃ in einer bräunlichen Fayenceperle (ebd.; Angelini, Polla und Artioli 2007, Abb. 8, 296).

26 Perlen aus Mýtina Nová Ves sind der Nitra-Kultur zuzuweisen (ca. 2100–1800 BC), Perlen von Nižná Myšľa der Otomány-Kultur (ca. 1800–1600 BC) (Angelini, Artioli, Polla u. a. 2006; Angelini 2014, 80;

Werte in: Tite, Shortland und Angelini 2008, 132–133, mit Tab. 7.1 (Slowakei – auffällig dabei zwei *segmented beads* mit Na₂O-Anteil von über 10 % und K₂O-Anteil von lediglich 2–3 %) und Tab. 7.2 (Frankreich). Auch die Perlen aus Großbritannien, unter denen ebenfalls *segmented beads* auftreten, gehören der LMHK-Zusammensetzung an (Sheridan und Shortland 2004, 274).

27 Angelini, Artioli, Polla u. a. 2006, 377.

28 Atzeni u. a. 2012, 669. Kürzlich Conte, Matarese, Vezzalini u. a. 2018, 2; 4; 23 zu einer segmentierten Fayenceperle aus der Nähe von Pompeji der beginnenden Mittelbronzezeit, deren Glasphase jedoch einem HMG ähnelt.

29 Bellintani, Angelini u. a. 2005, 225; Bellintani, Angelini u. a. 2006, 1497–1498, mit Tab. 1; 1514 mit Abb. 4; Bellintani 2014b, 16.

30 Santopadre und Verità 2000, 27 mit Abb. 2, 30 mit Tab. 1, 36 mit Abb. 8a; Artioli, Angelini und Polla 2008, mit Farbbabb.; Bellintani 2014b, 16.

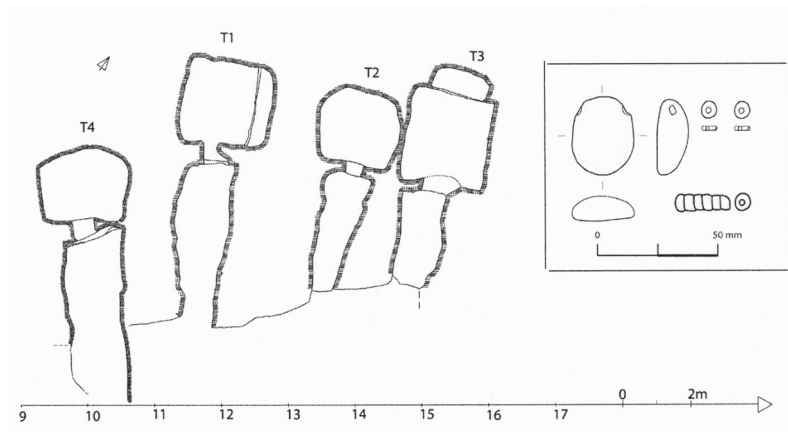


Abb. 1 Mittelbronzezeitliche Kammergräber von Roccoia (Viterbo, Latium) und dort gefundene Fayenceperlen.

eine *segmented bead*, feine Scheibchenperlen und um einen ovalen flachen Anhänger, vielleicht einem Skarabäus nachempfunden³¹ (Abb. 1). Auch sie weisen ein Mischalkali-Glas auf, unterscheiden sich in den Hauptelementen Na, K, Mg und zum Teil in den Blei-Gehalten (7–9%) aber von jenen aus Prato Frabulino.³² Zudem scheinen die Perlen aus Roccoia mit Bronze gefärbt worden zu sein, wie der Kupferoxid-Anteil von 8–10% bei gleichzeitigem Gehalt von ca. 1% Zinnoxid nahelegt.³³ Trotz geographischer Nähe und Zeitgleichheit sind also chemische Unterschiede zu bemerken, die auf unterschiedliche Rohmaterialien und Färbetechniken zurückzuführen sind. Diese Differenzen können beim aktuellen Stand kaum interpretiert werden – die konstatierten Fakten sind für sich jedoch interessant, da eine erwartete Übereinstimmung nicht verifiziert worden ist. Es bleibt die Gemeinsamkeit des LMHK-Glases, das die früh- und mittelbronzezeitlichen Fayenceperlen mit der nächsten zu behandelnden Gruppe gemein haben und das, wie angesprochen, als Indiz für eine lokale Herstellung gilt. P. Santopadre und M. Verità vertreten die These, dass die glasige Fayence durch die Zugabe von gemahlenem Glas zur Paste vor der Formung und Sinterung entstand.³⁴ I. Angelini weist zu Recht darauf hin, dass zur Mittelbronzezeit kein LMHK-Glas unabhängig von den Fayencen nachgewiesen ist, sondern nur das als ägäisch-orientalisch geltende HM-Glas (siehe unten).³⁵ Glasperlen aus LMHK-Glas treten erst in der Endbron-

zezeit mit Frattesina di Polesine auf. Die Herstellung der glasigen Fayencen muss also mit einem Flussmittelzusatz geschehen sein, der in der Glasphase ähnliche Anteile von Natrium und Kalium ergab, wie die umfangreiche Glasproduktion 400–500 Jahre später.

Fazit

Fayenceperlen zur Frühbronzezeit sind nur aus Norditalien bekannt und auf wenige Fundorte beschränkt. Wenn man auch ihre Herstellung nicht unabhängig von fremden Einflüssen annehmen möchte, wird eine lokale Produktion aufgrund der chemischen Charakterisierung der Glasphase ebenso für möglich gehalten wie der Import aus dem osteuropäischen Raum. Fayenceperlen der Mittelbronzezeit sind aus Norditalien nicht überliefert, dafür treten sie in Mittel- und Süditalien auf. Auch diese weisen – bei aller Varianz in der Zusammensetzung – ein LMHK-Glas auf, weshalb auch für sie eine italische, zumindest europäische Herstellung angenommen wird.

2.3 Konische Knöpfe aus *glassy faience*

Eine auffällige Objektgruppe, die dazu auf Italien beschränkt zu sein scheint, sind die spitz-konischen Knöpfe, etwa 1,2 cm bis 2,3 cm im Durchmesser groß. Sie sind teilweise noch von leuchtend türkiser Farbe und ähneln in Form und wohl auch Funktion den glockenbecher-

31 Angelini 2014 mit Farbabb. Grab 3 und 4 siehe Negroni Catacchio, Aspesi u. a. 2014, 33–43.

32 Mit Ausnahme des kleinen Schiebers; Angelini 2014, 84–88 bes. Abb. 50–51.

33 Angelini 2014, 86 und Tab. 2.

34 Santopadre und Verità 2000, 33.

35 Angelini 2014, 87.

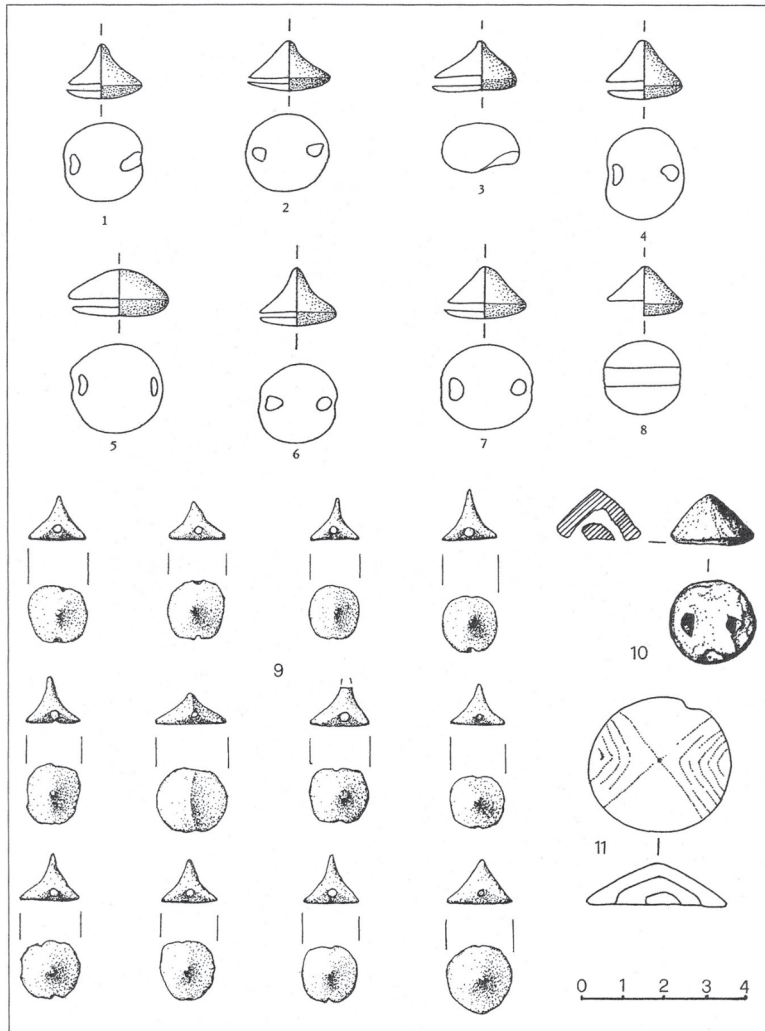


Abb. 2 Umzeichnung der Fayenceknöpfe aus 1–2 Quingento; 3 Vicofertile; 4–7 Montale; 8 Poviglio/Villaggio Piccolo; 9 Mercurago; 10 Pieve Fosciana; 11 Grotta di Frasassi.

und bronzzeitlichen Knöpfen aus Knochen und Bernstein. Die Knöpfe lassen sich in zwei Gruppen scheiden: solche mit gerader Durchbohrung in Norditalien und solche mit V-förmiger Durchbohrung in Mittelitalien³⁶ (Abb. 2). Die erstgenannten Fayenceknöpfe stammen wiederum aus *palafitte*, jedoch kein einziger vom Gardasee. In Mercurago im Piemont wurden 16 Stück gefunden (Abb. 3), elf weitere Exemplare stammen von sieben

Fundorten, auch aus neueren Grabungen in Terramare-Siedlungen der Poebene (Emilia).³⁷ Die Beispiele aus Mittelitalien dagegen kommen aus Kontexten, die eher kultisch oder in Zusammenhang mit Gräbern gedeutet werden.³⁸ Die Knöpfe werden in die erste und mittlere Phase des *Bronzo Medio* datiert, ca. zwischen der 2. Hälfte des 17. und dem 16. Jahrhundert v. Chr.³⁹

36 Bellintani 2000.

37 Montale (Castelnuovo Rangone, Modena; von dort stammen auch konische, verzierte Knöpfe aus Keramik), Quingento (Parma), Poviglio (Reggio Emilia; Farbab.: Bellintani, Cesaretto und Residori 2003, Abb. 3), Vicofertile (Parma), Momperone (Piemont) (Gambari und Venturino Gambari 1998, 13), hinzukommen Neufunde aus Parma und Reggio Emilia (von P. Bellintani, I. Angelini, M. Bernabò Brea auf einem Poster während der IIPP Modena 2010 vorgestellt).

38 Sechs Stück aus Villaggio delle Macine (Rom), je ein Knopf aus Pieve

Fosciana (Lucca; Lesefund), Grotta dello Sventatoio (Rom), zwei aus Grotta Vittorio Vecchi (Latina) und ein außergewöhnlich großes (Dm 3,6 cm) und verziertes Exemplar aus Grotta di Frasassi (Ancona; Farbabb. Koch 2011, Taf. 1.1) (Bellintani 2000; Bellintani, Angelini u. a. 2006, 1500).

39 F. M. Gambari und M. Venturino Gambari (Gambari und Venturino Gambari 1998, 13) ordnen die Stücke aus Mercurago in die erste Phase des *Bronzo Medio* (BM) zwischen dem 17. Jahrhundert und 1550 v. Chr. ein. P. Bellintani, I. Angelini und M. Bernabò Brea (Pos-



Abb. 3 Elf der ehemals 16 Fayenceknöpfe von Mercurago (Novara, Piemont).

2.3.1 *Glassy faience*

Bereits im 19. Jahrhundert, kurz nach der Auffindung der Knöpfe in Mercurago, wurden mikroskopische und chemische Analysen vorgenommen, denen zwar vier Stücke zum Opfer fielen, die aber bis heute gültige Ergebnisse zu Zusammensetzung und Struktur des Materials erbrachten:⁴⁰ Es handelt sich um versinterte Silikatkörner, die in einer mit Kupfer gefärbten Glasphase liegen, einer so genannten *glassy faience*. Diese unterscheidet sich von den herkömmlichen Fayencen dadurch, dass nicht ein ungefärbter Silikat-Kern mit einer farbigen Glasur vorliegt, sondern ein durchgefärbtes Stück. Auch glasige Fayencen werden zunächst aus einer knetbaren Paste, bestehend aus verschiedenen gemahlten Bestandteilen,⁴¹ kalt geformt und anschließend erhitzt und gesintert. Da nicht alle Quarzanteile schmelzen, liegen sie in einer durch Zugabe von Flussmitteln entstandenen Glasphase vor. Heute sind die verschiedenen Phasen und Einschlüsse solcher Silikatmaterialien

gut mit SEM-Photographien sichtbar zu machen und durch Punktanalysen zu identifizieren.⁴² Leider hat sich in der italienischen Literatur seit der breit angelegten Untersuchung zu bronzezeitlichen Fayencen und Glasperlen der Begriff der *glassy faience* auch für endbronzezeitliche und eisenzeitliche Glasperlen mit einem hohen Anteil ungeschmolzenen Silikatmaterials durchgesetzt. Dabei wird allein von der Menge der kristallin vorliegenden Anteile ausgegangen, die Verarbeitung der jeweiligen Materialien aber nicht bedacht.⁴³ Auch in der jüngsten Literatur zu prähistorischem Glas wird der irreführende Begriff rezipiert.⁴⁴ Dadurch kann es zu missverständlichen Vergleichen unterschiedlicher Werkmaterialien kommen. Die entsprechenden Glasperlen werden heiß geformt, meist gewickelt, und sind technisch und typologisch nicht mit Fayencen zu vergleichen.

2.3.2 *Zur Genese der Fayenceknöpfe*

Die Glasphase der *glassy faience*-Knöpfe aus Norditalien erwies sich wiederum als der LMHK-Gruppe zuge-

ter IIPP Modena 2010) datieren Knöpfe aus Parma/Cortile San Martino nach BM 1, solche aus Poviglio, Vicofertile, Reggio Emilia/La Favorita und Parma/palafitta nach BM 2. Zuletzt Bellintani 2014b, 15–16; dort allerdings ein Druckfehler: es muss „I metà del XVI sec. a. C.“ heißen, nicht XIV sec.

40 Wiedergegeben in Gambari und Venturino Gambari 1998, 11–13.

41 Siehe zum Beispiel Santopadre und Verità 2000, 34–35 mit Abb. 7b (Knopf aus Poviglio). Quarzkristalle werden durch Mahlen auf eine Größe von ca. 200–20 Mikrometer reduziert. Mahlen ist auch in der Herstellung von Rohglas ein entscheidender Vorgang, da dadurch die Reaktionsfläche erhöht wird (vgl. Rehren und Pusch 2008, 20–22).

42 S. Anm. 41; Tite, Shortland und Angelini 2008; Artioli, Angelini und Polla 2008, 236–237 Abb. 2, 5–7 (Lavagnone, Mercurago, Grotta dello Sventatoio), 239–243 Abb. 6 (Knopf aus Mercurago); P. Bellintani, I.

Angelini M. Bernabè Brea Poster Modena 2010, Abb. 1 (Knopf aus Quingento bei Parma). Die genaue Charakterisierung der Kristalle als Modifikate von Quarz (aus der Schmelze ausgefallene Diopside; Tridymit, Cristobalit, Si-Feldspate) kann Auskunft über Sinter- beziehungsweise Schmelztemperatur geben (zum Beispiel Santopadre und Verità 2000, 35; Angelini, Polla und Artioli 2007).

43 Zur Definition: Angelini, Artioli, Bellintani, Diella, Polla und Residori 2002, 585–588, mit Tab. 2; dazu auch Purowski 2014, 289.

44 Purowski 2012; Purowski 2014. Die getrennte Untersuchung der als „glassy faience“ bezeichneten Glasperlen ergab jedoch von den übrigen zu unterscheidende Ergebnisse (ebd.); die gesonderte Betrachtung der Perlen mit ungeschmolzenen Anteilen von übrigen LMHK-Perlen ist methodisch also durchaus sinnvoll.

hörig.⁴⁵ Dieser Befund und die Tatsache, dass die Fayenceknöpfe ein nur in Italien auftretendes Phänomen sind, führt auch hier zu dem Schluss, dass sie in Italien selbst hergestellt worden seien.⁴⁶ Unsicherer ist die Interpretation der chemischen Zusammensetzung der Knöpfe aus Mittelitalien, die eine kalium- und magnesiumarme Glasphase aufweisen, die eher mit natronbasierten Gläsern in Verbindung gebracht wird und wie sie wiederum für die importierten Fayencen (siehe unten) konstatiert werden kann.⁴⁷ Für die Herstellung auf italienischem Boden sprechen weiterhin die Typologie und die abweichenden Werte vom gleichzeitigen ostmediterranean Glas (HMG).⁴⁸ Ein, allerdings stark erodiertes Stück (Grotta dello Sventatoio) wies einen Kupferoxidgehalt von 40% auf und Einschlüsse aus Zinnoxid.⁴⁹ Dieser Befund wie auch der der divergierenden Zusammensetzung der Fayenceperlen aus Latium (Prato Frabulino und Roccoa siehe oben) zeigt, dass wahrscheinlich mit vielen weiteren möglichen Technologien gerechnet werden muss, die ‚Fayence‘-Objekte ergaben.

F. M. Gambari und M. Venturino Gambari halten einen fremden Einfluss auf die Entstehung der Fayencetechnik, von der Adria her kommend für wahrscheinlich, was wiederum mehrere lokale Werkstätten nicht ausschließt.⁵⁰ Während des *Bronzo Medio* 1, dem 17. Jahrhundert v. Chr., sind die ersten Nachweise von ägäischen Kontakten in Italien zu verzeichnen. Diese beschränken sich jedoch auf Süditalien. Ägäische, respektive mykenische Kontakte in Norditalien in Form von mykenischer Keramik und lokal hergestellter Kera-

mik mykenischen Stils sind erst mit der ersten Phase der Späten Bronzezeit (*Bronzo Recente* 1), im 13. Jahrhundert v. Chr., entsprechend LH IIIB zu verzeichnen.⁵¹ Auch die importierten Fayenceperlen in Norditalien (siehe unten) gehören erst der Spätbronzezeit an.⁵² Die mykenischen, konischen *Glasknöpfe*, die bisweilen als Parallelen zu den italischen Fayenceknöpfen herangezogen werden, hat P. Bellintani in diesem Zusammenhang diskutiert.⁵³ Zuerst von Th. E. Haevernick zusammengestellt und nach LHIII A–C datierend, etwa 14.–12. Jahrhundert v. Chr., sind sie von verschiedenen mykenischen Fundorten überliefert.⁵⁴ Meines Erachtens nach sind diese, zum Teil mit umlaufender Spirale und plastisch verzierten gläsernen Knöpfe, die wahrscheinlich formgeschmolzen wurden, weder in einer technischen Verbindung noch in einer Vorbildfunktion für die italischen Knöpfe aus *glassy faience* zu sehen, ganz abgesehen von der chronologisch jüngeren Stellung. Ein älteres, ähnlich den Knöpfen von Mercurago durchlochstes Fundstück aus der Umgebung des Palastes von Pylos könnte der Beschreibung nach auch aus Fayence und eine mögliche Parallele zu den italischen Stücken sein. Wahrscheinlich handelt es sich aber um einen tönernen Stempel.⁵⁵

Fazit

Die konischen Knöpfe der Mittelbronzezeit aus so genannter *glassy faience* werden als sicher einheimisches Produkt identifiziert – hauptsächlich aus typologischen Gründen, die durch den Nachweis der ‚europäischen‘

45 Santopadre und Verità 2000, 26, 29–31 Tab. 1; Angelini, Artioli, Bellintani, Diella, Polla und Residori 2002 (Daten der konischen Knöpfe aus Vicoferile und Quingento); Bellintani, Angelini u. a. 2005, 225–226; Angelini, Artioli, Bellintani und Polla 2005, 33–34.

46 Bellintani 2000, 95–96, 105 auch zur Forschungsgeschichte; Bellintani 2014b, 16; Bellintani, Angelini u. a. 2006, 1501.

47 Zunächst wurden die Knöpfe aus der Grotta Vittorio Vecchi trotz durchaus abweichender Werte der LMHK-Gruppe zugerechnet (Bellintani, Angelini u. a. 2005, 226–227; Bellintani, Angelini u. a. 2006, 1523–1524), zuletzt standen sie dagegen sogar unter dem Verdacht des Imports (Tite, Shortland und Angelini 2008, 140). Diese beiden Knöpfe zeichnet ein ungewöhnlich hoher Zinn-Anteil aus, der zu hoch ist, um auf Färbung durch Bronze zurückgeführt zu werden (ebd.). Sie gleichen im Na₂O/K₂O-Verhältnis und dem niedrigen MgO-Gehalt den importierten Weizenkorn-Fayenceperlen, bei gleichzeitig leicht höheren K₂O-Gehalt (2,3% und 2,9% gegenüber 0,68%, 1,45% und 1,88%) und weisen mehr Al₂O₃ und CaO auf. Eine Verwendung von HM-Glas ist durch den niedrigen MgO-Gehalt ausgeschlossen.

48 Angelini 2014, 89.

49 Bellintani, Angelini u. a. 2005, 227 mit Tab. 1. Der hohe Kupfergehalt lässt an die Verwendung von Ägyptisch Blau (Schlick-Nolte 1999; Panagiotaki, Tite und Maniatis 2015) bei der Herstellung der Formmasse denken, das auch bis zu 2% SnO₂ enthalten kann (Tite, Shortland und Angelini 2008, 116 Tab. 5.3).

50 Gambari und Venturino Gambari 1998, 13.

51 Bettelli 2015, 207, 214, 210 mit Abb. 1.

52 Bellintani 2014b, 16–20 mit Abb. 1.

53 Bellintani 2000, 98.

54 Zum Beispiel Mykene, Fresko-Komplex-Raum, LH IIIB₂ (1250–1180 v. Chr.) Museum Mykene; aus Midea, in das 13. Jahrhundert v. Chr. datiert, Museum Nafplion; Tiryns: Rahmstorf 2008, Taf. 95, 14 (Farbabb.), Taf. 86.1645, 1842, 1866, 1910.

55 Das leicht beschädigte Stück wird mit einem dunklen, braunschwarzen Kern und roter Oberfläche beschrieben, es wird zwischen das 18. bis 20. Jahrhundert v. Chr. datiert und ist mit einem Dm. von 4 cm größer als die italischen Knöpfe (Blegen u. a. 1973, 219–222, 224 Abb. 275–276, 347 Abb. 279.13a–b); der größte Fayenceknopf in Italien, Grotta Frasassi, Museum Ancona, misst 3,6 cm. Ich danke L. Rahmstorf (Göttingen) für Auskunft zu dem ‚Knopf‘ aus Pylos.

Glassorte LMHK für die Knöpfe aus Norditalien bestätigt würden. Glassorten mit Natrium-basiertem Flussmittel, ein sehr hoher Kupferanteil in einem einzelnen Stück, ein typologisches Unikat aus den Marken, das Vorgehen bei der Herstellung der *glassy faience*, bei der die Zugabe von gemahlenem, bereits vorproduziertem LMHK-Glas auszuschließen ist, und der vielleicht doch mögliche ägäische *input* bei Formfindung und Herstellungstechnologie gegenüber einer einheimischen Entwicklung aus älteren Formen anderen Materials stellen weiterhin offene Fragen dar.

2.4 Die ‚ägäischen‘ Fayenceperlen

Im südlichen Italien sowie auf Sardinien, Sizilien und den Liparischen Inseln fehlen (bislang) die frühbronzezeitlichen Fayenceperlen und die mittelbronzezeitlichen konischen Knöpfe. Stattdessen sind mit Beginn des BM 1 einfache Fayence- und Glasperlen (siehe unten) nachzuweisen. Diese treten mehrfach in Kontexten mit Keramiken mykenischen Stils auf, datierbar vom spätem LH I bis frühem LH II.⁵⁶ Ab dem BM 3 (entsprechend etwa LH IIIA) und während der Spätbronzezeit (etwa LH IIIB), vom 15. bis 13. Jahrhundert v. Chr., lassen sich in Süditalien als auch in Sardinien und Sizilien Fayenceperlen aufzeigen, die Parallelen in mykenischen Palästen, in der Levante oder im Wrack von Ulu Burun haben und als mykenische oder allgemein als ägäische Formen aufgefasst werden.⁵⁷ Hier ist namentlich die Nekropole Trinitapoli in Apulien zu erwähnen, die Perlen verschiedener Form erbracht hat (Abb. 4). Besonders bemerkenswert ist die

Form einer durchlochten, rillenverzierten Fayencescheibe braun-roter oder Cu-blauer Farbe aus Süditalien (Punta di Zambrone, Kalabrien) und aus dem Nuraghen Antigori (Cagliari, Sardinien), gefunden in Zusammenhang mit LH IIIB–C Keramik.⁵⁸ Diese Form wird zwischen dem spätem 14. und 12. Jahrhundert v. Chr. datiert und findet die besten Parallelen in Ugarit und im Wrack von Ulu Burun (Abb. 5, unten rechts).

Die auffälligen, durchbrochen gearbeiteten, ‚Radperlen‘ genannten Fayencen sind nur von zwei spätbronzezeitlichen (*Bronzo Recente*) Fundorten des 13. Jahrhunderts v. Chr. in Norditalien überliefert.⁵⁹ Die Verbreitungskarte nach L. Rahmstorf zeigt Parallelen in der Ägäis, Zypern und der Levante auf.⁶⁰ Während andere Fayenceformen wie Weizenkornperlen, konische Perlen in ‚Blümchenform‘ und auch die scheibenförmigen Knöpfe gute Parallelen im Wrack von Ulu Burun finden, fehlen die Radperlen in der Schiffsladung des späten 14. Jahrhunderts v. Chr.⁶¹

2.5 Struktur und Chemie

Die Untersuchung zweier ‚Weizenkornperlen‘ aus Apulien (Trinitapoli, Foggia und Cisternino Masseria Chiancudda, Brindisi) erwies die Struktur einer *glassy faience*. Die Analyse der Glasphase ergab ein Glas mit hohem Natron-Anteil und einem MgO-Anteil unter 1 % (LMLK).⁶² Auch die in Norditalien gefundenen Fayencen ägäischen Typs, darunter die häufig zitierte Radperle aus Poviglio⁶³ zeigten nicht die Mischalkali-Zusammensetzung (LMHK) der frühesten italischen

56 Bellintani 2014b, 16; hier wird die Korrelation von Bronzo Medio 1 und 2 mit LH I und LH II bestätigt (s. Bettelli 2015, 207).

57 Bellintani, Angelini u. a. 2006, 1507–1512 mit Parallelen im östlichen Mittelmeerraum, 1517 mit Abb. 6; Bellintani und Usai 2012 (mit Auflistung und Abbildungen, leider ohne Maßstab); Bellintani 2014b, 16–20 Abb. 1; Trinitapoli: Tunzi Sisto u. a. 2003, Abb. 4; Cinquepalmi, Recchia u. a. 2006 mit Abb. 1A–B; Conte, Matarese, Quartieri u. a. 2015.

58 Üblicherweise als Knopf bezeichnet: Bellintani und Usai 2012, 1126–1127 mit Abb. 1; hier auch der Verweis auf zwei ähnliche Stücke, eines von Perda è Accutzai (Sardinien) und aus einem Grab in der Nekropole von Pantalica (Sizilien, südlich von Catania) sowie Parallelen im östlichen Mittelmeerraum von Kreta, Zypern bis Ugarit; Zambrone: Conte, Matarese, Quartieri u. a. 2015.

59 Poviglio, Villaggio Grande (Emilia-Romagna) und Nekropole Franzine (Veneto); zur Datierung ins 13. Jahrhundert v. Chr.: Rahmstorf 2005, 664–665; Farabb.: Bellintani 2002, 42 Abb. 6; dort auch drei weitere Fayenceperlen aus Poviglio doppelkonischer Form mit radialer Ritzverzierung (‚blümchenförmig‘).

60 Rahmstorf 2005, Taf. CXXI mit Abb. von 22 Exemplaren; Rahmstorf

2008, Abb. 42; wiedergegeben in Koch 2011, Abb. 6.

61 Ingram 2005, bes. 18–19 mit Tab. 2.1; Koch 2014, 89 Abb. 1–2.

62 Cisternino: Cinquepalmi, Recchia u. a. 2006. Die Fayenceperle ist nicht stratifiziert, wird aber einer Siedlungsphase des 15./14. Jahrhunderts v. Chr. zugewiesen (ebd. 1615; Cinquepalmi und Recchia 2010, 330 Kat.-Nr. 17.9). Trinitapoli: Tunzi Sisto u. a. 2003. Da es sich nicht um ein typisches Natron-Glas handelt, K_2O mit bis zu 2 %, MgO jedoch unter 1 % vorliegt, wird dieses Glas in Anlehnung an die Mischalkali-Gläser von den Autoren als *low magnesium low potassium* (LMLK) bezeichnet (Angelini, Artioli, Bellintani und Polla 2005, 34; Bellintani, Angelini u. a. 2006, 1505, 1521 mit Abb. 7, 1524).

63 Der Fall der Radperle aus Poviglio ist schwierig zu beurteilen, da an ihr zwei verschiedenfarbige Gläser identifiziert wurden – sowohl makroskopisch in der Farbe unterscheidbar (blau und grün) als auch in der unterschiedlichen Zusammensetzung in Al-, Fe- oder Ca-Gehalten. Gegenüber den Weizenkornperlen enthalten sie deutlich mehr Na_2O (Santopadre und Verità 2000, bes. 27; Proben P3a und P3b; Daten wiedergegeben in Tite, Shortland und Angelini 2008, Tab. 7.2).

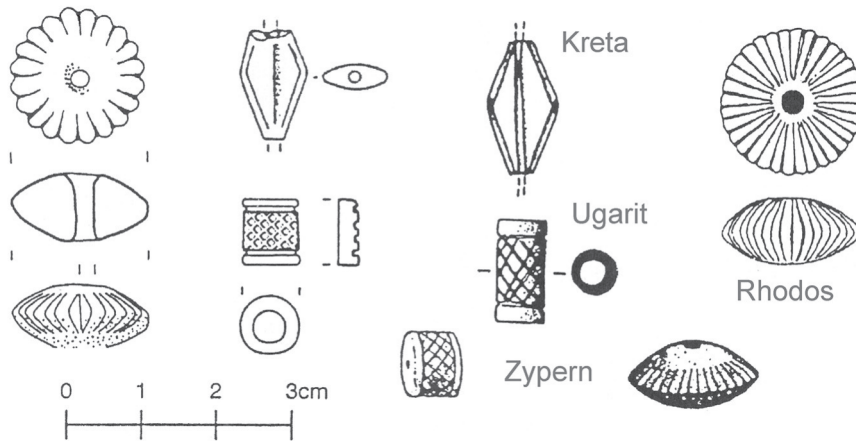


Abb. 4 Umzeichnung der in Trinitapoli (Foggia, Apulien) gefundenen Fayenceperlen und einiger Parallelen aus der östlichen Mittelmeerregion.

Fayencen, sondern werden ebenfalls als LMLK charakterisiert.⁶⁴ Im Vergleich auffällig ist auch das Auftreten von Kobalt, das in größeren Mengen⁶⁵ nur in den importierten Fayencen vorkommt, die wiederum kalziumärmer sind als die italischen Fayenceperlen und Knöpfe. Somit unterscheiden sich die typologisch als Fremdfornen identifizierten Fayenceperlen auch in der Zusammensetzung von den älteren, in Italien gefundenen Perlen und Knöpfen aus Norditalien. Die Frage nach dem Ort ihrer Herstellung ist derzeit nicht zu beantworten, zumal kaum chemische Analysen von Funden aus der Ägäis vorliegen. Wie die ähnlichen Werte der mittelitalischen Knöpfe zu erklären sind, muss ebenfalls offenbleiben, eine Wiederverwendung des Materials ist auch aufgrund der zeitlichen Diskrepanz unwahrscheinlich.

2.6 Der Weg nach Italien

Die Radperlen und anderen Fayencen in der Padana werden häufig als Beleg für den mykenischen Einfluss auf die Region angeführt. Die Padana und die Fundorte Apuliens, die Glas und Fayence erbracht haben, lie-

gen ebenfalls im Zentrum der Untersuchungen zur Herleitung italischer Bronzen aus der Ägäis.⁶⁶ Schon zuvor wurden enge Verbindungen zwischen Padana und Süditalien aufgrund der Bronzeformen angenommen und mit diesen die Verbreitung der mykenischen Keramik.⁶⁷ Spurenelement- und Blei-Isotopenanalysen lassen darauf schließen, dass in Süditalien norditalisches Kupfer verarbeitet wurde, also ein intensiver Kontakt bestand.⁶⁸ Es gibt aber keine Belege dafür, dass das trentinische Kupfer in die Ägäis exportiert wurde, wie in Zusammenhang mit einer mykenischen Präsenz in Norditalien vermutet wird.⁶⁹ Eventuell sind also die Scherben mykenischer Keramik beziehungsweise mykenischen Stils und die wenigen Fayenceperlen in Norditalien als Belege der (Handels-) Beziehungen nach Süditalien anzusehen und nicht als Indizien mykenischer Präsenz, wie sie oft interpretiert werden.⁷⁰ Auch P. Bellintani kann sich das Auftreten von importierten Glasperlen der Mittelbronzezeit (siehe unten) nur im Zusammenhang mit dem Handel von baltischem Bernstein⁷¹ erklären.⁷² Die Vermittlerrolle der Apulischen Küste in die Padana könne ein Grund für das Auftreten mykenischer Keramik im

64 Bellintani, Angelini u. a. 2006, 1525.

65 0,44–1,62 % CoO. Das Auftreten von Kobalt geht einher mit der Erhöhung der Nickel- und Antimon-Werte, die wahrscheinlich durch das Kobalt-Mineral eingetragen sind. Die Werte von Fe, Sb, Ni und Pb der Kobalt-gefärbten in Italien gefundenen ägäischen Fayencen stimmt gut überein mit drei analysierten Fayenceperlen von Kreta und Psara (Angelini, Nicola und Artioli 2012, 1143), was die Vermutung ihrer ägäischen Herkunft stützt.

66 Jung und Mehofer 2013.

67 Bellintani in Cinquepalmi, Recchia u. a. 2006, 1618; Bietti Sestieri 2008, 11, 30.

68 Jung und Mehofer 2013, 178–179. Zum Thema mit weiterer Literatur auch Bellintani 2014a, 118–119.

69 Bellintani 2014b, 21; in Zusammenhang mit anderen Metallen: Bettelli 2015, 220.

70 Bettelli 2015, 214–215: „[...] the involvement of northeastern Italy in the Mycenaean trade routes at an early stage of RB [...]“.

71 Baltischer beziehungsweise Bernstein von der Nordsee ist durch zahlreiche neue Analysen als Succinit nachgewiesen (Bellintani, Angelini u. a. 2006, Anm. 27); vgl. auch Beiträge zu Bernstein im Band der Atti IIPP 2004 (erschienen 2006).

72 Bellintani in Bellintani, Angelini u. a. 2006, 1511.

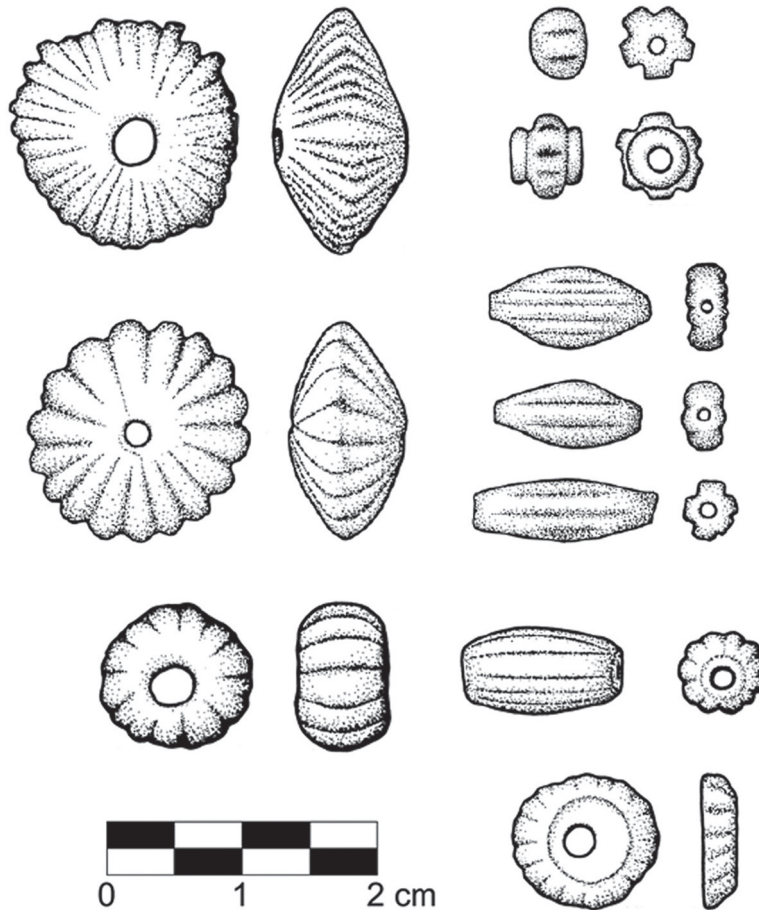


Abb. 5 Beispiele von Fayenceperlen aus dem spätbronzezeitlichen Wrack von Ulu Burun, unten rechts ein scheibenförmiger Knopf.

Landesinneren auf dem Gebiet der Marken sein. Die Terramare-siedlungen im Norden seien aber weniger passive Rezipienten als vielmehr aktive Tausch- und Handelszentren gewesen, die Exotica nach Westen (Piemont und evtl. Frankreich) und Norden vermittelt hätten (Fayenceperle von Pörndorf bei Landshut, Bayern), wie auch Funde von Glasperlen aus dem Etschtal anzeigten.⁷³

Fazit

Die Situation, die sich im archäologischen Material widerspiegelt, ist zwischen Nord- und Süditalien deutlich unterschiedlich: im Norden sind nach den frühen Fayenceperlen des *Bronzo Antico* und der wahrscheinlichen Eigenproduktion der konischen Knöpfe während des 17. und 15. Jahrhunderts v. Chr. nur wenige importierte Fayenceperlen zu verzeichnen. In Süditalien treten Fayen-

cen erst mit der Mittelbronzezeit auf, die in einer späteren Phase durch zahlreiche importierte Fayencen ägäischer Formen ersetzt werden. Diese Importe sind chemisch nicht der ‚europäischen‘ Glassorte zuzurechnen, die die italischen Fayencen der Früh- und Mittelbronzezeit (mit Ausnahme der Knöpfe aus Mittelitalien) charakterisiert.

2.7 Glasperlen

Während der Phasen *Bronzo Medio* 1–2 (etwa 1650/1600–1500 v. Chr., zur gleichen Zeit wie die konischen Knöpfe Mittel- und Norditaliens) treten in Mittel- und Süditalien die ersten Glasperlen auf – zum Teil im Zusammenhang mit mykenischer Importkeramik des LH I und LH IIA (Vivara, Lipari und Grotta Manaccora, Apuli-

73 Bellintani, Angelini u. a. 2006, 1511; zu Pörndorf: Bellintani 2002,

43 Abb. 9.

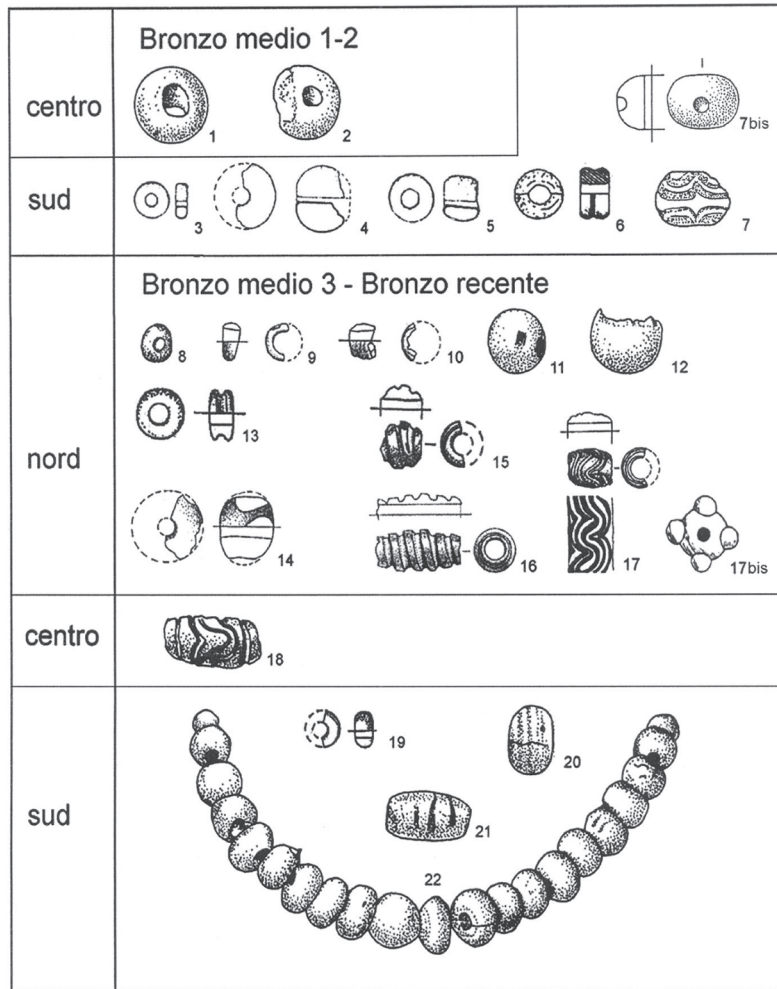


Abb. 6 Zusammenstellung von P. Bellintani der Glasperlenfunde in Italien des 16.–13. Jahrhunderts v. Chr. Die Aufstellung gibt die Perlenformen wieder, die auch mehrfach gefunden worden sein können (siehe Bellintani, Angelini u. a. 2006, 1502–1507). 1 Villaggio Macine (Rom); 2 Grotta dello Sventatoio; 3 u. 5 Vivara Punta Alaca (Neapel); 4 Matera Capuccini (Kalabrien); 6 Lipari; 7–7bis Grotta Manaccora (Apulien); 8 Gambolò/Pavia (Lombardien); 9–10 Montata (Reggio Emilia); 11 und 15 Franzine (Verona); 12 Montale/Modena (Emilia-Romagna); 13 Monte Valestra (Reggio Emilia); 14 Montata (Reggio Emilia); 16–17 Poviglio/Villaggio Grande (Reggio Emilia); 18 Cisterna di Tolentino (Marken); 19 Coppa Nevigata (Apulien); 20–22 Trinitapoli (Apulien).

en).⁷⁴ Die Glasperlen datieren in den Zeitraum, in dem Glas in Mesopotamien sicher produziert worden ist und im östlichen Mittelmeerraum deutlich Verbreitung findet.⁷⁵ Die Ankunft der Perlen in Italien ist offenbar im Zusammenhang mit frühen mykenischen Handelsverbindungen zu sehen, die der importierten Keramik nach vor allem das tyrrhenische Süditalien (Kalabrien) mit den Äolischen Inseln (zum Beispiel Capo Graziano, Lipari) und Apulien (zum Beispiel Rocavecchia; Coppa

Nevigata) einbezogen.⁷⁶

Als Fundorte des BM 1–2 sind Grotta Manaccora (Apulien),⁷⁷ das 24 Perlen geliefert hat, und Grotta dello Sventatoio, von wo auch ein konischer Fayenceknopf stammt, hervorzuheben. Bei den Glasperlen handelt es sich meist um einfache, unverzierte Formen, die bisher nirgendwo mit ausreichender Beschreibung, Farbfotos und Maßen zusammengestellt worden sind, was den Vergleich mit Material anderer Regionen sehr erschwert.

74 Bellintani, Angelini u. a. 2006, 1504; Bellintani 2014b, 16; Conte, Matarese, Vezzalini u. a. 2018, (2–3) zu einer gelb-braunen Glasperle aus zweifelhaftem frühbronzezeitlichem Zusammenhang der Grotta Cardini (Kalabrien) und zu Glasperlenfunden von Vivara (Campanien) mit SH II-Keramik.

75 Schweizer 2003, 71–82, mit Literatur. Bei den frühen Funden sind Cu-blaue und bernsteinfarbene dicke Ringperlen aus Sakkara, Mitte 16. Jahrhundert v. Chr., zu ergänzen (Nakai u. a. 2009); Analysen wurden mittels XRF an der verwitterten Oberfläche durchgeführt,

weshalb die Werte, vor allem Na, nur sehr eingeschränkt vergleichbar sind.

76 Siehe auch die Karten bei Radina und Recchia 2006; Bettelli 2015, 208–209. Erwähnenswert scheint mir die Hypothese, dass sich das frühe mykenische überregionale Handelsinteresse auf das westliche Mittelmeergebiet erstreckte, da der östliche Teil (noch) unter minoischer Kontrolle lag (ebd.).

77 Angelini, Artioli, Bellintani, Diella, Polla, Recchia u. a. 2003.

Die einzige bildliche Zusammenstellung ist die zeichnerische von P. Bellintani (Abb. 6). Neben kleineren Ringformen treten größere zylindrische oder gedrückt kugelige Perlen auf. Sie sind meist durch Kupfer gefärbt und wenige von ihnen mit Fadenauflage verziert.

Leider ist das mykenische Glasmaterial, von einzelnen Materialvorlagen abgesehen, insgesamt sehr schlecht publiziert. Neben den bekannten, formgeschmolzenen, im plastischen Relief verzierten Plättchenperlen⁷⁸ des 14. und frühen 13. Jahrhunderts v. Chr., liegen vielfach kugelige Formen⁷⁹ vor, verziert oder unverziert, sowie bis ca. 6–8 cm große, langgestreckte Perlen mit Fadenumwicklung. Der Fokus in der Literatur auf die Reliefperlen ist einerseits durch ihre faszinierende Ästhetik, andererseits durch ihr vermehrtes Vorkommen in den außergriechischen Sammlungen – sicherlich aufgrund ihrer jugendstilartigen Eleganz – begründet, wodurch die Stücke für weitere Untersuchungen und chemische Analysen zur Verfügung stehen. Daher sind die Analysen und die photographische Vorlage von elf kugeligen Perlen aus Pylos⁸⁰ der Phasen LH II und LH IIIA besonders beachtenswert, die sich vielleicht mit Stücken aus Italien vergleichen ließen. Die frühen Perlen aus Pylos weisen mit hell- und dunkelblauem, schwärzlichem und gelb-grünem Glas eine gewisse Farbpalette auf.⁸¹

Typologische Parallelen italischer Funde in der Ägäis lassen sich für verzierte Exemplare aus der apulischen Grotta Manaccora aufzeigen: es handelt sich um gedrückt-kugelige Perlen mit ein bis vier einfachen Tupfenaufgaben eines andersfarbigen Glases (Abb. 6.7bis: ‚Punktaugen‘ oder *simple spot eye beads*). Diese Gruppe Perlen gehörte zur Ladung des Handelsschiffes von Ulu Burun und wurde von R. Ingram vorgelegt (Abb. 7).⁸² Der Fundkontext der apulischen Perlen wird allerdings in die Mitte des 15. Jahrhunderts v. Chr. datiert⁸³ und ist damit über 100 Jahre älter als das Schiffswrack.

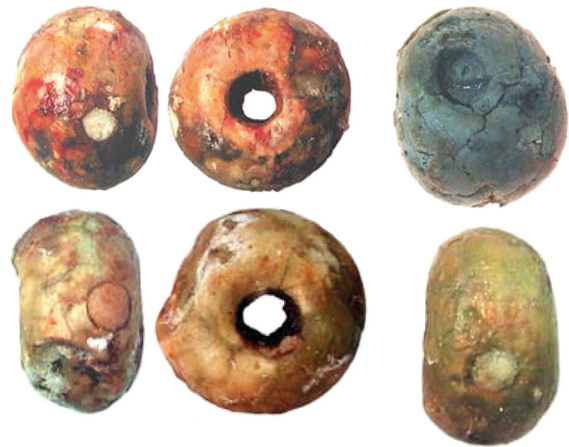


Abb. 7 Auswahl einiger gut erhaltener Glasperlen mit einfacher Punktaugen-Verzierung aus dem Schiffswrack von Ulu Burun.

Im Verlauf der Mittel- und Spätbronzezeit (BM 3–BR; etwa spätes 15.–13. Jahrhundert v. Chr.) treten schließlich auch in Norditalien Glasperlen auf, jedoch nicht in der Anzahl, wie sie aus Süditalien überliefert ist. Hier sind wieder die Terramare zu nennen (Poviglio und Case Cocconi) sowie einige Nekropolen, besonders Alba (Cuneo), das über 50 Glasperlen geliefert hat, und Franzine oder Montata bei Reggio Emilia.⁸⁴

2.8 Glas und Perlen aus dem Mittelmeerraum

Die chemischen Analysen der italischen und sardischen Funde wiesen für die unverzierten kugeligen Glasperlen eine Glassorte nach, die dem bronzezeitlichen Glas im ganzen ostmediterranen Bereich entspricht – ein so genanntes Pflanzenaschenglas oder ‚HMG‘ (*high magnesia glass*).⁸⁵ Das Glas zeichnet sich durch einen hohen Natriumoxid-Gehalt aus, das bei geringen Kaliumoxidgehalten (ca. 0,5–3,5 % K₂O) als das wesentli-

78 Farbabbildung: Walton u. a. 2009; Triantafyllidis und Karatasios 2012; Smirniou, Rehren u. a. 2012; dort jeweils auch Analysedaten.

79 Zwölf kugelige transluzente, wohl Mangan-gefärbte ‚amethystfarbene‘ Perlen aus Grab LI in Prosymna, nach LHIII A datiert: Phillips 2012, 485 Taf. CXXIIIb (sw-Abb., keine Maßangaben).

80 Polikreti u. a. 2011, mit Abb. 1. In der Bildunterschrift leider zweifach ein Tippfehler: „LH IIA1“ statt LH IIIA1.

81 Polikreti u. a. 2011, auf Abb. 1: c5–c6, c9, c10 und c14 gehören der Phase der Phase LH II des 16./15. Jahrhunderts v. Chr. an (die Perlen haben unterschiedliche Sigel, so dass eine Zuweisung der Stücke zu den jeweiligen Phasen erst über den Abgleich mit Tab. 3 möglich ist). Färbung durch Co tritt erst mit LH IIIA auf; die schwärzlichen Perlen

enthalten unter 1 % Fe₂O₃.

82 Ingram 2005, 61–64; sie führt wenige Parallelen in Tiryns und Mykene als auch in Lachshisch und Kition an.

83 Angelini, Angle u. a. 2006; Bellintani 2014b, 16.

84 Bellintani, Angelini u. a. 2006, 1506–1507; Bellintani 2014b, 20.

85 Henderson 1988, 439. – Zum Komplex der Rohglasherstellung s. bes. die Ergebnisse aus Qantir: Rehren und Pusch 2008; Rehren und Pusch 2007. – Italien: Angelini, Artioli, Bellintani und Polla 2005; Angelini, Polla, Giussani u. a. 2009; Bellintani, Angelini u. a. 2006, 1503, 1507; Angelini, Nicola und Artioli 2012, besonders 1139 mit Abb. 4.

che Flussmittel zu identifizieren ist.⁸⁶ Die relativ hohen Magnesiumoxid-Werte (ca. 2–6 % MgO) werden üblicherweise als Indiz für die Verwendung von Pflanzenaschen interpretiert.⁸⁷ Zu den HMG-Perlen gehören beispielsweise solche aus Villaggio delle Macine (Rom; BM 1) oder aus der Nekropole Franzine (Verona; BM 2), aber auch alle (analysierten) mittelbronzezeitlichen Perlen Mitteleuropas.⁸⁸ Es ist aller Wahrscheinlichkeit nach also davon auszugehen, dass Glas beziehungsweise Glasperlen des 16. bis 13. Jahrhunderts v. Chr. aus dem östlichen Mittelmeerraum nach Europa gelangten.

2.9 Das unerklärliche braune Glas (HMBG)

Unter den analysierten Perlen fielen solche mit deutlich höherem Eisengehalt auf (3–10 % Fe₂O₃ gegenüber 0,25–0,7 %).⁸⁹ Diese Perlen sind oft von gestreckter Tönnchen- oder gedrückter kugelförmiger Form, von brauner oder sogar schwarzer Grundfarbe und tragen häufig eine, wenn erhalten, weiße Fadenverzierung.⁹⁰ Meist wurde dieser eingeschmolzene Faden wellenartig verzo-

gen, ist also noch im heißen Zustand des Werkstückes nachbearbeitet worden (Abb. 6,7.17–18). Sie scheinen vermehrt in der fortgeschrittenen Phase des *Bronzo Recente* aufzutreten⁹¹ und beschränken sich auf Norditalien (Terramare und Salorno, Bozen) mit einem, eventuell zwei Funden in den Marken (Cisterna di Tolentino und Moscusi di Cingoli)⁹² und einer kugelförmigen, unverzierten Perle aus Trinitapoli (Apulien)⁹³. Der markante Eisenoxidgehalt, einhergehend mit einer Dekorationsform, die im folgenden *Bronzo Finale* gut auf italienischem Boden belegt ist,⁹⁴ hat dazu geführt, die braunen HMBG-Perlen als eine lokale Produktion zu sehen.⁹⁵ Völlig unklar bleibt dabei, wodurch der Eisengehalt verursacht ist und wie und wo das weiße Glas für die Fadenaufgabe produziert wurde, die diese Perlen von den anderen bronzezeitlichen importierten Perlen unterscheidet. Es soll auch eine plastische Schichtaugenperle (Abb. 6.17bis) – eigentlich eine Form des 12. bis 10. Jahrhunderts v. Chr. und der ‚Pfahlbauperlen‘ (siehe unten) – dem spätbronzezeitlichen HMB-Glas zuzurechnen sein,⁹⁶ womit sich die Indizien für eine Tradition

86 S. beispielsweise die Zusammenstellung der Analysewerte von Glas (auch Rohglas) aus Tiryns, Mykene, Knossos, Amarna, Ulu Burun etc. bei Tite, Shortland, Hatton u. a. 2008, Tab. 5.4 oder der mykenischen Plättchenperlen (Anm. 78) und Perlen aus Pylos bei Polikreti u. a. 2011, Tab. 3.

87 Für die Pflanzenasche seien salzliebende Gewächse verwendet worden, die das entsprechende Natrium liefern konnten. Zusammenfassend zum Beispiel Schweizer 2003, 31–42; Rehren und Freestone 2015, 234. Inzwischen hat sich in der Literatur die Hypothese der Verwendung von Halophytenasche (und mineralisches Natron für LMG) durchgesetzt, dass andere Möglichkeiten kaum mehr diskutiert werden. Kürzlich aber wurde im Zusammenhang mit experimenteller Herstellung von Glasuren auf die ebenso geeignete Asche aus Tierdung hingewiesen (Matin 2014).

88 Bellintani, Angelini u. a. 2007; s. beispielsweise: Varberg, Gratuze und Kaul 2015; Gratuze, Louboutin und Billaud 1998, 20–21. Mildner u. a. 2014 und Mildner u. a. 2018 mit Hinweisen aus den Spurenelementanalysen (Li und B) auf eine anatolische Herkunft mancher HM-Gläser.

89 Daten bei Angelini, Artioli, Bellintani und Polla 2005, 33–35 mit Tab. 1; vgl. auch Angelini, Cupitò u. a. 2010; Angelini 2011, 19; bereits eine Tönnchenperle aus Poviglio und eine verwitterte Kugelperle aus Trinitapoli bei Santopadre und Verità 2000, 30 Tab. 1, P4 und T1.

90 Farbabbildung: Angelini, Polla, Giussani u. a. 2009, Abb. 1e–f. Tönnchen aus Poviglio: Endrizzi und Marzatico 1997, 125 Abb. 9 links.

91 Bellintani 2014b, 20–22.

92 Zwei Tönnchenperlen mit verzogenem Fadendekor: Sabbatini und Silvestrini 2005, 652–653 mit Abb. 4.17–18. Es fehlen Größen und Farbangaben; der Dekor wird als „eingeschnitten und aufgefüllt“ beschrieben, eine Vorgehensweise, die im Zusammenhang mit heiß zu verarbeitendem Glas völlig unwahrscheinlich ist. Die Angaben

zu Analyseergebnissen („Flussmittel aus Kalk und Phosphor“ ebd. Anm. 52) erscheinen ebenso unwahrscheinlich.

93 Santopadre und Verità 2000, 27, 29 Abb. 4, 30 Tab. 1 Probe T1: das Glas enthielt zwar ‚nur‘ 2,6 % Fe₂O₃, wies aber ebenfalls die für das HMBG typischen erhöhten Al- und Ca-Werte auf (s. Anm. 92). Diese Perle wird allerdings bei der Betrachtung des HMBG-Perlenphänomens nicht einbezogen.

94 Die deutlichste Parallele ist in tönnchenförmigen Perlen zu sehen, die mit einem nicht-verzogenen, spiralig umlaufenden Faden verziert sind; zum Beispiel drei braune Tönnchen aus der Nekropole Franzine, spätbronzezeitlich, HM-Glas mit 6,75–8 % Fe₂O₃: Angelini, Artioli, Bellintani, Diella, Polla und Residori 2002, 585–587 Tab. 1–2 (dort auch zwei braune, kugelige unverzierte Perlen aus Montata und Felina, Reggio Emilia), 589–592 mit Abb. 1–2. Tendenziell weisen diese Perlen neben dem erhöhten Fe-Gehalt auch mehr Al und Ca auf als die in Italien analysierten HMG-Perlen – eventuell ein Hinweis auf Augit als mineralische Eisenquelle (Angelini, Artioli, Bellintani, Diella, Polla und Residori 2002, 592). Sie enthalten allerdings nur einen Bruchteil des Kupfers (0,06–0,46 % gegenüber bis zu 5,5 %), weshalb ein Umschmelzen des herkömmlichen HM-Glases zu HMB-Glas unwahrscheinlich ist und eine spezifische (lokale?) Produktion des HMBG angenommen werden kann. Dies müsste jedoch an weiteren vollständigen Datensätzen geprüft werden.

95 Bellintani, Angelini u. a. 2006, 1517–1518 mit Abb. 6; Bellintani und Usai 2012, 1122–1123; Bellintani 2014b, 20, 22; Angelini 2014, 81.

96 Bellintani 2014b, 20; er bezieht sich auf die Publikation von Angelini, Nicola, Artioli u. a. 2011, in der die Perle aber nicht abgebildet wird. In der Beschreibung (ebd., 26) wird sie in das 13. Jahrhundert v. Chr. also BR, in der Beschriftung des Diagramms aber in das Bronzo Finale und das 12. Jahrhundert v. Chr. eingeordnet (ebd. 28 Abb. 1). Die Perle von braunem Matrixglas trägt eine Verzierung aus vier vorstehenden geschichteten Augen aus transparentem hell-

der ‚typisch‘ endbronzezeitlichen Verzierungstechniken mehrten (siehe unten zu Frattesina).

Verwirrend ist der Fall einer großen (Dm noch 2,2 cm) kugeligen, mit brauner Patina überzogenen ehemals blauen Perle, die als Dekor eine weiße, verzogene Fadenaufgabe trägt – und somit ganz der Typologie der HMBG-Perlen entspricht – aus Montebello Vicentino (Vicenza, Veneto).⁹⁷ Den HM-Gläsern zuzurechnen, enthält sie sowohl im Matrix- als auch im weißen Dekorglas noch unter 1 % Fe₂O₃.

Führte P. Bellintani⁹⁸ das Auftreten der Fadenverzierung als Verzierungstechnik zunächst auf mykenische Vorbilder zurück, vermutet er nun einen Einfluss eher vom östlichen Mittelmeer her kommend, da von der Levante und auch Ägypten entsprechende Perlen nachzuweisen seien.⁹⁹ Der Anreiz zur Kontaktaufnahme mit Norditalien wird wiederum im Handel des dort verarbeiteten Bernsteins, eventuell aber auch des Kupfers gesehen.

2.10 Glasperlen Sardinien

Nach umfangreichen Analysen von rund hundert Fayence- und Glasperlen von Sardinien zeigt sich dort ein von der italischen Halbinsel abweichendes Bild.¹⁰⁰ Problematisch bei der Beurteilung sind die weiten chronologischen Zeitspannen, in die das Material aus den über lange Zeit belegten Kollektivgräbern zugeordnet werden kann. Als sicher ist aber anzunehmen, dass auch in Sardinien die Glasperlen der Phase BM₃–BR (ca. 1500–1300 v. Chr.; ältere wurden nicht analysiert) aus HMG bestehen.¹⁰¹ Diese konnten durch Kobalt gefärbt

sein, das auf der italischen Halbinsel erst mit der Endbronzezeit mit den Perlen Frattesinas auftritt.¹⁰² Das braune HMB-Glas konnte nicht nachgewiesen werden, ebenso wenig wie das für die Endbronzezeit und Frattesina typische LMHK (siehe unten). Stattdessen tritt mit dem *Bronzo Finale* (12./11. Jahrhundert v. Chr.) ein Wechsel zu dem natriumbasierten, magnesiumarmen LM-Glas ein, das eigentlich als das typische Glas der Eisenzeit gilt. In Norditalien sind keine voreisenzeitlichen LMG-Perlen überliefert. Die differierende ‚Versorgung‘ von Sardinien um 1150/1050 v. Chr. mit Glas bzw. Glasperlen könnte die These von der Einbindung der Insel in von Zypern ausgehende, in post-palatialer Zeit intensivierte Handelsrouten nach Westen stützen, die insbesondere auf den Bronzefunden basiert.¹⁰³ Das Auftreten von LM-Glas bereits in der Spätbronzezeit (BR, 13. Jahrhundert v. Chr.) in drei Fällen sardischer Grabbefunde wird von den Autoren zunächst skeptisch, dann eher als mögliche Fehlдатierung bewertet.¹⁰⁴ Für das 10. Jahrhundert ist LM-Glas durch die Becher der Nesikhons sicher in Ägypten belegt,¹⁰⁵ für den Vorderen Orient scheinen aber die Hinweise für das 13. Jahrhundert v. Chr. zuzunehmen.¹⁰⁶

Auch ein Oberflächenfund von Fondo Paviani im Veneto wurde als ein LM-Glas identifiziert, das sich deutlich von römischen oder noch jüngeren Natrongläsern unterscheidet. Aufgrund der Analyseergebnisse wurde die spätbronzezeitliche Datierung der Siedlung für das Glasfragment ausgeschlossen, da das Auftreten von LMG bislang für Italien nicht vor dem 8. Jahrhundert v. Chr. anzunehmen war.¹⁰⁷ Es handelt sich um

blauem und weißem Glas; auch die Dekorgläser gehören der HMG-Gruppe an.

97 Angelini, Cupitò u. a. 2010, 77 Abb. 1a, 78 Tab. 2 Probe MB-V2; die Perle wird an den Übergang BR zu BF datiert.

98 Bellintani, Angelini u. a. 2006, 1518.

99 Bellintani 2014b, 20–21. Hier stellt sich wieder das Problem der kaum vorgelegten Glasperlen des mykenischen Griechenlands. Kleine Perlen mit verzogener Fadenzier sind durchaus vorhanden und sie dienen zunächst auch dem Vergleich mit den italischen Stücken (besonders das spindelförmige Stück aus Tiryns: Rahmstorf 2008, Taf. 95.3 Nr. 1752). Dunkle, kugelige und röhrenförmig langgestreckte Perlen mit weißer, spiralig umlaufender Fadenaufgabe, teilweise verzogen (die wiederum gute Parallelen an der Levante finden: Spaer 2001, 106 unter Kat.-Nr. 136–138 mit Verweis auf Tell Abu Hawam und Kamid el-Loz), liegen beispielsweise aus der mykenischen Nekropole von Palaio Epidauros (Museum Nafplion), den Nekropolen Suleimani sowie Louponou (LH IIIA, 14. Jahrhundert v. Chr.; Museum Mykene) und aus verschiedenen Zusammenhängen aus Mykene selbst vor, darunter auch eine schwarz-weiße Ringaugenperle, Perlen mit andersfarbigen Flecken, eventuell sogar Schichtaugen, beispiels-

weise aus Evangelistria bei Nafplio, ins 14. Jahrhundert v. Chr. datiert (Museum Nafplion), dort auch eine flachgedrückte ovale dunkle Perle mit verzogener Spiralwicklung.

100 Zusammenfassend: Angelini, Nicola und Artioli 2012, 1148.

101 Angelini, Nicola und Artioli 2012, 1139.

102 Angelini, Nicola und Artioli 2012, 1142–1143. Die Co-Färbung lässt an ägyptisches Glas denken, die konkrete Zuweisung anhand der Hauptelemente gelingt jedoch nicht (ebd.). Hier bleibt auf die Signatur der Spurenelemente zu hoffen.

103 Bettelli 2015, 214–216, 220–223.

104 Angelini, Nicola und Artioli 2012, 1143, 1148; Bellintani und Usai 2012, 1127.

105 Schlick-Nolte und Werthmann 2003.

106 Pella, Jordanien und Tell Brak, Syrien: Bellintani in Atzeni u. a. 2012, 669; Angelini, Nicola und Artioli 2012, 1139, mit Bezug auf J. Henderson. Die schwarzen Perlen aus Jordanien sind nach Reade, Freestone und Bourke 2009, 48 jedoch eisenzeitlich, in das 11. bis 9. Jahrhundert v. Chr. zu datieren.

107 Angelini, Cupitò u. a. 2010, 81–83.

einen farblosen Werkabfall; auch zwei der drei LMG-Perlen in Sardinien sind ungefärbt. Das frühe Auftreten von LM-Glas in Sardinien aber lässt ahnen, dass die Situation zur Spätbronzezeit möglicherweise komplexer ist, als zunächst gedacht.

Fazit

Glas und Glasperlen wurden ab der Mittleren Bronzezeit aus dem Mittelmeerraum – wohl über mykenische Handelsrouten – nach Italien gebracht, wie der Nachweis der Glassorte HMG bestätigt. Spät- und vor allem endbronzezeitliches Glas in Sardinien ist eventuell durch Kontakte nach Zypern zu erklären. Die etwa ab ca. 1250 v. Chr. auftretenden braun-schwarzen Perlen mit weißer Fadenzier v. a. in Norditalien werden aufgrund ihres markant hohen Eisengehaltes nicht als ägäische, sondern eher als lokale Produkte angesehen, deren Verzierungsweise aber von außen angeregt worden sein soll. Form und Verzierung – aber nicht die Glassorte – finden Fortsetzung in der endbronzezeitlichen Perlenproduktion in Frattesina di Fratta Polesine. In jüngster Zeit wurde diese Situation unklarer, da der Nachweis von LM-Glas in spätbronzezeitlichen Kontexten aus Sardinien und vielleicht aus dem Veneto vorliegt, eine für Europa bisher erst für die Eisenzeit als typisch angesehene Glassorte.

3 Frattesina di Fratta Polesine (Rovigo)

Hier genügt leider der Raum nicht, um einen Fundort wie Frattesina und seine Umgebung ausreichend darzustellen.¹⁰⁸ Summarisch ist festzuhalten, dass im östli-

chen Veneto, am Unterlauf von Po und Etsch, mehrere endbronzezeitliche Siedlungen ab dem 12. und bis zum 9. Jahrhundert v. Chr. überliefert sind, die sich durch eine vielfältige handwerkliche Spezialisierung (Glas-, Bronze-, Geweih- und Goldverarbeitung), das Auftreten importierten Rohmaterials und dessen Verarbeitung (Elfenbein, Straußeneier, Bernstein) sowie den Beleg von Keramik mykenischen Stils¹⁰⁹ auszeichnen. Zu erwähnen ist weiter Campestrin di Grignano Polesine, kaum zehn Kilometer östlich von Frattesina, das erst vor wenigen Jahren durch die archäologisch belegte Verarbeitung von Bernstein, u. a. zu Perlen des Typs Tiryns – aber nicht Allumiere – bekannt geworden ist.¹¹⁰

Größere Mengen an Glasperlen desselben Zeitraums liefern die Nekropolen von Frattesina Narde und Zanotto, aber auch Bismantova.¹¹¹ Die Fundorte Frattesina di Polesine, Mariconda di Melara und Villamarzana (Rovigo) sowie Montagnana (Padua) treten besonders durch den Nachweis der Glasverarbeitung hervor.¹¹² Zu den Funden gehören Rohglasbrocken unterschiedlicher Färbung, Schmelzreste und vor allem tönerner Arbeitsplatten (Mariconda) sowie Tiegel mit Glasresten.¹¹³ Damit ist diese Region die einzige sichere prähistorische Stätte der Glasperlenherstellung in Europa. Ob auch Rohglas hier erschmolzen wurde, ist nach wie vor nicht gesichert.

Aus Frattesina selbst und seinen Nekropolen sind ca. 2800 Perlen überliefert, wovon jedoch die meisten Oberflächenfunde sind. Der größte Teil der Perlen sind einfache kleine Ringformen von 0,3–0,55 cm Durchmesser der Farben Cu- und Co-Blau und Rot (Abb. 8).¹¹⁴ Weiter liegen kugelige Formen vor, Ringaugenperlen, einfache Fadenverzierung sowie Tönn-

108 Zu Frattesina zuletzt Bietti Sestieri, Bellintani und Giardino 2019, 43–45 mit Lit.; außerdem Salzani und Colonna 2010; s. den ganzen Zeitschriftenband Padusa XX 1984 zu verschiedenen Aspekten Frattesinas wie den Hortfund mit fünf Kämmen.

109 Karte bei Bettelli 2015, 210 Abb. 1 Nr. 61–68. Nach chemischen Analysen ist der größte Teil der in der Padana gefundenen mykenischen Keramik als in Italien, vor allem in Apulien, hergestellt zu betrachten (Vagnetti 2006, 276–277).

110 Es wurden sowohl Rohbernstein und Werkabfälle als auch Halbfabrikate von Perlen des Typs Tiryns gefunden: Bellintani 2010; Negroni Catacchio 2014, 3–5; Thun Hohenstein u. a. 2015; Bellintani 2014b; Bellintani 2015. Die Perlen des Typs Tiryns sind in Größe und Form durchaus unterschiedlich und es ist nicht auszuschließen, dass sich bei genaueren typologischen und kontextuellen Untersuchungen topographische oder chronologische Unterschiede fassen lassen (s. auch: Negroni Catacchio 1999; Negroni Catacchio, Massari und

Raposo 2006; dagegen: Bellintani, Salzani u. a. 2015, 425). Befunde auf Sardinien belegen auch dort eine endbronze-/frühisenzeitliche Bernsteinverarbeitung (Bellintani 2014a, 124).

111 Bismantova: Bellintani und Stefan 2009, 81–82 mit Abb. 2; zur Nekropole Narde zuletzt Salzani und Colonna 2010.

112 Gambacurta in Towle, Henderson u. a. 2001, 10–13; Towle, Henderson u. a. 2001, 19–20. Villamarzana: Consonni 2008, bes. 68–69 und Taf. 7a.

113 Abb. bei: Bellintani 1997, 125 mit Abb. 8; Bellintani und Biavati 1997, 762 mit Abb. 448; Bietti Sestieri 1984, 421–423 mit Abb. 3; Bellintani, Cesaretto und Residori 2003, 326–328 mit Abb. 21–23; Museumsführer: <http://www.comune.frattapolesine.ro.it/images/sito/museo/interno%20Fratta.pdf> (besucht am 01.03.2018), 48.

114 Ringperlen: Bellintani 1997, 116 mit Farbabb. Zu den Formen s. Bellintani und Stefan 2009; dort sind die Perlen in Farbfotografien und mit Maßen vorgelegt.



Abb. 8 Kleine Ringperlen stellen die häufigste Perlenform in Frattesina dar. Ungewöhnlich ist rotes, opakes Glas, besonders als Dekorglas. Die Farbkombination der ‚Pfahlbauperlen‘ blau-weiß ist die häufigste.

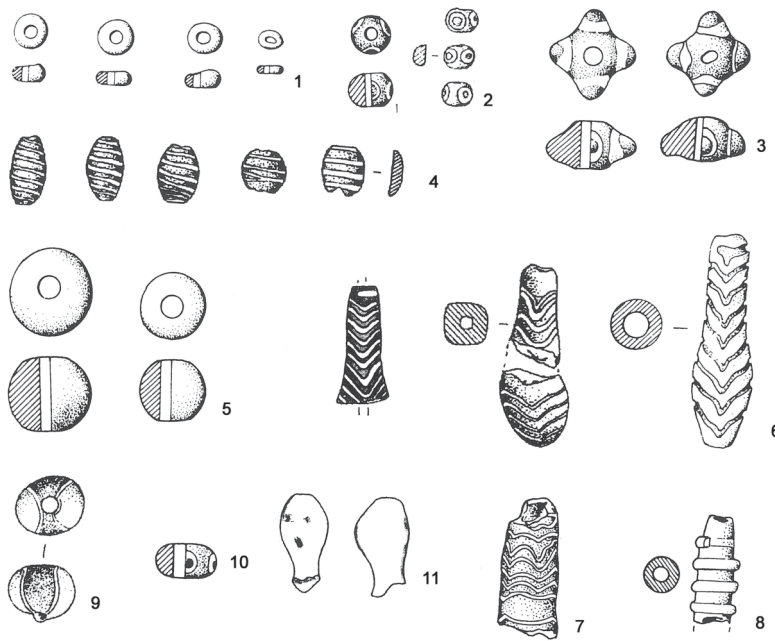


Abb. 9 Verschiedene Perlenformen aus Frattesina di Fratta Polesine (Rovigo).

chen mit einer andersfarbigen, spirilig umlaufenden Fadenwicklung in verschiedenen Farbkombinationen (Abb. 9): hellblau-rot, rot-hellblau, transluzent grünlich-hellblau, grünlich-rot, dunkelblau-rot und blau-weiß. Letztere ist die häufigste Form der Farbgebung. Ganz außergewöhnlich sind Scherben glasierter Keramik mit einem, an den Stil der 1950er Jahre erinnernden weißen Punktemuster.¹¹⁵ Diese Variabilität, das Vorkommen des roten Glases und weiterer zum Teil einzigartiger Formen, unterstützen die Vorstellung von glasverarbei-

tenden Werkstätten an Ort und Stelle, die auch zu experimentieren wussten. Die Färbung mit Kobalt in großem Umfang tritt nun zum ersten Mal in Italien auf.¹¹⁶ Das opake rote Glas stellt ebenfalls eine Neuerung dar; seine Färbung erhält es durch Kupferionen, die unter reduzierenden Bedingungen das Glas nicht blau sondern rot färben.¹¹⁷ Das bedeutet, dass auch bei der Verarbeitung des roten Glases, vor allem als Dekorglas, auf die Atmosphäre im Ofen geachtet werden musste.

115 Bellintani, Salzani u. a. 2015, Abb. 1.53; Bellintani und Stefan 2009, 81; Bellintani und Biavati 1997, 763 mit Abb. 450.

116 In Sardinien sind Co-blaue Perlen bereits mit dem mittel- bis spätbronzezeitlichen Glas belegt: Angelini, Nicola und Artioli 2012,

1142. Zu den Analysen von Frattesina s. Towle, Henderson u. a. 2001; Angelini, Artioli, Bellintani, Diella, Gemmi u. a. 2004.

117 Zum Beispiel Angelini 2011, 20.



Abb. 10 Perlen aus der Wasserburg-Buchau am Bodensee, Unteruhldingen-Stollenwiesen (Baden-Württemberg). Die Farbkombination aus Blau und Weiß findet sich auch bei den Perlen aus den Seeufersiedlungen nördlich der Alpen am häufigsten.

Zu den Formen Frattesinas gehören die auffälligen ‚Pfahlbaunoppenperlen‘,¹¹⁸ eine Perlensorte mit mehrfarbig übereinander aufgesetzten Tupfen, die drei, meistens vier plastische Schichtaugen bilden (Abb. 9.3). Sie gehören mit den blau-weißen spiralverzierten Tönnchen zu den markanten Formen, die sich vielfach in den spätbronzezeitlichen Seeufersiedlungen finden (Abb. 9.4 und 10), weshalb sie als ‚Pfahlbauperlen‘ in die Literatur eingingen.¹¹⁹ Aber auch aus urnenfelderzeitlichen Befunden wie Gräbern und dem, an das Ende von HaB₃ datierenden Hortfund von Allendorf¹²⁰ sind blaue Ringperlen, Tönnchen und Schichtaugenperlen überliefert.¹²¹ Außerhalb Frattesinas finden sich – offenbar bis auf eine Ausnahme aus Haunstetten (Augsburg)¹²² – keine Farbkombinationen mit rotem oder durchsichtigem, schwach gefärbtem Glas und ausschließlich weiße Fadenverzierung. Andererseits sind in Norditalien Perlensorten überliefert, die wiederum aus Frattesina nicht

vorliegen,¹²³ und die unterschiedliche Gewichtung der Perlenformen an verschiedenen Fundorten weist vielleicht auch auf verschiedene Produktionsorte hin. Beispielsweise ist die Verteilung der Formen in der gut untersuchten Pfahlbausiedlung Hauterive Champreveyres (Schweiz) interessant, denn von hier stammen mehr als doppelt so viele verzierte Perlen (180 Stück) als aus Frattesina, dafür stehen lediglich 33 einfache Ringperlen 2500 gegenüber.¹²⁴ Es stellt sich also die Frage nach weiteren Herstellungsorten südlich wie nördlich der Alpen, falls diese Befunde nicht dem jeweiligen lokalen Geschmack und Bevorzugung bei der ‚Einfuhr‘ der Perlen aus Frattesina geschuldet sein sollten.

3.1 Die Chemie der endbronzezeitlichen Perlen

Das Besondere an Frattesina ist nicht nur die archäologische Befundlage, sondern auch die Zuweisung einer spezifischen Glassorte, die dort und mit Beginn der Perlenproduktion auftritt: das LMHK oder Mischalkali-Glas, das oben im Zusammenhang mit den Fayencen und Knöpfen bereits Erwähnung fand. Die zunächst angenommene technische Tradition zwischen Fayencen der Mittelbronzezeit und den Glasperlen der Endbronzezeit kann jedoch nicht belegt werden. Vielmehr wird jetzt eine Tradition der Verarbeitungsweise zwischen den HMBG-Perlen mit weißem Dekor des 13. Jahrhunderts v. Chr. (siehe oben) und der Produktion in Frattesina gesehen.¹²⁵

Das *low magnesia high potassium* LMHK-Glas wird durch deutliche Anteile der beiden Flussmittel Kalium- und Natriumoxid charakterisiert und weist einen relativ geringen Gehalt an Kalzium- und Magnesiumoxid auf.¹²⁶ Die Art der Rohstoffe, auf welche Quellen also

118 Haevernick 1953; Haevernick 1978, bes. 146. Entsprechend: *horned eye beads* und *perle a occhi cornuti*.

119 Haevernick 1978; Bellintani und Stefan 2009, 83 mit Abb. 4 zu Hauterive Champreveyres am Neuchâtel See; Bellintani 2014b, 20–21 mit Karte Abb. 4; zuletzt Jennings 2014, 32.

120 Haevernick 1953; Kunter 1996 mit Farbabb.; Lorenz 2006 mit chemischen Glas-Analysen; zuletzt Koch 2013.

121 Kunter 1996. Die Aufarbeitung bronzezeitlichen Glases aus Deutschland findet derzeit in einem Projekt von Stefanie Mildner, Würzburg, statt. Zuletzt Mildner u. a. 2014, mit Farbabb. Neufunde aus Hessen: Kunter 2012.

122 Jennings 2014, 37.

123 Zum Beispiel Bismantova, Grab 31 mit über 300 Glasperlen, davon 28 gedrückt kugelig, blau mit weißer, wellenartiger Fadenaufgabe

(Bellintani und Stefan 2009, 82 mit Abb. 2.85–2.87).

124 Bellintani und Stefan 2009, 86 mit Abb. 8.

125 Vgl. Bellintani und Residori 2003, 492–493 mit Bellintani, Angelini u. a. 2006, 1516–1517; Bellintani und Stefan 2009, 85; Bellintani 2014b, 22; Henderson u. a. 2015, 2. Es bleibt jedoch bei der These der europäischen, wenn nicht italienischen Herstellung beider Objektgruppen.

126 Henderson 1988, 440–442; 449. Es besteht aus ca. 4–9% Na₂O, 8–11% K₂O, MgO meist unter 1%, CaO meist unter 2%. Wie oben erwähnt, wird es als eine in Europa hergestellte Glassorte angesehen, wofür besonders der Nachweis im irischen Rathgall des 9.–7. Jahrhunderts v. Chr. spricht (Raftery und Henderson 1987), da dort spät und mit eigener Typologie LMHK-Glas verarbeitet wurde (s. a. Bellintani und Stefan 2009, 87). Die Identifizierung geht auf J. Henderson



Abb. 11 Fundorte Europas, an denen LMHK-Glasperlen nachgewiesen sind, Stand 2011.

die Flussmittel zurückzuführen sind, ist nach wie vor ungeklärt. Bemerkenswert ist die Tatsache, dass in größeren Analyse-Serien immer einige Gläser auftreten, die allein Kaliumoxid als wirksames Flussmittel enthalten, sonst aber weitestgehend den Werten der LMHK-Gläser entsprechen.¹²⁷ Die Ergebnisse jüngster Isotopenuntersuchungen an fünf Proben aus Frattesina werden dahingehend interpretiert, dass dieses K-reiche LMHK-Glas möglicherweise in einer vulkanischen Region um Rom her-

gestellt wurde.¹²⁸

LMHK-Glasperlen sind inzwischen in ganz Europa nachgewiesen, besonders häufig in Zusammenhang mit von Frattesina bekannten Perlenformen wie den Pfahlbautönnchen oder einfachen Ringperlen, aber auch in Fundkontexten des 1. Jahrtausends v. Chr. in Irland (Abb. 11). Die Nachweise nehmen stetig zu, wie der Neufund eines türkisfarbenen Perlencolliers mit Bernsteinschieber aus Polen¹²⁹ zeigt, und die Karte der Ver-

und R. Brill zurück – zur Forschungsgeschichte s. Venclová u. a. 2011, 563–567 mit Literatur und Koch 2011, 19–21 mit Literatur. Analysen zu Frattesina: Brill 1992; Towle, Henderson u. a. 2001; Angelini, Artioli, Bellintani, Diella, Gemmi u. a. 2004; Angelini, Polla und Molin 2010.

127 Towle in Towle, Henderson u. a. 2001, 20; Angelini, Artioli, Bellintani, Diella, Polla und Residori 2002, Abb. 1; Angelini, Artioli, Bellintani, Diella, Gemmi u. a. 2004, 1179 mit Abb. 1–2; Angelini, Polla, Giussani u. a. 2009, Abb. 5; Angelini, Polla und Molin 2010, 120 Abb. 5 u. 7; Mildner u. a. 2014, 102–104 mit Abb. 2 „neue Glassorte“; Henderson u. a. 2015; zuletzt auch in dem süditalischen Exemplar: Conte, Matarese, Vezzalini u. a. 2018, (8; 18–19) Tab. 2–5. Venclová u. a. 2011, 537, 577–578 diskutieren kurz diesen Befund und verweisen auf erhöhte CuO- sowie FeO-Werte und entsprechende Daten von Frattesina; sie halten eine differierende K₂O-Quelle oder eine andere Technik bei der Behandlung der Aschen für möglich. Der Befund eines K₂O-reichen weißen Dekorglases an einer herkömmlichen LMHK-Perle könnte als Argument für auf bestimmte Gläser

spezialisierte Werkstätten dienen. Da eines der von Towle detektierten K₂O-reichen Gläser im Innern eines Tiegels von Frattesina auflag (Towle, Henderson u. a. 2001, 20, 27 Kat.-Nr. 3) scheint gesichert, dass auch diese Sorte Glas dort verarbeitet wurde. Es scheint bisher kein Vergleich mit der Chemie mittelalterlichen Pottascheglases stattgefunden zu haben.

128 Henderson u. a. 2015, 6–7 mit Abb. 3. In dem konkreten Fall wurde aber kein K₂O-reiches Glas detektiert, sondern eines mit hohem K₂O-Gehalt (10,97 %) und relativ niedrigem Na₂O-Gehalt (4,1 %), weshalb auf das Mischen, also Verschmelzen von verschiedenen LMHK-Gläsern geschlossen wird; die Isotopenuntersuchung zu Strontium und Neodym ergab abweichende Werte, die sich wiederum mit Vergleichsproben von Sand aus der Umgebung Roms vergleichen ließen; weshalb im Text dann auf von dort stammende Pflanzensche eingeschlossen wird und nicht auf die Silikatquelle, ist mir unklar.

129 Purowski u. a. 2014 mit Farbabb. und engl. Zusammenfassung; Targowisko, Grab 697 wird nach Ha A2–B1 datiert und enthielt ein fünfsträngiges Collier aus ca. 380 Kupfer-gefärbten Ringperlen mit einem

breitung von LMHK-Gläsern gibt nur ein Bild des Forschungsstandes wieder. Abgesehen von einigen alten HMG-Perlen und dem frühen Auftreten des LMG in Sardinien ist es die einzige Glassorte im *Bronzo Finale* und der Urnenfelderzeit Europas zwischen dem 12. und 10. Jahrhundert v. Chr.¹³⁰

3.2 Zur Frage nach den Orten der Herstellung und Verarbeitung

Aufgrund der Befundlage werden Pfahlbau- und LMHK-Perlen als Importe aus Frattesina oder zumindest der Region angesehen.¹³¹ Selten findet Erwähnung, dass der oder die Orte, an denen LMHK-Rohglas produziert wurde, nicht bekannt sind und die Rohglasschmelze für Frattesina nur vermutet werden kann. Aufgrund der jüngsten Ergebnisse von Isotopenuntersuchungen an Gläsern aus Frattesina wird ein weiterer Herstellungsort in Betracht gezogen.¹³² Dieselben Analysen ergaben aber auch Hinweise für eine Produktion in der Po-Ebene. Es ist also denkbar, dass von einer oder mehreren Werkstätten beziehungsweise Orten, die Mischalkali-Glas zu schmelzen verstanden, Rohglas bezogen und verarbeitet wurde, und die Vorstellung Haevernicks von vielen lokalen Werkstätten auch durch Frattesina nicht widerlegt ist.

In der historischen Interpretation entstehen hier methodische Probleme. Meist wird mit der schieren Zahl von aufgefundenen Perlen argumentiert, ein Vorgehen, das jedoch Überlieferungsfilter wie Bestattungssitten oder Taphonomie außer Acht lässt. Einerseits stehen verstreute Einzelfunde, aber auch hundertfach vorkommende Perlen in einem einzigen Grab, den umfangreichen Siedlungs- und technischen Befunden Frattesinas und seiner Region gegenüber. Eine archäologische

Analyse, die chorologische, typologische und chronologische Gesichtspunkte umfassend behandelt, hat nur ansatzweise stattgefunden,¹³³ und es wird meist mit einzelnen Fundkomplexen argumentiert. Andererseits sind chemische Analysen nicht nach archäologischen Fragestellungen durchgeführt worden, und oft steht am Ende entsprechender Publikationen, dass für belastbare Aussagen nicht genügend Material untersucht werden konnte.¹³⁴

Zieht man den Zeitraum von ca. 200 Jahren und die Menge der Befunde in die Überlegungen mit ein, müssen viele verschiedene Chargen Rohglas erschmolzen worden sein. Es ist daher nicht verwunderlich, dass nicht alle Analysewerte mit von Frattesina bekannten Werten in Übereinstimmung gebracht werden können – auch wenn es sich dabei immer um LMHK-Glas handelt. A. Towle hat beispielsweise CoO- und CuO-Werte verschiedener Fundorte gegenübergestellt, wobei sich bei den Co-gefärbten Perlen zwischen den Fundorten Unterschiede zeigen (Abb. 12). Die fehlende Übereinstimmung kann nun als Argument dafür verwendet werden, dass beispielsweise die Perlen aus Hauterive Champeveires (gelb) nicht in Frattesina (violett) hergestellt wurden. Andererseits stammen die Perlen dieser Schweizer Pfahlbausiedlung aus einer engen zeitlichen Spanne (1050–1030 v. Chr.)¹³⁵ und könnten daher aus kobaltblauem Rohglas gemacht worden sein, das (zufällig) in Frattesina nicht analysiert worden ist – denn es existieren ja keine nach chronologischen Gesichtspunkten ‚flächig‘ angelegte Analysen. Wie sehr sich ein auf binären Diagrammen basierendes Bild durch neue Werte ändern kann, wurde kürzlich dargelegt.¹³⁶ I. Angelini und Mitarbeiter weisen darauf hin, dass bei CoO-gefärbten Gläsern ein Zusammenhang zwischen Analysewerten und Perlenform besteht, was auf verschiedene Werkstätten

Dm von 0,4–0,6 cm, kombiniert mit einem Bernsteinschieber.

130 Bellintani 2014b, 21. Hier ergibt sich ein chronologisches Problem gegenüber der Laufzeit der Perlenproduktion in Frattesina vom Ende des 12. bis zum 9. Jahrhundert v. Chr. und den frühen, BzD-zeitlichen Befunden wie beispielsweise Frankfurt-Berkersheim (Kunter 1996, 24); die stark korrodierte Spiral-Tönnchenperle ist nicht chemisch untersucht, möglicherweise handelt es sich um eine HMBG-Perle und nicht um LMHK-Glas. Abzuwarten sind auch die Ergebnisse der Untersuchungen von St. Mildner (Anm. 121).

131 Zum Beispiel Venclová in Venclová u. a. 2011, 578; Gratuze, Louboutin und Billaud 1998, 18; nach anfänglicher Einschränkung auch Jennings 2014, 32, 34, 37, 40; G. Gambacurta in Towle, Henderson u. a. 2001, 12 meint wiederum, es sei schwer vorstellbar, dass nördlich der

Alpen keine Werkstätten existiert hätten, auch Bellintani und Mitarbeiter (Bellintani, Cesaretto und Residori 2003, 315) gehen von mehreren Werkstattzentren aus. Zur Rolle Frattesinas als Handels- und Produktionszentrum nach dem Abbruch der Terramare-Siedlungen: Bellintani 2014a, 121–122, 125.

132 Henderson u. a. 2015, I, 6–7; s. Anm. 126.

133 Bellintani und Stefan 2009.

134 Venclová u. a. 2011, 578; Angelini, Polla, Giussani u. a. 2009, 335.

135 95 Perlen stammen aus den Schichten 3–5, dendrodatiert in die 2. Hälfte des 11. Jahrhunderts v. Chr., wenige Perlen aus Schicht 03, dendrodatiert 990–980 v. Chr. (Bellintani und Stefan 2009, 83 Anm. 11).

136 Koch 2014, 94–95 mit Abb. 7; s. auch Anm. 14.

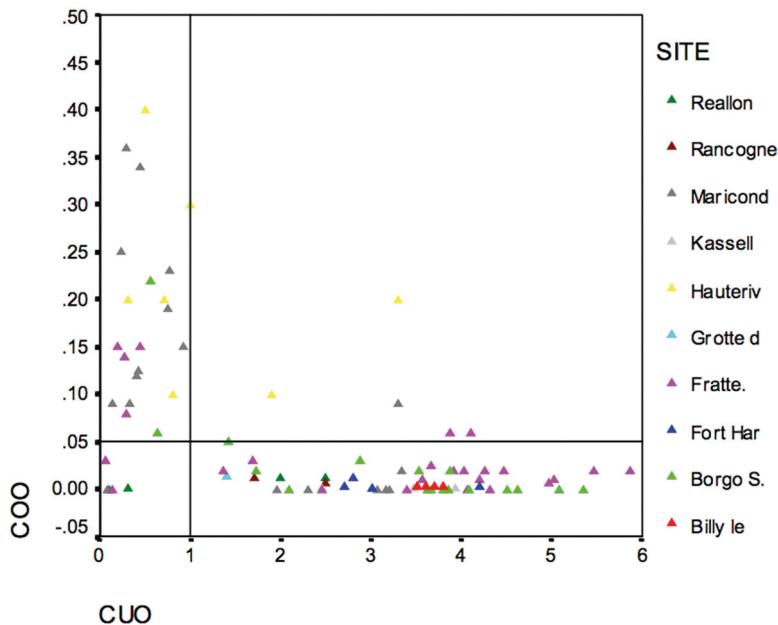


Abb. 12 Auftrag der Kobaltoxid- und Kupferoxidgehalte der LMHK-Perlen von verschiedenen Fundorten. Man beachte die zum Teil unterschiedlichen CoO-Werte zwischen Frattesina (violett) und Mariconda (dunkelgrau), die wiederum eher mit den Werten der Schweizer Seeufersiedlung Hauterive Champreyvres (gelb) übereinstimmen.

deuten könnte, die bestimmte Perlensorten hergestellt und vertrieben haben.¹³⁷ Dies würde dann aber auch die Zuweisung der Rohglasschmelze an diese Werkstätten bedeuten oder, dass sie das färbende Kobaltmineral beziehungsweise das Rohglas von der immer selben Quelle (die dann auch immer nach demselben Rezept gearbeitet haben muss) bezogen haben.¹³⁸ Andererseits ist zu bedenken, dass aus einem Kilo Rohglas viele 10 000 Ringperlen hergestellt werden konnten. Möglicherweise ist also aus einer Charge Rohglas in einem Arbeitsgang eine große Menge derselben Perlensorte gemacht worden und zu einem anderen Zeitpunkt eine andere Sorte aus anderem Rohglas. Der Erkenntnisgewinn über die Tatsache des Nachweises von LMHK und der Färbemittel hinaus gestaltet sich also schwierig.

3.3 Frattesina without Mycenae?

Die Herstellung von Fayence- und Glasgegenständen im bronzezeitlichen Italien wird üblicherweise nicht ohne

die beeinflussende Beziehung in die Ägäis respektive in das mykenische Griechenland für möglich gehalten. Welche Art der Kontakte und Einflüsse bestanden nun auf die östliche Poebene?

160.00mm

Man muss bei der Interpretation der Funde zwischen zwei Implikationen respektive Prämissen trennen: zum einen diejenige, die in Funden, die Kontakte in die Ägäis anzeigen, vor allem Belege von mykenischen oder allgemein mediterranen Handelsinteressen sehen, die zur Präsenz von Personen aus dem östlichen Mittelmeerraum in Norditalien führten.¹³⁹ Ein zurückhaltenderer Ansatz ist zum anderen die Vorstellung, dass diese Kontaktfunde zunächst lediglich Indizien für die Einbindung der Region in ein weit gespanntes Handelsnetz sind, wobei aber die Etappen der Vermittlung der verschiedenen Objekte durchaus noch zu klären sind.¹⁴⁰ Wie oben erwähnt, können die wenigen ägäischen Fayencen oder Glasperlen Norditaliens gut durch Kontakte nach Apulien erklärt werden.¹⁴¹ Das

137 Angelini, Polla, Giussani u. a. 2009, 335; Angelini 2011, 20.

138 Ein erhöhter, mit Kobalt korrelierter Nickelgehalt weist auf eine von der vorhergehenden Phase differierende Kobaltmineralquelle Angelini 2011, 20; ob die Perlengruppen auch analytisch bezüglich der Kobalt-Quelle zu differenzieren sind, wird nicht dargelegt und könnte nur mit der Publikation der Perlen mitsamt den Analyseergebnissen beurteilt werden.

139 Zuletzt auch Bellintani 2014b, 21; Bellintani 2014a, 120, 126; Bettel-

li 2015, 214–215. Zu den offensichtlichen Importen gehören neben der mykenischen Keramik Rohstoffe wie Elfenbein und Straußeneier; die Verarbeitung von Gold und Bernstein aber weist die Region als ‚Drehscheibe‘ aus, mit Kontakten in viele Richtungen, zu denen auch inneritalische gehören.

140 Siehe beispielsweise die Überlegungen von F. Radina und G. Recchia (Radina und Recchia 2006, 1555–1557).

141 S. o. und Radina und Recchia 2006, 1560–1561; Vagnetti 2006.

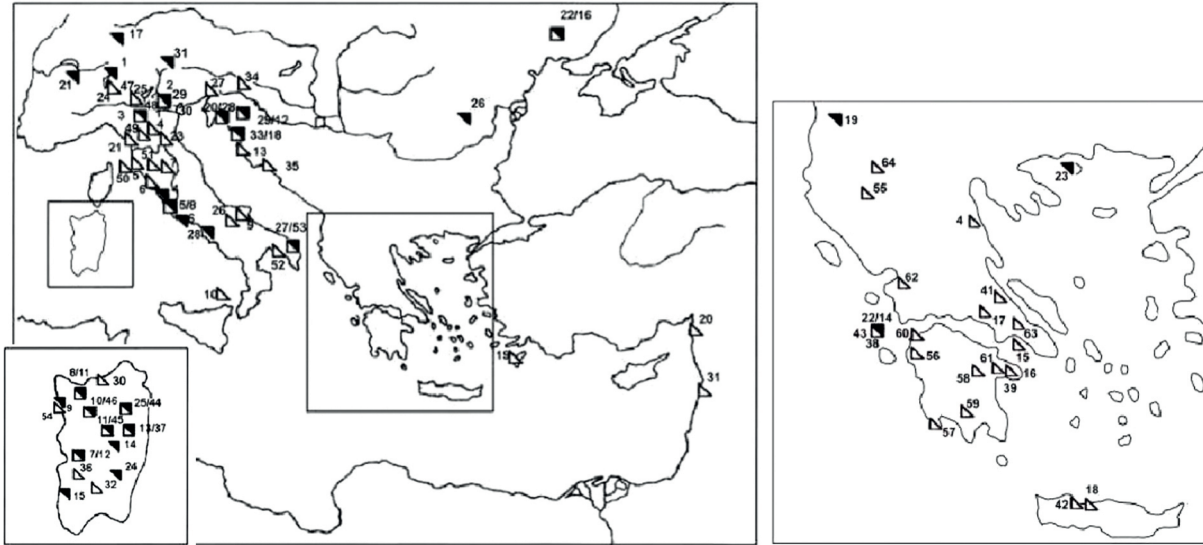


Abb. 13 Verbreitung der Bernsteinperlen der Typen Tiryns (Dreiecke) und Allumiere (gefüllte Dreiecke). Fundortliste siehe Negroni Catacchio 2014.

Auftreten von mykenischer (mykenisch inspirierter) Keramik muss nicht ein Zeichen für persönliche Anwesenheit mykenischer Händler oder Handwerker sein, sondern kann auf Austauschsysteme entlang der Adriaküste zurückgeführt werden. Offensichtlich hat jedoch eine Verbindung – direkt oder indirekt – des spätmykenischen Griechenlands in diese Region bestanden, wie die Keramik und Bernstein- sowie Glasfunde in Griechenland zeigen. Entsprechend mykenischer Kontakte werden auch direkte zyprische Kontakte über den Adriaseeweg angeführt, die zur Entwicklung der Region zu einem Produktions- und Handelszentrum geführt hätten. Als Kontaktfunde sind die knöchernen (auch ‚elfenbeinernen‘) Käämme zu nennen, von denen allein fünf aus einem Hortfund in Frattesina stammen.¹⁴² Bisher wenig untersucht scheinen die Kontaktbelege zur östlichen Adriaküste und dem Balkan zu sein;¹⁴³ vom gegenüberliegenden Festland sind jedoch signifikante Bernsteinperlen überliefert (siehe Abb. 13) und die Verbindungen während der Früheisenzeit werden im Material deutlich.

Der Beginn der Glasperlenproduktion in Frattesina wird einerseits mit mykenischem Einfluss in Verbindung gebracht,¹⁴⁴ andererseits aber auch auf die abbre-

chende ‚Versorgung‘ mit Glas aufgrund des Zusammenbruchs der mykenischen Paläste zurückgeführt.¹⁴⁵ Betrachtet man jedoch die ca. 100 Glasperlen aus den wenigen mittel- und spätbronzezeitlichen Fundorten Norditaliens,¹⁴⁶ lässt sich der Beginn der lokalen Produktion nur schwer mit einem gefühlten Mangel erklären. Wahrscheinlicher scheint mir, dass durch zuvor gemachte Erfahrung mit dem Werkstoff und einem Eigeninteresse es zu dieser regelrechten Industrie kam. Der typologische Zusammenhang mit den kurz zuvor, in der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts v. Chr. auftretenden, fadenverzierten HMBG-Perlen ist bedenkenswert, wenn auch nicht bis ins Letzte geklärt, da die Herstellung auf italischem Boden nur vermutet ist (siehe oben). P. Bellintani sieht das Auftreten der Fadenverzierung selbst nur bedingt in Zusammenhang mit mykenischen Einflüssen, vielmehr in levantinischen und zwar durch direkte Vermittlung von Handwerkern, die auf der Suche nach Handelsprodukten den oberen Adriaraum befuhren.¹⁴⁷ Dass die spezifische Form der spiral-verzierten Tönnchen schon älter als endbronzezeitlich (*Bronzo Finale*) und nicht auf die Zeit der Pfahlbausiedlungen und Frattesinas beschränkt ist, deuten eine Tönnchenperle der Nekropole Franzine

142 Bellintani 2014a, 121–122; Bettelli 2015, 220 Abb. 6.5–8.

143 Kürzlich zu spätbronzezeitlichen Glasperlen: Blečić Kavur und Kavur 2015.

144 Rahmstorf 2005, 669; Gambacurta in Towle, Henderson u. a. 2001, 13; „Imitation“ ägäischer Produkte beim Zusammenbruch der Paläste.

145 Zum Beispiel Henderson u. a. 2015, 1.

146 Bellintani, Angelini u. a. 2006, 506; Bellintani 2014b, 20; 56 Stück allein aus einem Grab von Alba, Cuneo bei Turin.

147 Bellintani 2014b, 21; s. o. Bellintani 2013, 788–789; hier werden die Ringaugenperlen, die ebenfalls von der Levante bekannt sind, als Indiz aufgeführt.

und eine aus Sardinien aus HM-Glas sowie der Befund des Wrackes von Kap Gelidonya an.¹⁴⁸

Die Menge und Qualität der mykenischen Keramik der Poebene¹⁴⁹ kann hier nicht beurteilt werden, aber im Vergleich zu Süditalien, wo sie bereits im 16./15. Jahrhundert v. Chr. nachgewiesen ist und aus Apulien ganze Gefäße überliefert sind, scheint sie gering und tritt gesichert erst mit LHIII/C auf.¹⁵⁰ Die Bernsteinperlen der Typen Allumiere und Tiryns, die für die längste Zeit für Rückimporte mykenischer Fertigprodukte des zuvor nach Griechenland verbrachten nordischen Rohstoffs angesehen wurden,¹⁵¹ scheinen mit dem archäologischen Nachweis der Bernsteinverarbeitung unweit Frattesinas, in Campestrin des 13. und 12. Jahrhunderts v. Chr. (siehe oben), im Gegenteil italischer Natur zu sein. Die Verbreitung der ‚Tirynsperlen‘ in Italien reicht bis nach Sardinien, Coppa Nevigata in Apulien und Lipari (Abb. 13), in Griechenland sind sie gut belegt, bis nach Kreta und Rhodos.¹⁵² Die Verbreitung der (jüngeren?)¹⁵³ Perlen des Typs Allumiere differiert deutlich, sie reichen in Griechenland (bisher) nicht über Kephallonia und Thasos hinaus. Fundorte auf dem Balkan werden von M. Cultraro als Hinweis für einen Landweg gedeutet.¹⁵⁴

Ist das Begehren nach Bernstein und der offensichtliche Prestigewert der Perlen seit frühmykenischer Zeit auch nachgewiesen,¹⁵⁵ ist m. E. nicht davon auszugehen, dass mykenische Händler der Nachpalastzeit selbst die Adria hinauf fuhren, um an dieses Material zu gelangen, da sie es ja von den seit Jahrzehnten bekannten Tauschpartnern aus Süditalien beziehen konnten; zumal

auch die Vorstellung, dass ägäische Händler wegen des Kupfers beziehungsweise der Bronzewaffen NO-Italien ansteuerten, durch die jüngsten Isotopenuntersuchungen an Bronzen unwahrscheinlich wird (siehe oben). Die Bernsteinperlen und andere Objekte italischer Provenienz können sämtlich über die südlichen Küstenorte wie Coppa Nevigata, Scoglio del Tonno, Rocavecchia u. ä. in die Ägäis vermittelt worden sein. Die postpalatialen italischen Importe in Griechenland könnten als Indiz für einen Handel unabhängig von einer Palastverwaltung gedeutet werden, basierend auf Interessen vieler Einzelpersonen in allen beteiligten Regionen. Es ist also vielleicht, statt mit ausgesandten Handelsschiffen, mit kleinteiligen, vielschichtigen Kontakten zu rechnen, die über viele Etappen, eventuell auch über Landwege den Austausch des Materials ermöglichten. Darüber hinaus wird mit der Präsenz von Personen italischer oder balkanischer Herkunft in Griechenland gerechnet, die als Kriegerelite oder Handwerker in die palastzeitliche und noch verstärkt in die postpalatiale Gesellschaft integriert wurden.¹⁵⁶

Dass das nachpalastzeitliche und submykenische Griechenland von den Kontakten nach Italien auch das Glas betreffend profitierte, zeigt der Nachweis von LMHK-Perlen in Elateia-Alonaki (Phokis, ca. 20 km nordwestlich von Orchomenos) und von der Insel Thasos in der nördlichen Ägäis (vgl. Abb. 11). Beides sind Fundorte, von denen je eine Bernsteinperle des Typs Allumiere beziehungsweise Tiryns stammen.¹⁵⁷ Ob der Untergang der mykenischen Palaststrukturen zur Glasperlenproduktion in Frattesina führte, kann augenblick-

148 Siehe Anm. 94; Tönnchenperle mit weißer Spirale aus Sardinien, Villa San Pietro, Perda 'e Accutzai: Bellintani und Usai 2012, 1124, 1126 Abb. 1.10; kürzlich Henderson u. a. 2015, 2. In dieser Diskussion findet oft das zweite bronzezeitliche Wrack vor der türkischen Küste Erwähnung, Kap Gelidonya, in das späte 13. Jahrhundert v. Chr. datierend, das eine große Menge von fadenverzierten Tönnchenperlen an Bord führte, auf die bereits Th. E. Haevernick hinwies (Haevernick 1978, 148). Solange diese nicht vorgelegt sind, kann ihre mögliche Rolle in der Vermittlung von fadenverzierten Perlen von Ost nach West nur angedacht werden.

149 Naturwissenschaftlichen Analysen nach, scheint in Frattesina neben sicher lokal hergestellter italo-mykenischer Keramik (Jones u. a. 2014, 213) auch LH IIC-Keramik der Peloponnes oder aus dem westlichen Griechenland überliefert zu sein (Cultraro 2006, 1549; Jones u. a. 2014, 263).

150 Ähnlich: Eder und Jung 2005, 490; Jung und Mehofer 2013, 180; s. jetzt Jones u. a. 2014, 15–16, 409–413 Tab. 6.2 Abb. 6.2a, 6.3.

151 Negroni Catacchio 1984, 72; Negroni Catacchio, Massari und Raposo 2006, 1463; dagegen aus typologischen Überlegungen heraus be-

reits Cultraro 2006, 1536–1537.

152 Negroni Catacchio, Massari und Raposo 2006, 1459–1463, Abb. 7; Negroni Catacchio 2014, Abb. 1 und Fundliste.

153 Vgl. Cultraro 2006, 1543, der die griechischen Fundkomplexe mit Datierung auflistet. Evtl. ist die Produktion der Allumiere-Perlen Frattesina zuzuschreiben, das Campestrin zeitlich ablöste (Negroni Catacchio 2014, 6; Bellintani, Salzani u. a. 2015, 424 Anm. 14).

154 Cultraro 2006, 1549.

155 Maran 2013.

156 Cultraro 2006, 1546, 1550; Maran 2013, 159–160; eine nachpalastzeitliche Intensivierung der Kontakte sei durch eine nun ähnlichere soziale und politische Struktur zu erklären: Eder und Jung 2005, 486, 491–494; Jung und Mehofer 2013, 184–185.

157 Henderson 1992; Nikita und Henderson 2006; Nikita, Henderson und Nightingale 2009, bes. 43; Fragment einer Bernsteinperle von Thasos, wohl des Typs Allumiere angehörig: Cultraro 2006, 1541, 1544 Abb. 3.3; Negroni Catacchio, Massari und Raposo 2006, Karte Abb. 7.23 (Thasos), 7.40 (Elateia).

lich nicht geklärt werden; er führte aber nachweislich in Griechenland zu Interesse an den ‚europäischen‘ Glasperlen – wohl aus Frattesina –, die inzwischen auch in Süditalien (Rocavecchia, Trebisacce, Lipari und Torre Castelluccia) belegt sind.¹⁵⁸

Fazit

Frattesina mit der östlichen Poebene ist die einzige Region, in der prähistorische Glasperlenmanufaktur und vielleicht auch Rohglasproduktion archäologisch nachgewiesen sind. Aufgrund einer spezifischen Glassorte (LMHK) und der diagnostischen ‚Pfahlbauperlen‘ ist der Zusammenhang mit mitteleuropäischen Funden gesichert, wenn auch ein direkter Import aus Norditalien im Einzelfall zu prüfen ist. Der einmalige und intensive Nachweis der Glasperlenherstellung in Frattesina sollte nicht darüber hinwegtäuschen, dass weitere Orte der Herstellung zur Spätbronzezeit nicht auszuschließen sind. Nicht alle LMHK-Perlen nördlich der Alpen müssen notwendigerweise von dort bezogen worden sein – zumal nicht geklärt ist, ob LMHK-Rohglas dort und/oder an weiteren Orten produziert wurde und auch dieses chemisch nicht einheitlich ist.

Die Perlen- und vielleicht Glasproduktion in Frattesina spätestens ab ca. 1100 v. Chr. werden aufgrund der Keramik mykenischen Stils, importierter Rohstoffe und der Funde der Bernsteinperlen vom Typ Tiryns und Alumiere auf Kontakte in die Ägäis respektive das mykenische Griechenland zurückgeführt, die sich eventuell bereits zur Spätbronzezeit in den braunen HMBG-Perlen zeigen. Funde von Pfahlbauperlen wie Tönnchen und eine Noppenperle sowie der Nachweis von LMHK-Glas in spät- und submykenischen Nekropolen von Thasos und Elateia belegen nicht zusätzlich nur die bestehende Beziehung zwischen Norditalien und der Ägäis, sondern zeigen das Glas betreffend eine Umkehrung der Verhältnisse: Nach dem Zusammenbruch der Paläste und der ausfallenden Versorgung von Glas aus den ostägäischen Verbindungen, bezieht man in Griechenland das ‚exotische‘ Material aus dem Westen.

4 Ausblick: die frühe Eisenzeit

Mit dem Abbrechen der Siedlung und der Glasperlenproduktion in Frattesina am Beginn der Früheisenzeit mit dem 10./9. Jahrhundert v. Chr.¹⁵⁹ entstehen völlig veränderte Verhältnisse. Glasperlen treten viel seltener in den Gräbern der frühen Villanovazeit auf, Formen und Farben sind völlig andere und erste chemische Untersuchungen an Perlen des 8. und 7. Jahrhunderts belegen den Abbruch der LMHK-Glas-Tradition. Einige wenige Befunde heben sich von dem üblichen Bild ab und lassen vermuten, dass durchaus Glasperlen zur Verfügung standen, diese aber nur selten in die Gräber gelangten. Hier sind zwei Gräber aus Etrurien zu erwähnen – ein Mädchengrab aus Tarquinia und das Grab „der Sardischen Bronzen“ aus Vulci.¹⁶⁰ Im Laufe des 8. Jahrhunderts v. Chr. nehmen dann Anzahl und Form von Glasperlen zu, um im letzten Viertel desselben Jahrhunderts, mit dem Beginn des Orientalizzante eine breite Palette an Farben¹⁶¹ und mehrere gut bekannte fadenverzierte Formen, wie vor allem Ringaugenperlen, zu umfassen.¹⁶² Um die Wende zum folgenden Jahrhundert treten nahezu durchsichtige Glassorten auf, die Parallelen beispielsweise auf Rhodos haben.¹⁶³ In dieselbe Zeit gehören die Vogelperlen, die ebenfalls Parallelen in der Ägäis und besonders auf Rhodos finden.¹⁶⁴ Glasfunde wie die ‚Glasbügelfibeln‘ zeigen Kontakte in den östlichen Adriaum und bis nach Österreich und Polen auf.¹⁶⁵ Spätestens mit dem Orientalizzante, ab dem letzten Drittel des 8. Jahrhunderts v. Chr. ist also (wieder oder immer noch?) mit weitreichenden Beziehungen, auch in die Ägäis zu rechnen, die sich wiederum anhand von Glasobjekten aufzeigen lassen.

4.1 Die Chemie der früheisenzeitlichen Gläser

Bisher sind erst wenige Komplexe an Glasperlen des 9. bis 8. Jahrhunderts v. Chr. untersucht, für das 7. Jahrhundert liegen mehr Ergebnisse vor. Deutlich wird die Diskontinuität zur Endbronzezeit in Gläsern, die dem

158 Conte, Matarese, Vezzalini u. a. 2018, (25) Tab. 2.

159 Zu chronologischen Problemen der Frühen Eisenzeit in Italien s. zusammenfassend Koch 2011, 38–43.

160 Koch 2011, 53–55 mit Abb. 30, 57–59 mit Abb. 32.

161 Polla u. a. 2011, 139–140.

162 Siehe beispielsweise Vejji: Koch 2011, 151–155 mit Abb. 82.

163 Spaer 2002.

164 Koch 2010b; Koch 2011, 77–85. Zu ergänzen sind zwei Vogelperlen aus Verucchio (Rimini; Koch 2018) und Georgien (Papuashvili 2012, 75 mit Abb. 6); diesen Hinweis verdanke ich Tobias Mörtz, Berlin.

165 Koch 2010a.

jüngeren LMG (natronbasierten Glas) nahekommen.¹⁶⁶ LMHK und HMG wurden bis auf wenige Ausnahmen, die als Weiter- oder Wiederverwendung alter Perlen zu interpretieren sind, nicht mehr identifiziert.¹⁶⁷ In der Perlentypologie ist der Wechsel ebenso deutlich, denn die Tönnchen- und Noppenperlen treten nicht mehr auf, lediglich unspezifische Ringperlen. Leider liegen die bisher durchgeführten Analysen des früheisenzeitlichen Materials bis auf wenige Ausnahmen¹⁶⁸ nicht erschöpfend publiziert vor. Die Datenreihen und vor allem die Vorlage der analysierten Glasperlen fehlen. Analysen von Material aus Sardinien, Sizilien¹⁶⁹ und Verucchio (Rimini)¹⁷⁰ sind noch gar nicht publiziert. Aus den gegebenen Informationen werden einige Neuerungen ersichtlich: mit Blei gefärbte Gläser wie opak-gelb und weiß treten nun zum ersten Mal auf.¹⁷¹ Blei scheint auch als stabilisierendes Element beigegeben worden zu sein, es kommt in einigen Perlen in hohen Konzentrationen vor.¹⁷² Ein anderes Metall ist ebenfalls in hohen Konzentrationen zu finden, nämlich Eisen. Enthalten manche schwarzen Gläser 1–2 % Fe_2O_3 zur Färbung, sind in anderen 5–15 % Eisenoxid zu finden.¹⁷³ Es treten also regelrechte Eisen- und Bleigläser auf, neben Sorten deren Verhältnis von MgO zu K_2O oder Na_2O zu CaO in keines der bekannten Cluster von HM-, LMHK- und LM-Gläsern passt. Interessant ist eine Mangan-violette Perle aus Ca' Morta (Golasecca-Kultur) des 8. Jahrhunderts v. Chr., die zwischen allen chemischen Gruppen

steht.¹⁷⁴

Glassorten, die in der frühen Eisenzeit Verwendung fanden, können nicht mehr nur an den Oxiden der hauptsächlich vorhandenen Elementen Na, K, Mg, Si, Ca und Al gruppiert werden.¹⁷⁵ Das gesamte früheisenzeitliche Material muss nach archäologischen Fragestellungen anhand seiner chronologischen und typologischen Gliederung in großen Reihen untersucht und eine neue Systematik der Chemie gefunden werden. Früheisenzeitliche Gläser in die bekannten bronzezeitlichen und späteisenzeitlichen Glassorten gruppieren zu wollen ist sinnlos.¹⁷⁶ Nur in Kombination von Perlentypologie, Glaseigenschaften, chemischen Gruppen und chronologischer sowie chorologischer Untersuchungen lassen sich Rückschlüsse auf die Herkunft einzelner Objekte ziehen. Es ist gut denkbar, dass Glasperlenwerkstätten jeweils auf bestimmte Perlensorten (und Glassorten) spezialisiert beziehungsweise beschränkt waren – oder wiederum versuchten, fremde Perlenformen nachzuarbeiten. Beispielsweise treten schwarze kugelige Perlen mit weißer und roter Fleckenverzierung selten, aber weit gestreut auf; die chemische Untersuchung ihrer Gläser im Vergleich mit gleichen Stücken aus anderen Regionen Europas¹⁷⁷ könnte Rückschlüsse auf Import oder Nachahmung zulassen.

Die Gläser des 7. Jahrhunderts v. Chr. sind viel eher als typische LM-Gläser zu identifizieren, wenn auch hier mit einiger Variabilität gerechnet werden muss.¹⁷⁸ Ein

166 Sie unterscheiden sich jedoch beispielsweise durch einen niedrigeren Ca-Gehalt (Polla u. a. 2011, 142).

167 Drei Cu-blaue Ringperlen des 9. Jahrhunderts v. Chr. der Golasecca-Cultur wurden als LMHK-Gläser identifiziert (Angelini, Nicola, Artioli u. a. 2011, 26–27). Eine typisch endbronzezeitliche Noppenperle kam in einem Grab in Verucchio zutage (Koch 2011, 50 Taf. 1.4).

168 Mit einem Schwerpunkt auf schwarzen Gläsern: Conte, Henderson u. a. 2016 und Conte, Matarese, Vezzalini u. a. 2018 leider ohne Abbildung des untersuchten Materials.

169 Angelini 2011, 17.

170 2012 wurde in Zusammenarbeit mit der Soprintendenza Bologna und innerhalb des Projektes PRIN (Anm. 21) Perlen verschiedener Typologie aus den Phasen IV und V von Verucchio ausgewählt und durch I. Angelini und Mitarbeiter untersucht.

171 Angelini, Nicola, Artioli u. a. 2011, 31; Angelini 2011, 21 verzeichnet das früheste Auftreten gelben, durch Bleiantimonat gefärbten Glases mit dem Ende des 7. Jahrhunderts v. Chr., die ersten gelben Dekorgläser datieren jedoch bereits in die zweite Hälfte des 8. Jahrhunderts, sind jedoch nicht analysiert.

172 Polla u. a. 2011, 143 (blaue, opake Gläser); Angelini, Nicola, Artioli u. a. 2011, 30 mit Abb. 3; Angelini 2011, 21.

173 Angelini, Nicola, Artioli u. a. 2011, Abb. 2; Polla u. a. 2011, 144; unpublizierte Analysen Verucchio. Vgl. die Ergebnisse für schwarze,

eisenzeitliche Perlen Griechenlands von A. Towle (Towle 2002; Koch 2013); Conte, Henderson u. a. 2016; Conte, Matarese, Vezzalini u. a. 2018; die jüngste Studie konnte hier nicht mehr umfänglich eingearbeitet werden.

174 Angelini, Nicola, Artioli u. a. 2011, 28 mit Abb. 1; in den Diagrammen zu Fe, Pb, Ca und Na tritt sie leider nicht auf und die Daten sind wie erwähnt nicht beigegeben, was einen Vergleich beispielsweise mit Daten aus der Ägäis unmöglich macht.

175 Polla u. a. 2011, 141–142 mit Abb. 1.

176 A. Polla et al. (Polla u. a. 2011, 142) beispielsweise beschreiben eine Gruppe anhand des Kalium-Magnesium-Diagramms als „HMG with low K_2O “; diese Gruppe enthält deutlich unter 0,5 % K_2O und ist damit – ganz abgesehen von den übrigen aufgezählten Divergenzen zu dem bronzezeitlichen Pflanzenaschenglas – ganz einfach *kein* HMG. Ein ähnliches Problem bereits bei Lorenz 2006, wo Perlen zur Gruppe der HMG und LMG gerechnet werden, obwohl sie zwischen 8–15 % Eisenoxid enthalten (dazu Koch 2013).

177 Eine schwarze Perle mit roten und weißen Tupfen ist beispielsweise aus der mykenischen Burg von Midea überliefert: Demakopoulou 2015, 193–195 mit Abb. 16.

178 Angelini, Nicola, Artioli u. a. 2011, 27–28 mit Abb. 1; Angelini 2011, 21; Gläser des 7. Jahrhunderts v. Chr. bei Towle und Henderson 2007,



Abb. 14 Perle einer sogenannten Glasbügelfibel, die zur Verzierung auf den Bügel aufgeschoben wurde; die eigentliche Fibel aus Bronzedraht fehlt. Die Verzierung besteht aus einem weißen und gelben Fischgrätenmuster, der gelbe Faden ist ausgefallen. Verucchio (Rimini), Nekropole Lippi, Grab 1972/13.

Vergleich mit den kürzlich publizierten Daten von HaC-zeitlichen Perlen aus Polen steht noch aus.

4.2 Perlenformen der Villanovazeit

Zu den wenigen frühen, öfter auftretenden Perlensorten gehören kleine, unregelmäßige ring- bis tönnechenförmige schwarze Perlen.¹⁷⁹ Auch weitere, größere, gedrückt-kugelige Perlenformen sind von schwarzer Grundfarbe und tragen eine Fadenverzierung in Form von Ringaugen, einfacher Umwicklung oder den erwähnten roten und weißen eingeschmolzenen Flecken. Feine blaue Ringperlen, die auch die Bügel von Fibeln verzieren können, sind ebenfalls ab dem 9. Jahrhundert v. Chr. des Villanova I zu verzeichnen.¹⁸⁰ Der Fundort Osteria dell'Osa in Latium hat eine Reihe unterschiedlicher, zum Teil außergewöhnlicher Perlenfunde geliefert.¹⁸¹ Schon bald im 8. Jahrhundert scheinen gelbe Ringperlen aufzutreten, die im 7. Jahrhundert als feine Ringchen von ca. 0,2 cm Fortsetzung finden. Zu den frühen ‚standardisierten‘ Formen des 8. Jahrhunderts v. Chr. gehören kugelige, blau-weiße Augenperlen von 0,5–0,8 cm Durchmesser.¹⁸² Der Nachweis von LMHK-Perlen im

9. Jahrhundert v. Chr. der Golasecca-Kultur und kleine Tönnechen in den erwähnten Gräbern von Tarquinia und Vulci lassen eine Wiederverwendung der endbronzezeitlichen Perlen vermuten. Eine nähere Beurteilung ist allerdings nur durch persönliche Anschauung möglich. Im 7. Jahrhundert v. Chr. werden Perlen häufiger, die aus einem schwach gefärbten Glas hergestellt sind. Sie bleiben unverziert, sind von kugelige Form und können bis zu 2–3 cm Durchmesser erreichen.¹⁸³ Auch nahezu farblose Perlen treten auf, in denen vielleicht eine ‚Nachahmung‘ von klaren Bergkristallperlen zu sehen ist, die ebenfalls in die Gräber beigegeben wurden. Es sind nun zusätzlich ganz andere Objekte aus Glas zu verzeichnen, wie kleine Gefäße, die auch in Italien selbst hergestellt sein konnten (Stachelfläschchen).¹⁸⁴ Unter diesen Objekten sticht eine Fibelform hervor, die mit einer eigens hergestellten großen Glasperle auf dem Bügel verziert ist, die die Form der in Bronze gut bekannten ‚Sanguisuga‘-Fibeln aufnimmt (Abb. 14). Diese großen Perlen sind mithilfe eines gesinterten Kerns geformt und zeigen technische Bezüge zu einer großen Perlensorte, die aus Slowenien und Kroatien überliefert und auch in Norditalien bekannt ist (‚Kompoljeperlen‘).¹⁸⁵ Andere Stücke sind wohl sichere Importe, wie die blaue Glasblüte aus einem Grab in Bologna.¹⁸⁶

4.3 Verucchio (Rimini)

Südlich von Frattesina, ca. 150 km Luftlinie, im Marecchia-Tal im Hinterland von Rimini liegt der Fundort Verucchio. Wie in der ganzen Region der Emilia-Romagna werden dort aktuell noch villanovazeitliche Nekropolen ergraben, die häufig Glasobjekte liefern.¹⁸⁷ Aufgrund der Menge und der Variabilität könnte an ein ‚Erbe‘ Frattesinas, zumindest an eine lokale Glasverarbeitung in dieser Region gedacht werden. Die Glasperlen Verucchios sind der erste villanovazeitliche Komplex, der nahezu vollständig untersucht und typologisch

56 Tab. 4.

179 Koch 2011, 55 (Cerveteri). Als ‚weiß‘ beschriebene Perlen derselben Zeit sind möglicherweise aus Fayence oder Knochen.

180 Meconcelli Notarianni und Ferrari 1998, 16 mit Abb. 1 und 3; Koch 2011, 45–46 mit Abb. 23.1.

181 Bietti Sestieri 1992, Taf. 46; Leonie Carola Koch. „Die schwarzen Perlen in Osteria dell'Osa (Rom, Italien) – Ein Beitrag zu den ersten Glasperlen der frühen Eisenzeit in Latium.“ *Bericht der Römisch-Germanischen Kommission*, im Druck.

182 Meconcelli Notarianni und Ferrari 1998, 19 mit Abb. 62.

183 Koch 2011, Farbt. 1.2.

184 Koch 2011, 114–119 mit Literatur.

185 Koch 2009; Koch 2010a, 52–55. Kompoljeperlen: Koch 2011, 75 mit Abb. 42.1.

186 Meconcelli Notarianni und Ferrari 1998, 20 Abb. 77; Koch 2011, 87 mit Abb. 49.1.

187 Zuletzt: von Eles u. a. 2015.

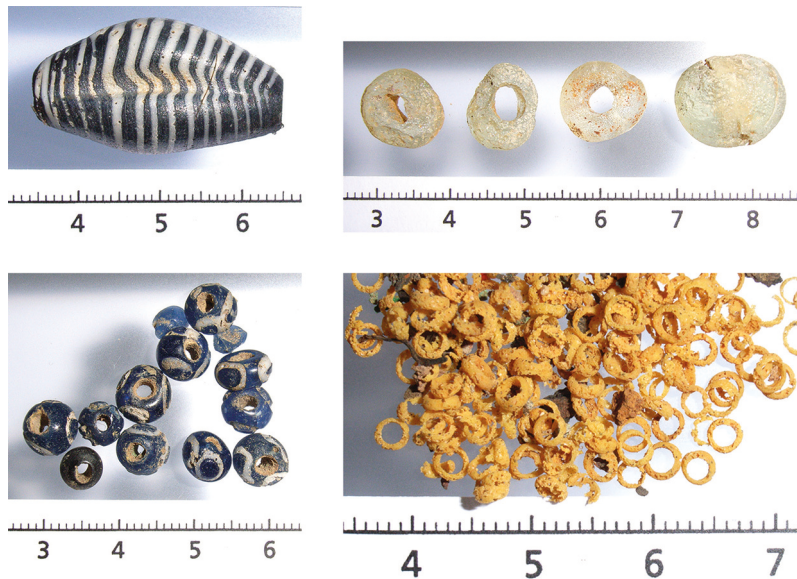


Abb. 15 Glasperlen aus den Nekropolen Verucchios (Rimini). Zu den häufigen Formen gehören blau-weiße Ringaugenperlen sowie kleine dunkelblaue und gelbe Ringchen. Selten sind schwarze mandelförmige Perlen mit einer feinen weißen Fadenwicklung. Ungefärbtes, nahezu farbloses klares Glas tritt erst im Laufe des 7. Jahrhunderts v. Chr. in Verucchio auf (die Perlen sind durch die Hitzeeinwirkung bei der Brandbestattung verformt).

gegliedert werden konnte,¹⁸⁸ die Publikation der chemischen Analysen steht noch aus. Die Perlenformen weisen ab der Phase Verucchio III eine bemerkenswerte Palette auf und zeichnen sich beispielsweise durch besonders fein gearbeitete schwarz-weiße Perlen aus (Abb. 15). Neben transluzenten Perlen in verschiedenen Farbgebungen liegen dunkle opake Perlen mit gelber Wellenband- oder Würfelaugenverzierung vor, die eine in sich geschlossene (lokale?) Produktion darstellen. Einige Perlensorten finden Parallelen in Polen, ob sie aus derselben Herstellung stammen, ist zu prüfen. Die hervorragende Dokumentation der Grabungen in jüngster Zeit lässt viele Aussagen zur Verwendung von Glasperlen innerhalb des Bestattungsritus' der Brandgräber von Verucchio zu. So wurden beispielsweise waffentragende Männer mit perlenbestickten Gewändern verbrannt. Glasperlenketten und mit Glas verzierte Fibeln schmückten nicht nur die Toten auf dem Scheiterhaufen, sondern auch die Urnen, in denen diese beigesetzt wurden.¹⁸⁹

4.4 Aussicht

Die Glasfunde der Villanovazeit sind noch kaum archäologisch untersucht¹⁹⁰ und stehen, wie die Perlen des Orientalizzante, im Zentrum meines eigenen Projektes. Eine erste Einsicht in das Perlenmaterial etruskischer und picenischer Fundorte zeigt sowohl überregional vorkommende Formen als auch lokale Eigenheiten. Eine detaillierte Erforschung aller einzelnen Perlenklassen ist geboten. Über Herstellungsorte, Herkunft des Rohglases und mögliche Handelswege von Glasobjekten in den frühen Jahrhunderten des 1. Jahrtausends v. Chr. ist so gut wie nichts bekannt. Aber nicht nur neue Kenntnisse zu Verbindungen in andere Länder oder Handelskontakten sind von diesem archäologischen Material der besonderen Art zu erwarten, sondern Glasperlen bieten auch die Gelegenheit, Aussagen zum Habitus der villanovazeitlichen Bevölkerung, ihrem Ausdruck von sozialem Prestige und Distinktion oder allgemein der Grabsitten zu treffen.

¹⁸⁸ Koch 2015.

¹⁸⁹ Koch 2008, 501–504.

¹⁹⁰ Ausnahmen existieren für das Picenum (Bracci 2007) und Este (Gambacurta 1987).

Bibliographie

Angelini 2011

Ivana Angelini. „Archaeometry of Bronze Age and Early Iron Age Italian Vitreous Materials: A Review“. In *Proceedings of the 37th International Symposium on Archaeometry 12th–16th May 2008, Siena, Italy*. Hrsg. von I. Turbanti-Memmi. Heidelberg: Springer, 2011, 17–23.

Angelini 2014

Ivana Angelini. „Analisi dei materiali vetrosi“. In *Roccola (Farnese, VT). La necropoli con tombe a camera del Bronzo Medio. Contributi di Ivana Angelini, Rita Vargiu e Piera Santoro. With an Abstract in English*. Hrsg. von N. Negroni Catacchio, M. Aspesi, Ch. Metta und G. Pasquini. Ricerche e scavi del Centro Studi di Preistoria e Archeologia 1. Mailand: Onlus, 2014, 74–89.

Angelini, Angle u. a. 2006

Ivana Angelini, Micaela Angle, Gilberto Artioli, Paolo Bellintani, Francesca Lugli, Nicoletta Martinelli, Angela Polla, Antonio Tagliacozzo und Annalisa Zarattini. „Il Villaggio delle Macine (Castelgandolfo, Roma)“. In *Lazio & Sabina. Atti del Convegno. Terzo incontro di Studi sul Lazio e la Sabina, Roma 18–20 novembre 2004*. Hrsg. von G. Giuseppina. Rom: De Luca, 2006, 157–168.

Angelini, Artioli, Bellintani, Diella, Gemmi u. a. 2004

Ivana Angelini, Gilberto Artioli, Paolo Bellintani, Valeria Diella, Mauro Gemmi, Angela Polla und Antonella Rossi. „Chemical Analyses of Bronze Age Glasses from Frattesina di Rovigo, Northern Italy“. *Journal of Archaeological Science* 31 (2004), 1175–1184.

Angelini, Artioli, Bellintani, Diella, Polla, Recchia u. a. 2003

Ivana Angelini, Gilberto Artioli, Paolo Bellintani, Valeria Diella, Angela Polla, Giulia Recchia und Giovanna Residori. „Materiali vetrosi da Grotta Manaccora e Coppa Nevigata: inquadramento archeologico e archeometrico nell’ambito dell’Età del Bronzo Italiana“. In *Atti del Secondo Convegno Multidisciplinare ‘Il vetro in Italia meridionale e insulare’, Napoli 5–7 Dicembre 2001*. Hrsg. von C. Piccioli und F. Sogliani. Neapel: Zaccaria, 2003, 127–138.

Angelini, Artioli, Bellintani, Diella, Polla und Residori 2002

Ivana Angelini, Gilberto Artioli, Paolo Bellintani, Valeria Diella, Angela Polla und Giovanna Residori. „Project ‘Glass materials in the protohistory of North Italy’: a first summary“. In *Atti del II Congresso Nazionale di Archeometria. Bologna, 29 gennaio–1 febbraio 2002*. Hrsg. von C. D’Amico. Bologna: Patron, 2002, 581–595.

Angelini, Artioli, Bellintani und Polla 2005

Ivana Angelini, Gilberto Artioli, Paolo Bellintani und Angela Polla. „Protohistoric Vitreous Materials of Italy: From Early Faience to Final Bronze Age Glass“. In *Annales du 16e Congrès de l’Association Internationale pour l’Histoire du Verre, London 2003*. Hrsg. von International Association for the History of Glass. Nottingham: Association Internationale pour l’Histoire du Verre, 2005, 32–36.

Angelini, Artioli, Polla u. a. 2006

Ivana Angelini, Gilberto Artioli, Angela Polla und Raffaele C. De Marinis. „Early Bronze Age Faience from North Italy and Slovakia: a Comparative Archaeometric Study“. In *34th International Symposium on Archaeometry. 3–7 May 2004 Zaragoza, Spain*. Hrsg. von M. J. Aitken und M. S. Tite. Saragossa: Excma, 2006, 371–378.

Angelini, Cupitò u. a. 2010

Ivana Angelini, Michele Cupitò, Cinzia Bettineschi, Giovanni Leonardi und Gianmario Molin. „Cronologia di vetri protostorici veneti mediante indagini archeometriche“. In *Atti del Convegno ‘Riflessioni e trasparenze. Diagnosi e Conservazione di Opere e Manufatti Vetrosi’ (Ravenna, 24–26 febbraio 2009) dell’Associazione Nazionale di Archeometria*. Hrsg. von V. Mariangela. Bologna: Patron, 2010, 71–86.

Angelini, Nicola und Artioli 2012

Ivana Angelini, C. Nicola und Gilberto Artioli. „Materiali vetrosi protostorici della Sardegna: indagini archeometriche e confronto analitico con reperti coevi“. In *Atti della XLIV Riunione Scientifica. La Preistoria e la Protostoria della Sardegna, Cagliari, Barumini, Sassari 23–28 novembre 2009. Vol. III – Comunicazioni*. Hrsg. von Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria. Florenz und Ortacesus (CA): Nuove Grafiche Puddu, 2012, 1131–1150.

Angelini, Nicola, Artioli u. a. 2011

Ivana Angelini, C. Nicola, Gilberto Artioli, Raffaele De Marinis, M. Rapi und Marina Uboldi. „Chemical, Mineralogical and Textural Characterisation of Early Iron Age Vitreous Materials from the Golasecca Culture (Northern Italy)“. In *Proceedings of the 37th International Symposium on Archaeometry 12th–16th May 2008, Siena, Italy*. Hrsg. von I. Turbanti-Memmi. Heidelberg: Springer, 2011, 25–32.

Angelini, Polla und Artioli 2007

Ivana Angelini, Angela Polla und Gilberto Artioli. „Archaeometric Investigation of Ornamental Faience Beads from Lavagnone (BS)“. *Notizie Archeologiche Bergomensi* 10 (2007), 285–299.

Angelini, Polla, Giussani u. a. 2009

Ivana Angelini, Angela Polla, Barbara Giussani, Paolo Bellintani und Gilberto Artioli. „Final Bronze-Age Glass in Northern and Central Italy: Is Frattesina the Only Glass Production Centre?“ In *Proceedings ISA 2006. 36th International Symposium on Archaeometry 2–6 May, Quebec City, Canada*. Hrsg. von J.-F. Moreau, R. Auger, J. Chabot und A. Herzog. Cahiers d’archéologie du CELAT 25, Série Archéométrie 7. Québec: Centre interuniversitaire d’études sur les lettres, les arts et les traditions, Université Laval, 2009, 329–337.

Angelini, Polla und Molin 2010

Ivana Angelini, Angela Polla und Gianmario Molin. „Studio analitico dei vaghi in vetro provenienti dalla necropoli di Narde“. In *La Fragilità dell'Urna. I recenti scavi a Narde Necropoli di Frattesina (XII–IX sec. a. C.). Catalogo della mostra. Musei dei Grandi Fiumi Rovigo 5 ottobre 2007–30 marzo 2008*. Hrsg. von S. Luciano und C. Cecilia. Rovigo: Cierre grafica, 2010, 105–134.

Artioli und Angelini 2013

Gilberto Artioli und Ivana Angelini. „Evolution of Vitreous Materials in Bronze Age Italy“. In *Modern Methods for Analyzing Archaeological and Historical Glass. Vol. II*. Hrsg. von J. Koen. Chichester: Wiley, 2013, 355–368.

Artioli, Angelini und Polla 2008

Gilberto Artioli, Ivana Angelini und Angela Polla. „Crystals and Phase Transitions in Protohistoric Glass Materials“. *Phase Transitions* 81 (2008), 233–252.

Atzeni u. a. 2012

Enrico Atzeni, Alessandro Usai, Paolo Bellintani, Ornella Fonzo, Luca Lai, Robert Tykot, Teddi J. Setzer, Rita Congiu und Silvana Simbula. „Le tombe nuragiche di Sa Sedda 'e sa Cau dela (Collinas – CA)“. In *Atti della XLIV Riunione Scientifica. La Preistoria e la Protostoria della Sardegna. Cagliari, Barumini, Sassari 23–28 novembre 2009. Vol. II*. Hrsg. von Istituto Italiano Preistoria e di Protostoria. Florenz: Nuove Grafiche Puddu, 2012, 665–670.

Bellintani 1997

Paolo Bellintani. „Frattesina: l'ambra e la produzione vitrea nel contesto delle relazioni transalpine“. In *Ori delle Alpi. Catalogo della mostra*. Hrsg. von L. Endrizzi und F. Marzatico. Quaderni della Sezione Archeologica, Castello del Buonconsiglio 6. Trient: Temi, 1997, 117–129.

Bellintani 2000

Paolo Bellintani. „I bottoni conici ed altri materiali vetrosi delle fasi non avanzate della Media Età del Bronzo dell'Italia settentrionale e centrale“. *Padusa N.S.* 36 (2000), 95–110.

Bellintani 2002

Paolo Bellintani. „Bernsteinstraßen, Glasstraßen“. In *Über die Alpen. Menschen – Wege – Waren*. Hrsg. von G. Schneckenburger. Stuttgart: Theiss, 2002, 39–48.

Bellintani 2010

Paolo Bellintani. „Ambra. Una materia prima dal nord (ma non solo)“. In *Ambra per Agamennone. Indigeni e Micenei tra Egeo, Ionio e Adriatico nel II. millennio a.C. Mostra Bari, Palazzo Simi e Museo Civico Storico. Aprile 2010*. Hrsg. von A. Cazzella und G. Recchia. Bari: Adda, 2010, 139–144.

Bellintani 2013

Paolo Bellintani. „Long-Distance Trade Routes Linked to Wetland Settlements“. In *The Oxford Handbook of Wetland Archaeology*. Hrsg. von F. Menotti und A. O'Sullivan. Oxford: Oxford University Press, 2013, 779–794.

Bellintani 2014a

Paolo Bellintani. „Baltic Amber, Alpine Copper and Glass Beads from the Po Plain. Amber Trade in the Time of Campestrin and Frattesina“. *Padusa N.S.* 50 (2014), 111–140.

Bellintani 2014b

Paolo Bellintani. „Le perle in materiale vetroso dall'antica età del Bronzo all'inizio dell'età del Ferro in Italia. Indicatori di scambio su lunga distanza e prime testimonianze di produzione locale“. In *Il vetro in Età Protostoria in Italia. XVI Giornate Nazionali di Studio sul Vetro, Adria (RO), 12–13 maggio 2012*. Hrsg. von S. Ciappi, A. Larese und M. Uboldi. Mailand: Centro Culturale Mediolanense Studium, 2014, 15–24.

Bellintani 2015

Paolo Bellintani. „Bronze Age Vitreous Materials in Italy“. In *Annales du 19e Congrès de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre Piran 2012*. Hrsg. von I. Lazar. Koper: Association Internationale pour l'Histoire du Verre, 2015, 15–21.

Bellintani, Angelini u. a. 2005

Paolo Bellintani, Ivana Angelini, Gilberto Artioli und Angela Polla. „Bottoni conici e perle in glassy faience delle fasi iniziale e piena della Media Età del Bronzo dell'Italia centrale tirrenica: archeologia e archeometria“. *Padusa N.S.* 41 (2005), 223–230.

Bellintani, Angelini u. a. 2006

Paolo Bellintani, Ivana Angelini, Gilberto Artioli und Angela Polla. „Origini dei materiali vetrosi italiani: esotismi e localismi. Materie prime e scambi nella peistoria italiana“. In *Atti della XXIX Riunione Scientifica Materie Prime e Scambi nella Preistoria Italiana. Firenze, 25–27 Novembre 2004*. Hrsg. von Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria. Florenz: Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, 2006, 1495–1531.

Bellintani, Angelini u. a. 2007

Paolo Bellintani, Ivana Angelini, Gilberto Artioli und Angela Polla. „Villaggio delle Macine: le più antiche perle in vetro e ambra dell'Italia centrale“. In *Atti IIPP XL Strategie di insediamento fra Lazio e Campania in Età Preistorica e Protostorica. Roma, Napoli, Pompei, 30 novembre–3 dicembre 2005*. Hrsg. von Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria. Florenz: Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, 2007, 891–895.

Bellintani und Biavati 1997

Paolo Bellintani und Alberto Biavati. „Ornamenti in materiale vetroso“. In *Le Terramare. La più antica civiltà padana. Catalogo della mostra*. Hrsg. von M. Bernabò Brea, A. Cardarelli und M. Cremaschi. Mailand: Electa, 1997, 610–613.

Bellintani, Cesaretto und Residori 2003

Paolo Bellintani, Mauro Cesaretto und Giovanna Residori. „Progetto 'I materiali vetrosi nella protostoria dell'Italia del Nord': Archeologia, archeometria, etnoarcheologia e approccio sperimentale“. In *Archeologie sperimentali. Metodologie ed esperienza fra verifica, riproduzione, comunicazione e stimolazione. Atti del Convegno Comano Terme – Fiavè (Trento, Italy) 13–15 settembre 2001*. Hrsg. von P. Bellintani und L. Moser. Trient: Provincia Autonoma di Trento, 2003, 311–335.

Bellintani und Residori 2003

Paolo Bellintani und Giovanna Residori. „Quali e quante conterie: Perle ed altri materiali vetrosi dell'Italia settentrionale nel quadro dell'età del Bronzo Europea“. In *Atti della XXXV Riunione Scientifica. Le Comunità della Preistoria Italiana. Studi e Ricerche sul Neolitico e le Età dei Metalli. Castello di Lipari, Chiesa di S. Caterina 2–7 giugno 2000. In memoria di Luigi Bernabò Brea*. Hrsg. von Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria. Florenz: Latini, 2003, 483–498.

Bellintani, Salzani u. a. 2015

Paolo Bellintani, Luciano Salzani, Gianni de Zuccato, Marilena Leis, Carmela Vaccaro, Ivana Angelini, Chiara Soffritti, Marco Bertolini und Ursula Thun Hohenstein. „L'ambra dell'insediamento della tarda Età del bronzo di Campestrin di Grignano Polesine (Rovigo)“. In *Preistoria e Protostoria del Veneto*. Hrsg. von G. Leonardi und V. Tiné. Florenz: Grafiche Antiga, 2015, 419–426.

Bellintani und Stefan 2009

Paolo Bellintani und Livia Stefan. „Nuovi dati sul primo vetro europeo: il caso di Frattesina“. In *Atti del Primo Convegno Interdisciplinare sul Vetro nei Beni Culturali e nell'Arte di Ieri e di Oggi, Parma, 27–28 Novembre 2008*. Parma: Tipocrom, 2009, 1–18.

Bellintani und Usai 2012

Paolo Bellintani und Alessandro Usai. „Materiali vetrosi protostorici della Sardegna: inquadramento crono-tipologico e considerazioni sulle relazioni tra Mediterraneo centrale e orientale“. In *Atti della XLIV Riunione Scientifica. La Preistoria e la Protostoria della Sardegna, Cagliari, Barumini, Sassari 23–28 novembre 2009. Vol. III – Comunicazioni*. Hrsg. von Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria. Florenz und Ortacesus (CA): Nuove Grafiche Puddu, 2012, 1121–1130.

Bettelli 2015

Marco Bettelli. „Centuries of Darkness? The Aegean and the Central Mediterranean after the Collapse of the Mycenaean Palaces“. In *The Mediterranean Mirror. Cultural Contacts in the Mediterranean Sea Between 1200 and 750 BC*. Hrsg. von A. Babbi, F. Bubenheimer-Erhart, B. Marín-Aguilera und S. Mühl. RGZM-Tagungen 20. Mainz: Römisch-Germanisches Zentralmuseum, 2015, 207–230.

Bietti Sestieri 1984

Anna Maria Bietti Sestieri. „L'abitato di Frattesina“. *Padusa* 20 (1984), 413–427.

Bietti Sestieri 1992

Anna Maria Bietti Sestieri. *La necropoli laziale di Osteria dell'Osa*. 2 Bände. Rom: Quasar, 1992.

Bietti Sestieri 2008

Anna Maria Bietti Sestieri. „L'età del Bronzo Finale nella Penisola Italiana“. *Padusa N. S.* 44 (2008), 7–54.

Bietti Sestieri, Bellintani und Giardino 2019

Anna Maria Bietti Sestieri, Paolo Bellintani und Claudio Giardino. *Frattesina: un centro internazionale di produzione e di scambio nella Tarda Età del Bronzo del Veneto*. Atti della Accademia Nazionale dei Lincei Anno CDXV. Classe di Scienze Morali, Storiche e Filologiche, Memorie Serie IX, Volume 39. Rom: Bardi Edizioni, 2019.

Blečić Kavur und Kavur 2015

Martina Blečić Kavur und Boris Kavur. „The Game of the Glass Beads in the Attire of the Cultures of Caput Adriae and Its Hinterland“. In *Annales du 19e Congrès de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre Piran 2012*. Hrsg. von I. Lazar. Koper: Association Internationale pour l'Histoire du Verre, 2015, 39–47.

Blegen u. a. 1973

Carl W. Blegen, Marion Rawson, William Taylour und William P. Donovan. *The Palace of Nestor at Pylos in Western Messenia. Vol. III. Acropolis and Lower Town. Tholoi, Grave Circle, and Chamber Tombs. Discoveries outside the Citadel*. Princeton: Princeton University Press, 1973.

Bracci 2007

Federica Bracci. „I vaghi in pasta vitrea di ambito Piceno (VIII–V sec. a. C.): Proposta di un inquadramento tipologico e cronologico“. *Picus* 27 (2007), 39–83.

Brill 1992

Robert H. Brill. „Chemical Analyses of Some Glasses from Frattesina“. *Journal of Glass Studies* 11 (1992), 11–22.

Carancini u. a. 1996

Gian Luigi Carancini, Andrea Cardarelli, Marco Pacciarelli und Renato Peroni. „L'Italia“. In *The Bronze Age in Europe and the Mediterranean. XIII International Congress of Prehistoric and Protohistoric Sciences Forlì, Italia, 8.–14. September 1996*. Hrsg. von C. Belardelli und R. Peroni. Colloquia 11. Forlì: Abaco, 1996, 75–86.

Cinquepalmi und Recchia 2010

Angela Cinquepalmi und Giulia Recchia. „Masseria Chiancud-da“. In *Ambra per Agamemnone. Indigeni e Micenei tra Adriatico, Ionico ed Egeo. Bari, Palazzo Simi e Museo Civico 28 maggio–16 ottobre 2010*. Hrsg. von F. Radina und G. Recchia. Seitenzahl Katalog 328–330. Bari: Adda, 2010, 215–220.

Cinquepalmi, Recchia u. a. 2006

Angela Cinquepalmi, Giulia Recchia, Ivana Angelini, Gilberto Artioli, Paolo Bellintani und Angela Polla. „Exotica da siti interni. Il caso dell'insediamento dell'età del Bronzo di Masseria Chianducca (Brindisi)“. In *Atti della XXXIX Riunione Scientifica. Materie Prime e Scambi nella Preistoria Italiana. Firenze, 25–27 Novembre 2004*. Hrsg. von Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria. Florenz: Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, 2006, 1614–1620.

Consonni 2008

Anna Consonni. „L'abitato protostorico di Villamarzana (RO): nuovi dati e spunti per un'analisi cronologica e territoriale“. *Padusa N. S.* 44 (2008), 55–79.

Conte, Henderson u. a. 2016

Sonia Conte, Julian Henderson, Patrick Degryse und Annelore Blomme. *Different Glassmaking Technologies in the Production of Iron Age Black Glass from Italy and Slovakia*. 2016. DOI: 10.1007/s12520-016-0366-4. URL: <https://doi.org/10.1007/s12520-016-0366-4>.

Conte, Matarese, Quartieri u. a. 2015

Sonia Conte, Iliaria Matarese, Simona Quartieri, Rosella Arletti, Reinhard Jung, Marco Pacciarelli und Bernard Gratuze. „Bronze Age Vitreous Materials from Punta di Zambrone (Southern Italy)“. *Europa Journal Mineralogy* 27.3 (2015). 30.07.2015, 337–351. DOI: 10.1127/ejm/2015/0027-2450. URL: https://www.schweizerbart.de/papers/ejm/detail/27/84855/Bronze_Age_vitreous_materials_from_Punta_di_Zambrone_southern_Italy.

Conte, Matarese, Vezzalini u. a. 2018

Sonia Conte, Iliaria Matarese, Giovanna Vezzalini, Marco Pacciarelli, Teodoro Scarano, Alessandro Vanzetti, Bernard Gratuze und Rossella Arletti. *How Much Is Known about Glassy Materials in Bronze and Iron Age Italy? New Data and General Overview*. 2018. DOI: 10.1007/s12520-018-0634-6. URL: <https://doi.org/10.1007/s12520-018-0634-6>.

Cultraro 2006

Massimo Cultraro. „I vaghi di ambra del tipo Tirinto nella protostoria italiana: nuovi dati dall'area egeo-balcanica“. In *Atti della XXIX Riunione Scientifica Materie Prime e Scambi nella Preistoria Italiana, Firenze, 25–27 Novembre 2004*. Hrsg. von Istituto Italiano della Preistoria e Protostoria. Firenze: Istituto Italiano della Preistoria e Protostoria, 2006, 1533–1553.

Demakopoulou 2015

Katie Demakopoulou. „The Mycenaean Acropolis of Midea. New Discoveries and New Interpretations“. In *Mycenaean up to date. The Archaeology of the North-Eastern Peloponnese – Current Concepts and New Directions*. Hrsg. von A.-L. Schallin und I. Tournavitou. ActaAth-4° 56. Editorial Committee of the Swedish Institutes at Athens und Rome, 2015, 515–523.

Eder und Jung 2005

Brigitta Eder und Reinhard Jung. „On the Character of Social Relations between Greece and Italy in the 12th/11th C. BC“. In *EMPORIA. Aegeans in the Central and Eastern Mediterranean. Proceedings of the 10th International Aegean Conference. Athens, Italian School of Archaeology, 14–18 April 2004*. Hrsg. von R. Laffineur und E. Greco. Lüttich und Austin (TX): Université de Liège, 2005, 485–495.

von Eles u. a. 2015

Patrizia von Eles, Laura Bentini, Paola Poli und Elena Rodriguez, Hrsg. *Immagini di Uomini e di Donne dalle Necropoli Villanoviane di Verucchio. Atti dell'Giornate di Studio dedicate a Renato Peroni, Verucchio, 20–22 aprile 2011*. Quaderni di Archeologia dell'Emilia Romagna 34. Florenz: All'Insegna del Giglio, 2015.

Endrizzi und Marzatico 1997

Lorenza Endrizzi und Franco Marzatico. *Ori delle Alpi. Catalogo della mostra*. Quad. Sezione Arch. Castello Buonconsiglio 6. Trento: Tropoligrafia TEMI, 1997.

Gambacurta 1987

Giovanna Gambacurta. „Perle in pasta vitrea da Altino (Venezia): proposta di una tipologia e analisi della distribuzione areale“. *Quaderni di Archeologia del Veneto* 3 (1987), 192–216.

Gambari und Venturino Gambari 1998

Filippo M. Gambari und Marica Venturino Gambari. „Le prime produzioni di pasta vitrea nella protostoria del Piemonte“. In *Il vetro dall'antichità all'età contemporanea: Aspetti tecnologici, funzionali e commerciali Atti 2e Giornate Nazionali di Studio. AIHV – Comitato Nazionale Italiano 14–15 dicembre 1996 Milano*. Hrsg. von International Association for the History of Glass Comitato Nazionale Italiano. Mailand: ET, 1998, 11–14.

Gratuze, Louboutin und Billaud 1998

Bernard Gratuze, Catherine Louboutin und Yves Billaud. „Les perles protohistoriques en verre du Musée des Antiquités nationales“. *Antiquités Nationales* 30 (1998), 11–24.

Haevernick 1953

Thea E. Haevernick. „Der Hortfund von Allendorf. Hals- und Haarschmuck“. *Prähistorische Zeitschrift* 34–35 (1953), 213–217.

Haevernick 1978

Thea E. Haevernick. „Urnenfelderzeitliche Glasperlen“. *Zeitschrift für Schweizerische Archäologie und Kunstgeschichte* 35 (1978), 145–157.

Henderson 1988

Julian Henderson. „Glass Production and Bronze Age Europe“. *Antiquity* 62 (1988), 435–451.

Henderson 1992

Julian Henderson. „The Scientific Analysis of Vitreous Materials from Kentria and Theologos-Tsiganadika Tombs“. In *Protoistoiki Thasos: Ta Nekrotafeia tou Oikismou Kastri*. Hrsg. von C. Koukouli-Chrysanthaki. Publications of the Archaologikon Deltion 54. Athen: Archaeological Receipts Fund, 1992, 804–806.

Henderson u. a. 2015

Julian Henderson, Jane Evans, Paolo Bellintani und Anna Maria Bietti Sestieri. „Production, Mixing and Provenance of Late Bronze Age Mixed Alkali Glasses from Northern Italy: an Isotopic Approach“. *Journal of Archaeological Science* 55 (2015), 1–8.

Ingram 2005

Rebecca Suzanne Ingram. *Faience and Glass Beads from the Late Bronze Age Shipwreck at Uluburun*. Mastersthesis. Texas: Texas A&M University, 2005. URL: <http://nautarch.tamu.edu/Theses/pdf-files/Ingram-MA2004.pdf>.

Jackson und Nicholson 2010

Caroline M. Jackson und Paul T. Nicholson. „The Provenance of Some Glass Ingots from the Uluburun Shipwreck“. *Journal of Archaeological Science* 37 (2010), 295–301.

Jennings 2014

Benjamin Jennings. *Travelling Objects: Changing Values. The Role of Northern Alpine Lake-Dwelling Communities in Exchange and Communication Networks During The Late Bronze Age*. Oxford: Archaeopress, 2014.

Jones u. a. 2014

Richard Jones, Sara T. Levi, Marco Bettelli und Lucia Vagnetti. *Italo-Mycenaean Pottery: The Archaeological and Archaeometric Dimensions*. Incunabula Graeca CIII. Rom: Istituto di Studi sul Mediterraneo Antico, 2014.

Jung und Mehofer 2013

Reinhard Jung und Mathias Mehofer. „Mycenean Greece and Bronze Age Italy: Cooperation, Trade or War?“ *Archäologisches Korrespondenzblatt* 43 (2013), 175–193.

Koch 2008

Leonie Carola Koch. „Menschengesichtig, menschengestaltig – menschenähnlich? Die Anthropomorphisierung von Leichenbrandbehältern während des 8. und 7. Jahrhunderts v. Chr. in Etrurien“. In *Körperinszenierung – Objektsammlung – Monumentalisierung. Totenritual und Grabkult in frühen Gesellschaften. Archäologische Quellen in kulturwissenschaftlicher Perspektive*. Tübinger Archäologische Taschenbücher 6. Münster: Waxmann, 2008, 495–516.

Koch 2009

Leonie Carola Koch. „Neues zur Verarbeitungstechnik von Glas im früheisenzeitlichen Italien“. In *Architektur: Interpretation und Rekonstruktion. Beiträge zur Sitzung der AG Eisenzeit während des 6. Deutschen Archäologie-Kongresses in Mannheim*. Hrsg. von P. Trebsche, I. Balzer, Ch. Eggl, J. Fries-Knoblach, J. K. Koch und J. Wiethold. Beiträge zur Ur- und Frühgeschichte Mitteleuropas 55. Langenweißbach: Beier & Beran, 2009, 223–231.

Koch 2010a

Leonie Carola Koch. *Die Glasbügelfibeln des 8. und 7. Jahrhunderts aus Etrurien. Ein Beitrag zur eisenzeitlichen Glastechnik und zu den Bestattungssitten des Orientalizzante*. Universitätsforschungen zur Prähistorischen Archäologie 190. Bonn: Habelt, 2010.

Koch 2010b

Leonie Carola Koch. „Glas – Zeichen einer neuen Zeit? Gläserne Vogelperlen des frühen Orientalizzante“. In *Neue Forschungen zu den Etruskern. Beiträge der Tagung vom 07. bis 09. November 2008 am Archäologischen Institut der Universität Bonn*. Hrsg. von A. Kieburg und A. Rieger. British Archaeological Reports, International Series 2163. Oxford: Hadrian Books, 2010, 33–39.

Koch 2011

Leonie Carola Koch. *Früheisenzeitliches Glas und Glasfunde Mittelitaliens. Eine Übersicht von der Villanovazeit bis zum Orientalizzante und eine Analyse von Glasperlen als Grabbeigabe des Gräberfeldes Quattro Fontanili in Veji*. Bochumer Forschungen zur Archäologie der Ur- und Frühgeschichte 4. Rahden (Westfalen): Leidorf, 2011.

Koch 2013

Leonie Carola Koch. „Von Hellas bis Hessen – zu möglichen Importen gläserner Perlen während der spätesten Bronzezeit“. In *Petasos. Festschrift für Hans Lohmann zugeeignet von seinen Schülern, Freunden und Kollegen zu seinem 65. Geburtstag*. Hrsg. von G. Kalaitzoglou und G. Lüdorf. Bochum und Paderborn: Fink, 2013, 149–161.

Koch 2014

Leonie Carola Koch. „Bronzezeitliches Glas. Die Frage nach seiner Herkunft, Antworten durch chemische Analysen und das Problem ihrer Interpretation“. In *Ressourcen und Rohstoffe in der Bronzezeit. Nutzung – Distribution – Kontrolle. Beiträge zur Sitzung der Arbeitsgemeinschaft Bronzezeit auf der Jahrestagung des Mittel- und Ostdeutschen Verbandes für Altertumsforschung in Brandenburg an der Havel, 16. bis 17. April 2012*. Hrsg. von B. Nessel, I. Heske und D. Brandherm. Arbeitsbereich zur Bodendenkmalpflege in Brandenburg 26. Wünsdorf: Brandenburgisches Landesmuseum für Denkmalpflege und Archäologisches Landesmuseum, 2014, 87–99.

Koch 2015

Leonie Carola Koch. „Le Perle di Vetro. Materiali e nuovi Dati di Scavo, capitolo 2.2.6“. In *Immagini di Uomini e di Donne dalle Necropoli Villanoviane di Verucchio. Atti delle Giornate di Studio dedicate a Renato Peroni. Verucchio 20–22 Aprile 2011*. Hrsg. von P. von Eles, L. Bentini, P. Poli und E. Rodríguez. Quaderni di Archeologia dell'Emilia Romagna 34. Florenz: All'Insegna del Giglio, 2015.

Koch 2018

Leonie Carola Koch. „Report on the Vitreous Bird Beads (Vogelperlen)“. *Arimnestos* 1 (2018), 227–237.

Kunter 1996

Kari Kunter. „Zu früh für Kontroversen“. *Archäologie in Deutschland* 1 (1996), 22–25.

Kunter 2012

Kari Kunter. „Urnenfelderzeitliche Glasperlen aus Linden-Leihgestern und Hüttenberg-Hörnsheim“. In *Quer durch Hessen. Archäologie entlang der Ferngasleitung* 83. Hrsg. von E. Schallmayer. HessenArchäologie, Sonderband 1. Stuttgart: Theiss, 2012, 113–114.

Lorenz 2006

Andrea Lorenz. *Der spätbronzezeitliche Hortfund von Stadt Allendorf unter besonderer Berücksichtigung seiner Gläser*. Deutsche Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte, Archäologische Berichte 20. Bonn: Habelt, 2006.

Maran 2013

Joseph Maran. „Bright as the Sun: the Appropriation of Amber Objects in Mycenaean Greece“. In *Mobility, Meaning and the Transformations of Things*. Hrsg. von H. P. Hahn und H. Weiss. Oxford: Oxbow Books, 2013, 147–169.

Matin 2014

M. Matin. „An Experimental Investigation into the Accidental Invention of Ceramic Glazes“. *Archaeometry* 56 (2014), 591–600.

Meconcelli Notarianni und Ferrari 1998

Gioia Meconcelli Notarianni und Daniela Ferrari. *Vetri Antichi. Arte e Technica*. Bologna, Museo Civico 27 ottobre–27 giugno 1999. Bologna: Museo Civico di Bologna, 1998.

Mildner u. a. 2014

Stephanie Mildner, Ulrich Schüssler, Frank Falkenstein und Helene Brätz. „Bronzezeitliches Glas im westlichen Mitteleuropa – Funde, Zusammensetzung und die Frage nach seiner Herkunft“. In *Ressourcen und Rohstoffe in der Bronzezeit. Nutzung – Distribution – Kontrolle. Beiträge zur Sitzung der Arbeitsgemeinschaft Bronzezeit auf der Jahrestagung des Mittel- und Ostdeutschen Verbandes für Altertumsforschung in Brandenburg an der Havel, 16. bis 17. April 2012*. Hrsg. von B. Nessel, I. Heske und D. Brandherm. Arbeitsbereich zur Bodendenkmalpflege in Brandenburg 26. Wünsdorf: Brandenburgisches Landesmuseum für Denkmalpflege und Archäologisches Landesmuseum, 2014, 100–108.

Mildner u. a. 2018

Stephanie Mildner, Ulrich Schüssler, Frank Falkenstein und Helene Brätz. „Bronzezeitliches „High Magnesium Glass“ in Mitteleuropa – Lithium und Bor als Indizien für eine mögliche Herkunft aus Westanatolien“. In *Archäometrie und Denkmalpflege 2018. Jahrestagung am Deutschen Elektronen-Synchrotron Hamburg 20.–24. März 2018*. Hrsg. von L. Glaser. Hamburg: Verlag Deutsches Elektronen-Synchrotron, 2018, 132–135.

Nakai u. a. 2009

Izumi Nakai, Kriengkamol Tantrakarn, Norihiro Kato, Nozomu Kawai, Akiko Nishisaka und Sakuji Yoshimura. „XRF Analysis of 16th Century BC Transparent Glass Beads Excavated from a Hillside in Northwest Saqqara, Egypt“. In *Annales du 17e Congrès de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre, Antwerp 3–10 septembre 2006*. Hrsg. von K. Janssen, P. Degryse, P. Cosyns, J. Caen und L. Van't dack. Antwerpen: Association Internationale pour l'Histoire du Verre, 2009, 27–31.

Negroni Catacchio 1984

Nuccia Negroni Catacchio. „La problematica dell'ambra nella protostoria italiana: le ambre intagliate di Fratta Polesine e le rotte mercantili nell'Alto Adriatico“. *Padusa* 20 (1984), 73–90.

Negroni Catacchio 1999

Nuccia Negroni Catacchio. „Produzione e commercio dei vaghi d'ambra tipo Tirinto e tipo Allumiere alla luce delle recenti scoperte“. In *Protostoria e Storia del „Venetorum Angulus“. Portogruaro – Quarto d'Altino – Este – Adria, 16–19 ottobre 1996*. Hrsg. von Istituto di studi etruschi e italici. Atti del Convegno di Studi Etruschi ed Italici 20. Pisa und Rom: Istituti Editoriali e Poligrafici, 1999, 241–265.

Negroni Catacchio 2014

Nuccia Negroni Catacchio. „I vaghi tipo Tirinto e Allumiere come indicatori di STATUS. Nuovi dati su cronologia e diffusione“. In *Amore per l'Antico. Dal Tirreno all'Adriatico, dalla Preistoria al Medioevo e oltre. Studi di antichità in ricordo di Giuliano de Marinis*. Hrsg. von G. Baldelli und F. Lo Schiavo. Rom: Scienze e Lettere, 2014, 3–14.

Negroni Catacchio, Aspesi u. a. 2014

Nuccia Negroni Catacchio, Matteo Aspesi, Christian Metta und Giulia Pasquini. *Roccoia (Farnese, VT). La necropoli con tombe a camera del Bronzo Medio. Contributi di Ivana Angelini, Rita Vargiu Piera Santoro*. Ricerche e scavi del Centro Studi di Preistoria e Archeologia 1. Mailand: Centro Studi di Preistoria e Archeologia, 2014.

Negroni Catacchio, Massari und Raposo 2006

Nuccia Negroni Catacchio, Alessandra Massari und Barbara Raposo. „L'ambra come indicatore di scambi nell'Italia pre e protostorica“. In *Atti della XXIX Riunione Scientifica Materie Prime e Scambi nella Preistoria Italiana. Firenze, 25–27 Novembre 2004*. Hrsg. von Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria. Florenz: Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, 2006, 1439–1475.

Nicholson 2008

Paul T. Nicholson. „Glass and Faience Production Sites in New Kingdom Egypt: a Review of the Evidence“. In *Vitreous Materials in the Late Bronze Age Aegean*. Hrsg. von C. M. Jackson und E. C. Wager. Oxford: Oxbow Books, 2008, 1–13.

Nicholson, Jackson und Trott 1997

Paul T. Nicholson, Caroline M. Jackson und Katharine M. Trott. „The Ulu Burun Glass Ingots, Cylindrical Vessels and Egyptian Glass“. *The Journal of Egyptian Archaeology* 83 (1997), 143–153.

Nikita und Henderson 2006

Kalliopi Nikita und Julian Henderson. „Glass Analyses from Mycenaean Thebes and Elateia: Compositional Evidence for a Mycenaean Glass Industry“. *Journal of Glass Studies* 48 (2006), 71–120.

Nikita, Henderson und Nightingale 2009

Kalliopi Nikita, Julian Henderson und Georg Nightingale. „An Archaeological and Scientific Study of Mycenaean Glass from Elateia-Alonaki, Greece“. In *Annales of the 17th Congress of AIHV 2006 Antwerp*. Hrsg. von K. Janssen, P. Degryse, P. Cosyns, J. Caen und L. Van't dack. Brüssel: University Press Antwerp, 2009, 39–46.

Nikita, Nightingale und Chenery 2017

Kalliopi Nikita, Georg Nightingale und Simon Chenery. „Mixed-Alkali Glass Beads from Elateia-Alonaki: Tracing the Routes of an Alien Glass Technology in the Periphery of Post-Palatial Mycenaean Greece“. In *HESPEROS. The Aegean seen from the West. Proceedings of the 16th International Aegean Conference, University of Ioannina, 18–21 May 2016*. Hrsg. von M. Fotiadis, R. Laffineur, Y. Lolos und A. Vlachopoulos. Aegaeum 41. Leuven: Peeters, 2017, 515–523.

Panagiotaki, Tite und Maniatis 2015

Marina Panagiotaki, Michael Tite und Yannis Maniatis. „Egyptian Blue in Egypt and Beyond: The Aegean and the Near East“. In *Proceedings of the Tenth International Congress of Egyptologists. University of the Aegean, Rhodes 22–29 May 2008*. Hrsg. von P. Kousoulis und N. Lazaridis. Peeters, 2015, 1769–1789.

Papuashvili 2012

Revaz Papuashvili. „The Late Bronze/Early Iron Age Burial Grounds from Tsaisi“. In *Austausch und Kulturkontakt im Südkaukasus und seinen angrenzenden Regionen in der Spätbronze-/Früheisenzeit*. Hrsg. von A. Mehnert, G. Mehnert und S. Reinhold. Schriften des Zentrums Archäologie und Kulturgeschichte Schwarzmeerraum 22. Langenweißbach: Beier & Beran, 2012, 65–78.

Phillips 2012

Jake Phillips. „On the Use and Reuse of Jewellery Elements“. In *KOSMOS. Jewellery, Adornment and Textiles in the Aegean Bronze Age. Proceedings of the 13th International Aegean Conference University of Copenhagen, Danish National Research Foundation's Centre of Textile Research, 21–26 April 2010*. Hrsg. von M.-L. Nosch und R. Laffineur. Aegaeum 33. Löwen und Lüttich: Peeters, 2012, 482–492.

Polikreti u. a. 2011

Kyriaki Polikreti, Joanne M. A. Murphy, Vasilike Kantarelou und Andreas Germanos Karydas. „XRF Analysis of Glass Beads from the Mycenaean Palace of Nestor at Pylos, Peloponnese, Greece: New Insight into the LBA Glass Trade“. *Journal of Archaeological Science* 38 (2011), 2889–2896.

Polla u. a. 2011

Angela Polla, Ivana Angelini, Gilberto Artioli, Paolo Bellintani und Anna Dore. „Archeometric Investigation of Early Iron Age Glasses from Bologna“. In *Proceedings 37th International Symposium on Archaeometry May 12th–16th 2008, Siena, Italy*. Hrsg. von I. Turbanti-Memmi. Siena und Heidelberg: Springer, 2011, 139–144.

Purowski 2012

Tomasz Purowski. *Wyroby szklane w kulturze luzyckiej w miedzyrzeczcu Noteci i srodkowej Odry. Studium archeologiczno-technologiczne*. Warschau: Institut Archeologii i Etnologii Polskiej Akademii Nauk, 2012.

Purowski 2014

Tomasz Purowski. „An Amber Spacer Bead and Glass Beads Discovered at Lusatian Culture Features in Targowisko, the Wieliczka District“. In *Via Archaeologica*. Krakau, 2014, 289–305.

Purowski u. a. 2014

Tomasz Purowski, Barbara Wagner, Ewa Bulska, Olga Syta und Piotr Dzierzanowski. „Glassy Fayence from Hallstatt C Period in Poland: a Chemico-Physical Study“. *Journal of Archaeological Science* 50 (2014), 288–304.

Pusch und Rehren 2007

Edgar B. Pusch und Thilo Rehren. *Hochtemperatur-Technologie in der Ramses-Stadt: Rubinglas für den Pharao*. Grabungen des Pelizaeus-Museums Hildesheim in Quantir Pi-Ramesse 6. Hildesheim: Gerstenberg, 2007.

Radina und Recchia 2006

Francesca Radina und Giulia Recchia. „Scambi senza ceramica: ambra, avorio e pasta vitrea nei rapporti tra Italia sud-orientale e mondo egeo“. In *Atti della XXIX Riunione Scientifica Materie Prime e Scambi nella Preistoria Italiana. Firenze, 25–27 Novembre 2004. III*. Hrsg. von Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria. Florenz: Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, 2006, 1555–1565.

Raftery und Henderson 1987

Barry Raftery und Julian Henderson. „Some Glass Beads of the Later Bronze Age in Ireland“. In *Glasperlen der vorrömischen Eisenzeit II. Ringaugenperlen und verwandte Perlengruppen. Nach Unterlagen von Thea Elisabeth Haevernick*. Hrsg. von C. Dobiat. Marburger Studien zur Vor- und Frühgeschichte 9. Marburg: Hitzeroth, 1987, 39–53.

Rahmstorf 2005

Lorenz Rahmstorf. „Terramare and Faience: Mycenaean Influence in Northern Italy during the Late Bronze Age“. In *EMPORIA. Aegeans in the Central and Eastern Mediterranean. Proceedings of the 10th International Aegean Conference. Athens, Italian School of Archaeology, 14–18 April 2004*. Hrsg. von R. Laffineur und E. Greco. Aegaeum 25. Lüttich und Austin (TX): Klieimo, 2005, 663–672.

Rahmstorf 2008

Lorenz Rahmstorf. *Kleinfunde aus Tiryns. Terrakotta, Stein, Bein und Glas/Fayence vornehmlich aus der Spätbronzezeit*. Tiryns 16. Wiesbaden: Reichert, 2008.

Reade, Freestone und Bourke 2009

Wendy Reade, Ian C. Freestone und Stephen Bourke. „Innovation and Continuity in Bronze and Iron Age Glass from Pella in Jordan“. In *Annales du 17e Congrès de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre, Antwerp 3–10 septembre 2006*. Hrsg. von K. Janssen, P. Degryse, P. Cosyns, J. Caen und L. Van't dack. Antwerpen: Association Internationale pour l'Histoire du Verre, 2009, 47–54.

Rehren 2014

Thilo Rehren. „Glass Production and Consumption between Egypt, Mesopotamia and the Aegean“. In *Contextualising Grave Inventories in the Ancient East*. Hrsg. von P. Pfälzner, H. Nier, E. Pernicke, S. Lange und T. Köster. Quatna Studien Supplementa 3. Wiesbaden: Harrassowitz, 2014, 217–223.

Rehren und Freestone 2015

Thilo Rehren und Ian C. Freestone. „Ancient Glass: From Kaleidoscope to Crystal Ball“. *Journal of Archaeological Science* 56 (2015), 233–241.

Rehren und Pusch 2007

Thilo Rehren und Edgar B. Pusch. „Glas für den Pharao – Glasherstellung in der Spätbronzezeit des Nahen Ostens“. In *Einführung in die Archäometrie*. Hrsg. von G. A. Wagner. Heidelberg: Springer, 2007, 215–235.

Rehren und Pusch 2008

Thilo Rehren und Edgar B. Pusch. „Crushed Rock and Molten Salt? Some Aspects of the Primary Glass Productio at Quantir/Pi-Ramesse“. In *Vitreous Materials in the Late Bronze Age Aegean*. Hrsg. von C. M. Jackson und E. C. Wager. Oxford: Oxbow Books, 2008, 14–33.

Sabbatini und Silvestrini 2005

Tommaso Sabbatini und Mara Silvestrini. „Piano di Fonte Marcosa, Moscosi di Cingoli: un sito pluristratificato dell'Appennino marchigiano. Le fasi del Bronzo Recente“. In *Atti XXXVIII Preistoria e Protostoria delle Marche. Portonovo, Abbadia di Fiastra, 1–5 ottobre 2003*. Hrsg. von Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria. Florenz: Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, 2005, 639–657.

Salzani und Colonna 2010

Luciano Salzani und Cecilia Colonna. *La Fragilità dell'Urna. I recenti scavi a Narde Necropoli di Frattesina (XII–IX sec. a. C.). Catalogo della mostra. Musei dei Grandi Fiumi Rovigo 5 ottobre 2007 – 30 marzo 2008. A cura di Luciano Salzani e Cecilia Colonna.* Rovigo: Cierre grafica, 2010.

Santopadre und Verità 2000

Paola Santopadre und Marco Verità. „Analyses of the Production Technologies of Italian Vitreous Materials of the Bronze Age“. *Journal of Glass Studies* 42 (2000), 25–40.

Schlick-Nolte 1999

Birgit Schlick-Nolte. „Ägyptische Fayence und Ägyptisch Blau im Alten Ägypten“. In *Türkis und Azur. Quarzkeramik im Orient und Okzident.* Hrsg. von R. Busz und P. Gercke. Kassel und Wolftrathshausen: Minerva, 1999, 12–51.

Schlick-Nolte und Lierke 2002

Birgit Schlick-Nolte und Rosemarie Lierke. „From Silica to Glass. On the track of Ancient Glass Artisans“. In *Reflections on Ancient Glass from the Borowski Collection. Bible Lands Museum Jerusalem.* Hrsg. von R. S. Bianchi. Mainz: Zabern, 2002, 11–40.

Schlick-Nolte und Werthmann 2003

Birgit Schlick-Nolte und Rainer Werthmann. „Glass Vessels from the Burial of Nesikhons“. *Journal of Glass Studies* 45 (2003), 11–34.

Schweizer 2003

Frank Schweizer. *Glas des 2. Jahrtausends v. Chr. im Ostmittelmeerraum.* Remshalden: Greiner, 2003.

Sheridan 2015

Alison Sheridan. „Towards a Fuller, More Nuanced Narrative of Chalcolithic and Early Bronze Age Britain 2500–1500 BC“. *Bronze Age Review* 2008, *Bronze Age Review* 2008, 57–78 1 (2015), 57–78. URL: https://www.britishmuseum.org/pdf/BARI_2008_6_Sheridan_c.pdf.

Sheridan und Shortland 2004

Alison Sheridan und Andrew J. Shortland. „... Beads Which Have Given Rise to so Much Dogmatism, Controversy and Rash Speculation: Faience in Early Bronze Age Britain and Ireland“. In *Scotland in Ancient Europe: The Neolithic and Early Bronze Age of Scotland in their European Context.* Hrsg. von I. A. G. Shepherd und G. J. Barclay. Edinburgh: Society of Antiquaries of Scotland, 2004, 263–279.

Shortland, Rogers und Eremin 2007

Andrew J. Shortland, Nick Rogers und Katherine Eremin. „Trace Element Discriminants between Egyptian and Mesopotamian Late Bronze Age Glasses“. *Journal of Archaeological Science* 34 (2007), 781–789.

Smirniou und Rehren 2011

Melina Smirniou und Thilo Rehren. „Direct Evidence of Primary Glass Production in Late Bronze Age Amarna, Egypt“. *Archaeometry* 53 (2011), 58–80.

Smirniou, Rehren u. a. 2012

Melina Smirniou, Thilo Rehren, Vasiliki Adrymi-Sismani, Eleni Asderaki und Bernard Gratuze. „Mycenaean Beads from Kazanaki, Volos: a Further Note in the LBA Glass Network“. In *Annales du 18e Congrès de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre Thessaloniki* 2009. Hrsg. von D. Ignatiadou und A. Antonaras. Thessaloniki: ZITI Publishing, 2012, 11–18.

Spaer 2001

Maud Spaer. *Ancient Glass in the Israel Museum. Beads and Other Small Objects.* Jerusalem: The Israel Museum, Jerusalem, 2001.

Spaer 2002

Maud Spaer. „Some Ubiquitous Glass Ornaments of the Early Centuries of the First Millennium BC“. In *Ist international Conference. Hyalos – Vitrum – Glass. History, Technology and Conservation of Glass and Vitreous Materials in the Hellenic World.* Hrsg. von G. Kordas. Athen: Panepistemiakes Ekdoseis, 2002, 55–60.

Thun Hohenstein u. a. 2015

Ursula Thun Hohenstein, Ivana Angelini, Marco Bertoloni, Maria Chiara Turrini und Paolo Bellintani. *From the Alps to Frattesina. New Evidences on Amber Routes and Amber Manufacturing in the Late Bronze Age of NE-Italy. Abstracts AMBERIF 2015, The 22th Seminar on Succinite and Selected Fossil Resins of Europe: Localities, Properties, Archaeology. Gdansk, 27 March 2015.* 2015. URL: http://www.amberif.amberexpo.pl/mtgsa2010/library/File/AMBERIF/2015/Amberif_2015_en1_EWW.pdf.

Tite, Shortland und Angelini 2008

Michael Tite, Andrew J. Shortland und Ivana Angelini. „Faience Production in Northern and Western Europe“. In *Production Technology of Faience and Related Early Vitreous Materials.* Hrsg. von M. S. Tite und A. J. Shortland. Oxford University School of Archaeology 72. Oxford: Oxford University School of Archaeology, 2008, 129–146.

Tite, Shortland, Hatton u. a. 2008

Michael Tite, Andrew J. Shortland, Gareth Hatton, Yannis Maniatis, Despina Kavoussanaki, Mathilda Pyrli und Marina Panagiotaki. „The Scientific Examination of Aegean Vitreous Materials – Problems and Potential“. In *Vitreous Materials in the Late Bronze Age Aegean.* Hrsg. von C. M. Jackson und E. C. Wager. Oxford: Oxbow Books, 2008, 105–125.

Towle 2002

Andrew Towle. *A Scientific and Archaeological Investigation of Prehistoric Glasses from Italy.* PhD diss. Nottingham: University of Nottingham, 2002. URL: http://eprints.nottingham.ac.uk/11741/1/269710_Any_Towle.pdf.

Towle und Henderson 2007

Andrew Towle und Julian Henderson. „The Glass Bead Game: Archaeometric Evidence for the Existence of an Etruscan Glass Industry“. *Etruscan Studies. Journal of the Etruscan Foundation* 10 (2007), 47–66.

Towle, Henderson u. a. 2001

Andrew Towle, Julian Henderson, Paolo Bellintani und Giovanna Gambacurta. „Frattesina and Adria: Report of Scientific Analysis of Early Glass from the Veneto“. *Padusa* 37 (2001), 7–68.

Triantafyllidis und Karatasios 2012

Pavlos Triantafyllidis und Ioannis Karatasios. „Late Bronze Age Glass Production on Rhodos, Greece“. *Journal of Glass Studies* 54 (2012), 25–32.

Tunzi Sisto u. a. 2003

Anna Maria Tunzi Sisto, Marco Bettelli, Sara Tiziana Levi, Renato Peroni und Alessandro Vanzetti. „L'ipogeo dei bronzi di Trinitapoli (FG). Aspetti del rituale funerario nell'ottica dell'organizzazione della società“. In *Atti della XXXV Riunione Scientifica. Le Comunità della Preistoria Italiana. Studi e Ricerche sul Neolitico e le Età dei Metalli. Castello di Lipari, Chiesa di S. Caterina 2–7 giugno 2000. In memoria di Luigi Bernabò Brea*. Hrsg. von Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria. Florenz: Latini, 2003, 417–429.

Vagnetti 2006

Lucia Vagnetti. „I Micenei nella Laguna di Venezia? Qualche riflessione metodologica“. *Studi Micenei ed Egeo Anatolici* 48 (2006), 273–281.

Varberg, Gratuze und Kaul 2015

Jeanette Varberg, Bernard Gratuze und Flemming Kaul. „Between Egypt, Mesopotamia and Scandinavia: Late Bronze Age Glass Beads Found in Denmark“. *Journal of Archaeological Science* 54 (2015), 168–181.

Venclová u. a. 2011

Natalie Venclová, Václav Hulínský, Julian Henderson, Simon Chenery, Lucia Sulová und Josef Hložek. „Late Bronze Age Mixed-Alkali Glasses from Bohemia“. *Archeologické Rozhledy* 63 (2011), 559–585.

Walton u. a. 2009

Marc Sebastian Walton, Andrew J. Shortland, Susanna Kirk und Patric Degryse. „Evidence for the Trade of Mesopotamian and Egyptian Glass to Mycenaean Greece“. *Journal of Archaeological Science* 36 (2009), 1496–1503.

Yalcin, Pulak und Slotta 2005

Ünsal Yalcin, Cemal Pulak und Rainer Slotta. *Das Schiff von Uluburun. Welthandel vor 3000 Jahren. Katalog der Ausstellung des Deutschen Bergbau-Museums Bochum vom 15. Juli 2005 bis 16. Juli 2006*. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum, 2005.

Abbildungsnachweis

1 Verändert nach Negroni Catacchio, Aspesi u. a. 2014, 14 Abb. 3; 55–56 Abb. 44–45. 2 Bellintani 2000, 108 Abb. 1. 3 Musei Reali di Torino (mit freundlicher Genehmigung des Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo). 4 Verändert nach Tunzi Sisto u. a. 2003, 424 Abb. 4. 5 Verändert nach Ingram 2005, Tab. 2.1. 6 Bellintani 2014b, 18 Abb. 2 (mit freundlicher Genehmigung von P. Bellintani). 7 Zusammengestellt nach Ingram 2005, Abb. B.34–37 (mit freundlicher Genehmigung von R. S. Ingram und C. Pulak, Institute of Nautical Archaeology). 8 Endrizzi und Marzatico 1997, 116, 125. 9 Zusammenstellung nach Koch 2011, 44 Abb. 22. 10 Foto: Pfahlbaumuseum/Frank Müller. In: G. Schöbel (Hrsg.), *Das Erbe der Pfahlbauer – Faszination Welt-*

kulturerbe. Begleitheft zur Sonderausstellung Pfahlbaumuseum Unteruhldingen. Schriftenreihe des Pfahlbaumuseums Unteruhldingen, Band 9, 2012, S. 11 Abb. 2 (mit freundlicher Genehmigung durch das Pfahlbaumuseum Unteruhldingen). 11 Verändert nach Venclová u. a. 2011, 568 Abb. 1 (mit freundlicher Genehmigung von N. Venclová). 12 Towle 2002, 228 Abb. 5.18 (mit freundlicher Genehmigung von A. Towle). 13 Verändert nach Negroni Catacchio 2014, Abb. 1 (mit freundlicher Genehmigung von N. Negroni Catacchio). 14–15 Foto: Leonie C. Koch (mit freundlicher Genehmigung des Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo – Soprintendenza Archeologia dell'Emilia Romagna).

LEONIE C. KOCH

hat 2009 in Tübingen promoviert. Aktuell nimmt sie Lehraufträge an der Universität zu Köln wahr und forscht nach einem Studienaufenthalt am DAI in Rom zu den früheisenzeitlichen Glasperlen der Sammlung des Museo delle Civiltà – Museo Preistorico Etnografico „Luigi Pigorini“ von verschiedenen Fundorten in Etrurien und Latium. Weitere Forschungsinteressen sind die Analyse prähistorischer Bilder, Hunde, Archäologie und Emotion, Gräberarchäologie.

Dr. Leonie C. Koch
Büro für Redaktion & Archäologie
Scherfgingstr. 44
50937 Köln, Deutschland
E-Mail: Leonie_C_Koch@yahoo.de

Jeanette Varberg

Mesopotamian and Egyptian Glass in Danish Bronze Age Graves

Summary

This paper presents a long-distance trade network based on the finds of glass beads from Danish and North German Bronze Age graves. The beads show surprising chemical parallels to glass from Egypt and Mesopotamia. It is argued that the Danish glass was part of the Mediterranean trade systems and that the Bronze Age glass network was able to bridge more than 5000 kilometers.

Keywords: glass; Bronze Age; Nordic Bronze Age; Eastern Mediterranean; chemical analyses

Dieser Beitrag rekonstruiert ein bronzzeitliches Handelsnetzwerk anhand von Glasperlen aus Gräbern in Dänemark und Norddeutschland. Die Perlen zeigen überraschende chemische Parallelen mit Glas aus Ägypten und Mesopotamien. Daraus wird abgeleitet, dass das nordische Glas Teil des mediterranen Handelssystems war und dass das bronzzeitliche Glasnetzwerk mehr als 5000 km überbrücken konnte.

Keywords: Glas; Bronzezeit; Nordischer Kreis; Ostmittelmeerraum; chemische Analysen

1 Introduction

New research results from glass beads found in Denmark reveal surprising evidence of contact in the 14th to 12th centuries BC between Egypt, Mesopotamia, and Denmark, indicating a complex and far-reaching trade network. The study is based on 294 glass beads from Danish and Northern German graves, six glass beads from the Cioclovina Cave hoard, and one glass bead from a grave in Cluj Napoca, Romania. Together, they provide evidence that a long distance trading system existed throughout the middle part of the Nordic Bronze Age. Early glass was rare, and in some parts of Europe may have been an expensive luxury that was mostly found in elite burials. The glass beads were traded along the coasts of the Mediterranean between Egypt, the Near East, and Mycenaean Greece in ships like that of the Uluburun shipwreck off the coast of Turkey, dating to the late 13th Century BC.¹ It is now possible to verify that Egyptian and Mesopotamian glass beads have been found in Danish graves from the second half of the 2nd millennium BC, more than 5000 kilometers from the initial glass workshops where they were produced. As a result, Denmark is proposed as the most distant area that received such beads, revealing an exchange network that links with the trade systems of the Mediterranean.

2 Bronze Age glass bead research during the last 130 years in Denmark

The knowledge of the existence of glass beads in Danish Bronze Age Graves is not new. Since the 1880s, it has been known among scholars that the burial mounds of Southern Scandinavia, particularly Denmark, contained glass beads.² Those reported on here belong to the second half of Period II and Period III of the Nordic Bronze Age, ca. 1400–1100 BC. In one of the earliest works on Bronze Age artefacts in Denmark, Egypt and the Near East were mentioned as possible locations of the glass production.³ In 1882, the archaeologist and later Director of the Danish National Museum, Sophus Müller, wrote:

Among other examples of imported objects from the Orient, the small blue glass beads may be mentioned [...]. Beads of the exact same kind are known from Egypt. Where should the glass beads come from to the North if not from the shores of the Mediterranean?⁴

Later, this idea was dismissed because of the absence of similar finds in Central Europe and there being little comparable material in the Mediterranean area. There were seemingly no signs of trade connections between Scandinavia and the Eastern Mediterranean.⁵ The find of a European glass workshop in a prehistoric trade center in the town of Frattesina in the Po Valley, Northern Italy (initially excavated starting 50 years ago), although from a slightly later period, raised the possibility that the glass beads could have had a European origin.⁶ Therefore, it was not possible to be sure where the beads were from – Europe or beyond? The glass beads were essentially disregarded in the archaeological literature, but now, new scientific methods and a large set of reference materials can describe the chemical specifics of the glass and pin-point their origin. This suddenly makes a seemingly insignificant object group significant when discussing long distance trade and exchange between the Mediterranean and Northern Europe in the Late Bronze Age.

3 The chemical analyses

Glass beads from different Danish Bronze Age sites and fragments of glass working debris from Amarna (from the collections of the National Museum of Denmark) were analyzed by laser ablation-inductively coupled plasma-mass spectrometry (LA-ICP-MS). The technique requires no special preparation of the samples; it is virtually non-destructive to the glass objects and invisible to the naked eye. The LAICP-MS operates when the object placed in the ablation cell is sampled by the laser beam. The diameter of the ablation crater ranges from 60 µm to 100 µm, with a depth of around 250 µm. An argon/helium gas flow carries the ablated aerosol to

1 Bass 1986.

2 Müller 1882; Kersten 1935.

3 Müller 1882; Montelius 1917.

4 Müller 1882, 319.

5 Haevernick 1978; Harding 1971.

6 Biavati and Verità 1989.

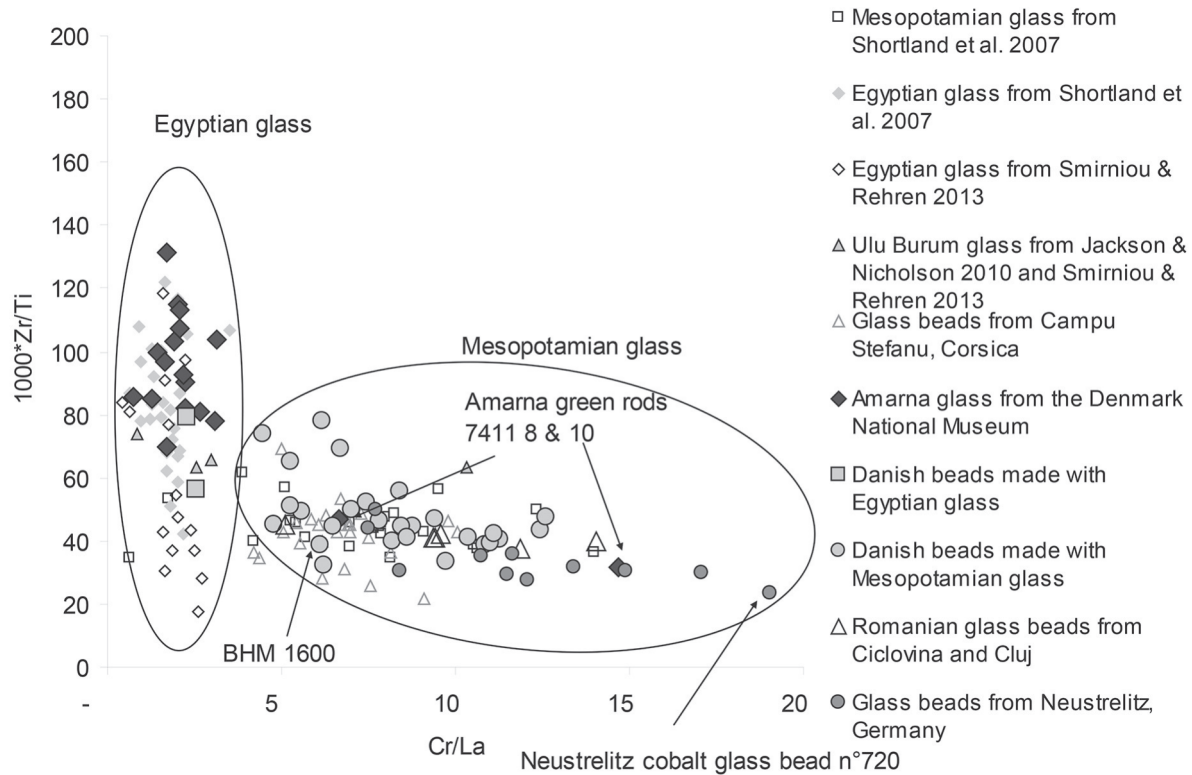


Fig. 1 Comparison of chromium/lanthanum and zirconium/titanium concentration ratios of the Danish glass beads with glass of Egypt and Mesopotamia.

the injector inlet of the plasma torch, where the matter is dissociated, atomized, and ionized. The ions are then injected into the vacuum chamber of a high resolution system that filters the ions based upon their mass-to-charge ratio. The ions are then collected by a channel electron multiplier or a faraday cup. The isotope ^{28}Si is used as an internal standard. The concentration of fifty-eight elements are determined for each selected sample. Calibration was done by using NIST610 and Corning B, C, and D glass reference materials, as well as a home-made glass reference material for chlorine determination. The composition is then calculated from the signal obtained from a single ablation of the sample. However, evolution of the measured signal is continuously observed during the analysis. When irregularities signifying the presence of inclusions or heterogeneous areas are observed, results are kept for a correction or discarded and a new ablation site is selected.⁷

A total of 25 glass beads from 12 different Danish

graves were analyzed according to the method described, together with seven Romanian beads. With the exception of one polychrome bead (B7328), composed of a turquoise blue spherical body decorated with the colors of amber, white, and yellow glass eyes, the 31 other beads were monochrome, ranging from light to dark blue. All samples were soda glass, with soda (Na_2O , 14 to 21.5 wt %) as the primary flux, and high magnesia and potash, indicating a plant ash source for the soda (MgO , 3.5 to 7.7 wt %; K_2O , 1.8 to 4.5 wt %). These compositions show that the glass used to make the Danish beads, the Romanian glass beads, and the Amarna glass working debris were fused from powdered quartz or siliceous sands containing various amounts of alumina and lime, mixed with the ashes of plants high in soda, such as *Salicornia* sp. or *Salsola kali*.⁸

For the Danish glass objects, six beads were colored dark blue by cobalt oxide (D115, B2209, B13707, B15853, B17106, and Ark1600) and 19 were colored

7 Gratuze 2013; Gratuze 2014; Gratuze 2016.

8 Varberg, Gratuze, Kaul, et al. 2016.

turquoise blue by copper oxide. By comparing the trace elements with those published by Shortland, Rehren, Walton, Jackson, and others, it can be observed that the two Danish cobalt blue glass beads and the Amarna rods and chunks fall within the Egyptian glass group defined by these authors, while the twenty three remaining Danish glass beads and the Romanian glass beads fall within their Mesopotamian glass group (Fig. 1).⁹

The Egyptian origin of the two Danish glass beads (B2209 and D115, see Fig. 2) is confirmed by their colorant composition: in both beads, cobalt correlates with nickel, zinc, and manganese. This correlation has been shown to be typical of the cobalt colorant extracted from Egyptian alum deposits, such as those at the Kharga and Dakhla Oases.¹⁰ The overall composition of these glasses also appears to be very similar to that of the pieces of Egyptian glass found at Uluburun¹¹ in New Kingdom workshops at Malkata and Amarna.¹²

4 Typology and context

Based on the glass analyses and the archaeological evidence, it is possible to divide the Danish and Romanian glass beads into five types. They are primarily divided according to their chemical profile and, secondarily by find context, dating, and morphology.

4.1 Type I (Ølby)

This particular glass type, type I, includes the two annular glass beads B2209 and D115, both made of Egyptian cobalt glass. The Ølby bead (B2209) was discovered in a female grave (Fig. 3 left) situated on the island of Zealand that has been dated to the 14th century BC (Period II). The woman was richly adorned with a large number of bronze ornaments, including both bronze tubes from a corded skirt and a broken sword-blade. She wore the glass bead, together with two amber beads, on her upper arm. Bead D115, from Hesselager on the island of Funen, was also found in a female grave with a



Fig. 2 D115 Hesselager and B2209 Ølby, Denmark. Both made of Egyptian cobalt blue glass from the 14th century BC.

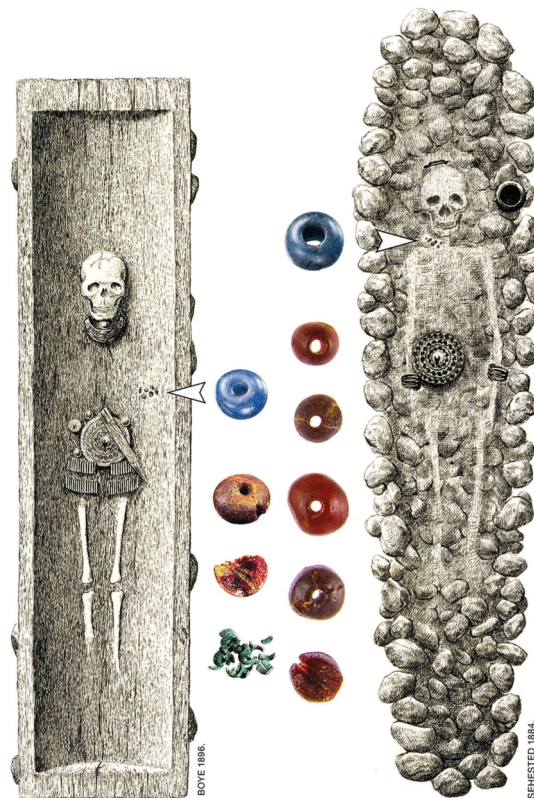


Fig. 3 Drawing of the Ølby grave (left) and Drawing of the Hesselager grave (right).

similar dating (Fig. 3 right). Her grave was exceptionally rich, and she wore the glass beads together with amber beads in a necklace.

9 Shortland 2005; Shortland, Tite, and Ewart 2006; Rehren and Pusch 2005; Jackson and Nicholson 2010.

10 Kaczmarczyk 1986; Shortland, Tite, and Ewart 2006; Shortland,

Rogers, and Eremin 2007.

11 Jackson and Nicholson 2010; Smirniou and Rehren 2013.

12 Varberg, Gratuze, and Kaul 2015.



Fig. 4 The objects from the Melby grave.



Fig. 5 Close up of the beads from the Melby grave.

4.2 Type 2 (Melby)

Glass type 2 is based on seven annular dark blue and turquoise glass beads – B15853, B13707, B17106, B15204, B15205, ARK1600, and B15206 – made of Mesopotamian cobalt blue glass, similar to the Bronze Age glass axes of Nippur. All the beads are from rich female graves dated to the 14th century BC (Period II). The Melby grave (B15853) contained one annular blue glass bead, one annular amber bead, and one amber bead in the shape of an axe (Fig. 4), together with bronze tubes from a corded skirt, ornaments, and a dagger (Fig. 5). The Ordrup grave (B15204-6) contained three glass beads together with three amber beads and one mother of pearl bead, all worn on the upper arm. Glass bead B17106 was found together with two amber beads in a child's grave. Glass bead ARK1600 was found in a female grave on Bornholm. It was also found together with an amber bead and bronze tubes from a corded skirt.

4.3 Type 3 (Søvigård)

Glass type 3 is based on polychrome bead B7328, found in a rich female grave on the west coast of Jutland, also dated to the 14th century BC (per. II). The copper-blue

bead has three stratified eyes made from super-imposed layers of opaque white, amber, and opaque yellow glass (Fig. 6). This may be the first polychrome eye-bead found outside the Mediterranean – and the first amber glass found in Denmark. This was probably because glass was made to copy precious stones, and therefore amber glass was not valued in Denmark, where amber was found naturally.

4.4 Type 4 (Loftsgård)

Glass type 4 is based on four analyses (B3289a–d). They represent four beads from a necklace of a total of 30 annular blue and green glass beads (Fig. 7). The four beads were made of Mesopotamian glass and were found in a rich female grave dated to the 13th to 12th century BC (Period III) on the island of Bornholm. The average lithium and boron oxide content for this type is about four to five times lower than that of type 5 (respectively 24 and 80 ppm for Li₂O, and 480 and 2350 ppm for B₂O₃), and the two types may, therefore, represent two different Mesopotamian workshops producing glass beads at the same time. Another explanation is that two different sources of raw material were used by the same workshop.



Fig. 6 B7328 from Søvigård, Denmark, is a Mesopotamian bead with three yellow, amber, and white-colored stratified eyes; 14th century BC.



Fig. 7 Glass beads from Loftsgård, Bornholm.



Fig. 8 Glass beads from the Cioclovina hoard.

4.5 Type 5 (Voerladegård)

Glass type 5 is based on analyses of 17 annular turquoise glass beads from Danish graves: FHM1389a–b (two beads; Fig. 10), B611 (four beads analyzed from one find that contained a total of 27 similar beads), B7424 (four beads analyzed from one find that contained a total 30 similar beads), and B3516 (one bead analyzed from one find that contained a total 44 similar beads – see Fig. 11). All of these were made of Mesopotamian glass and found in rich female graves dated to the 13th to 12th century

BC. Altogether, 103 glass beads, probably of this type, have been found in Denmark.

Romanian glass beads were found in a grave in Cluj (one piece) and in a hoard in the Cioclovina Cave. In the Cioclovina Cave in Transylvania, a major hoard was excavated between 1969 and 1975, and then in 1979 and 1990. The objects are dated to the 13th to 12th century BC based on the morphology of the artefacts, and included 7572 objects in total. The majority of the artefacts are bronzes and sets of ornamented antler bridle rods from two horse harnesses, along with 500 faience beads,



Fig. 9 The excavated gravesite from Voerladegård, Jutland. The female grave was placed high on a hilltop on one of the highest plateaus in Denmark, overlooking the landscape.



Fig. 10 Glass beads from Voerladegård.



Fig. 11 B3516 Humlum, Denmark. Forty-four annular blue Mesopotamian glass beads from the 12th century BC found together with two gold spiral rings.

1770 amber beads, and 1395 glass beads.¹³ New excavations in 2016 have revealed several more glass beads, and one of them has been analyzed together with glass discovered in the initial campaign – from a total of six glass beads (Fig. 8). They were made with Mesopotamian raw glass, however, the beads were probably made in a secondary workshop that cannot be identified by the chemical analysis. The Romanian glass beads can be categorized as the same type as the Danish beads. It thus appears that Mesopotamian glass was widely distributed

during the Bronze Age.¹⁴ If we include the Romanian find, the number of glass beads of this type comes to 1504, but the number is probably actually much higher considering the similarities in morphology with other finds of glass beads in Europe.

The five glass types fall into two main groups: the Egyptian and Mesopotamian cobalt colored glass from Period II (types 1–3) and the copper colored Mesopotamian glass from Period III (types 4–5). The latter group is greater in number, which may indicate

13 Petrescu-Dîmbovita 1977; Rotea 2017.

14 Varberg, Gratuze, Kaul, et al. 2016.

a peak in Late Bronze Age plant ash glass making in Mesopotamia. Glass beads similar to the Danish type 4 and 5 were also found at Campu Stefanu, Corsica, where one grave contained a necklace of 25 blue glass beads and 28 amber beads.¹⁵

This glass has generally been found in rich female graves and, in rare cases, in hoards. The women wear high status ornaments and political symbols as weapons (Ølby and Melby). The Voerladedgård grave was placed on significant high ground overlooking the landscape (Fig. 9) and, thereby, the main roads in Eastern Jutland, and were only half a kilometer from the Largest river in Denmark – the Gudenåen (river of the Gods). The blue glass may indicate that these women were part of an elite network that controlled the trade of glass and other goods. Perhaps one or two of them travelled south themselves.

5 Tracking trade routes

The Egyptian and Mesopotamian glass beads found in Danish graves (most frequently in rich female graves, but also in those of men and children) suggest that by the 14th century BC, trade routes between the Mediterranean and Scandinavia were already well established (Fig. 12). Other indicators of contact between the areas are the folding chairs found in Northern European Graves and razors with horsehead handles.¹⁶ Glass was also a luxury in Egypt, and the Mesopotamian raw glass formed as ingots were given to the Pharaoh Thutmosis III as a tribute by Syrian kings (Fig. 13).¹⁷ Glass was highly valued and a significant part of the Mediterranean trade system. The question here is, why Denmark suddenly became the northernmost trade-post within this system (Fig. 12).

The answer may be found along the 7300 kilometer-long shoreline of Denmark, where it is possible to find large quantities of Baltic amber – the ‘gold’ of the north. Amber was another material of high value and, like glass, provides evidence of long distance exchange and ancient routes of contact. Today, most of the Bronze Age amber

found in the Mediterranean has been scientifically determined to be succinate, the ‘Baltic amber’ recovered from the coasts of the Baltic Sea, here, including the South Swedish coasts of Scania and Danish Jutland, along with the northwest German Frisian coast on the North Sea.¹⁸ Evidence for the collection and storage of unworked amber has been found at a Middle Bronze Age farm in Bjerre, near the coast in northwestern Jutland,¹⁹ while at Understed, near the east coast of North Jutland, 3.3 kg of unworked amber lumps were deposited in a pottery vessel together with two bronze neck collars, dating the deposition to around 1400 BC.²⁰ Amber was highly valued in Mycenae, Mesopotamia, and probably Egypt,²¹ and may very well be the key to understanding the trade through Europe in 1500–1200 BCE.

There were many amber routes,²² and these may be seen as parts of a system with many possibilities of intersection or crossings, including in Central Europe north of the Alps. A group of western routes followed the Weser and Elbe river systems and the Rhine, while other more eastern routes followed the Oder River.²³ The distribution of amber finds demonstrates that in the Alps, the Brenner and Julier passes were important corridors leading to the Po Valley and, further, to the Adriatic Sea. An easterly route via Vienna or Sopron, passing just east of the Alps, would also reach the Caput Adria area. Further transport was conducted by sea along the coasts of the Adriatic, where there may have been stop-over points in Southern Italy before this long communication route ended in Mycenaean Greece. Alternatively, the route could have taken a more eastern direction through Western Romania, ending in Mycenae. Splendid Late Bronze Age examples of the most distant finds of Nordic amber are provided in Syria by the ‘Qatna Lion’, a small lion-shaped amber cup – probably produced locally from a large lump of amber²⁴ – and the beads and scarabs of Nordic amber that were found in the tomb of Tutankhamen.²⁵

Amber and glass were linked at many points. In North Germany, the 13th century BC hoard from Neustrelitz contained bronze ornaments, 180 blue glass beads, and 20 amber beads. The glass analyzes pointed

15 Peche-Quilichini et al. 2016.

16 Kaul 2013.

17 Shortland 2012.

18 Faber, Frandsen, and Ploug 2000; Goldhahn 2013.

19 Bech and Mikkelsen 1999.

20 Jensen 2002.

21 Hood 1993.

22 Harding 1984.

23 Kaul 2013.

24 Mukherjee et al. 2008.

25 Hood 1993.



Fig. 12 Map showing the areas relevant for the glass trade.



Fig. 13 Glass ingots (colored blue in the center of the photo) from Syria were offered to Thutmosis III as a tribute. Relief from Karnak, Luxor, Egypt.

towards an origin in the Mediterranean area,²⁶ and the morphology of the beads suggests Mesopotamian glass. In a burial belonging to the tumulus culture from around 1400–1450 BC, at Schwarza in South Thuringia, Germany, blue glass beads and amber beads were also found together.²⁷ While further to the east, following the Danube River through Hungary and Romania, evidence of trade with amber and glass beads in the

Cioclovina hoard shows another amber route. Further south, in the heartland of Late Bronze Age societies, both Baltic amber beads and beads and ingots made of Egyptian glass formed part of the precious cargo of the ship wrecked at Uluburun.²⁸ In Denmark, when glass beads have been found in secure burial contexts, they are often together with amber beads. It is possible that glass and amber beads shared some symbolic or

26 Mildner et al. 2009.

27 Ebner 2002.

28 Jackson and Nicholson 2010.

magical value that made it beneficial to carry them together. In addition, a social value would have been apparent. People of the highest levels of society that controlled and benefitted from the amber export may have been the receivers of the exotic and valuable glass beads, with some of the richest Danish female graves (Søvigård, Omme, and Humlum) physically close to well-known amber find-spots along the Danish west coast.

6 The Bronze Age traveler

All trade was accompanied by travelers. Strontium analysis shows, surprisingly, that the Egtved girl from an oak-coffin burial in South Jutland, Denmark was a Bronze Age traveler. She was probably born somewhere in Southwest Germany, but travelled to Jutland several times before she died at the age of 18.²⁹ She died in 1370 BC, and was part of the same generation as the female graves where glass types 1–3 were found. She provides clear evidence of the dynamic Bronze Age traveler that moved over long distances in a short period of

time. This underlines the probability of travelers moving through Europe to the Mediterranean coast with trade goods. The contact between the cultures in the Bronze Age World may have been much more elaborate than previously thought. In this wide-ranging network, the women seemingly played a more central and political role, exemplified by the Egtved Girl and other rich female burials with exotic objects and political symbols.

By 1400 BC, long distance exchange systems had evolved, connecting the shores of the Euphrates and Tigris rivers in Mesopotamia and the Nile in Egypt with the beaches of the Baltic and North seas. By 1300–1200 BC, the amount of glass in Danish Bronze Age finds peaked – and probably also in other parts of Europe.

Glass and amber beads – often worn by women – are evidence of links across the widest expanse of the known world. At both ends of this vast network, as well as at key sites in between, Nordic amber and Egyptian and Mesopotamian glass have been found together, forming a sort of dialogue between exotic materials from distant lands and rich domestic resources.

²⁹ Frei et al. 2015.

Bibliography

Bass 1986

George F. Bass. "A Bronze Age Shipwreck at Uluburun (KAS)." *American Journal of Archaeology* 90 (1986), 269–296.

Bech and Mikkelsen 1999

Jens-Henrik Bech and Martin Mikkelsen. "Landscapes, Settlement and Subsistence in Bronze Age Thy, Nw Denmark." In *Settlement and Landscape: Proceedings of a Conference in Århus, Denmark, May 4–7, 1998*. Ed. by C. Fabech and J. Ringtved. Aarhus: Aarhus Universitetsforlag, 1999.

Biavati and Verità 1989

Alberto Biavati and Marco Verità. "The Glass from Frattesina, a Glassmaking Center in the Late Bronze Age." *Rivista della Stazione Sperimentale del Vetro* 4 (1989), 295–303.

Ebner 2002

Kathrine Ebner. *Die mittlere Bronzezeit in Südthüringen: Untersuchungen zum Bestattungsritus*. Berlin: Akademie Verlag, 2002.

Faber, Frandsen, and Ploug 2000

Ole Faber, Lene B. Frandsen, and Mariann Ploug. *Bernstein*. Varde: Ravnuseet Varde, 2000.

Frei et al. 2015

Karin Margarita Frei, Ulla Mannering, Kristian Kristiansen, Morten E. Allentoft, Andrew S. Wilson, Irene Skals, Silvana Tridica, Marie-Louise Nosch, Eske Willerslev, Leon Clarke, and Robert Frei. "Tracing the Dynamic Life Story of a Bronze Age Female." *Scientific Reports* 5 (2015). URL: <https://www.nature.com/articles/srep10431>.

Goldhahn 2013

Joakim Goldhahn. *Bredarör på Kivik – en arkeologisk odyssey*. Vol. IX. Kalmar Studies in Archaeology. Kalmar: Artes Liberales AB, 2013.

Gratuze 2013

Bernard Gratuze. "Glass Characterisation Using Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry Methods." In *Modern Methods for Analysing Archaeological and Historical Glass*. Ed. by K. H. A. Janssens. Wiley, 2013.

Gratuze 2014

Bernard Gratuze. "Application de la spectrométrie de masse à plasma avec prélèvement par ablation laser (LA-ICP-MS) à l'étude des recettes de fabrication et de la circulation des verres anciens." In *Circulation des matériaux et des objets dans les sociétés anciennes*. Collection Sciences Archéologiques. Ed. by P. Dillmann and L. Bellot-Gurlet. Paris: Éditions Archives Contemporaines, 2014.

Gratuze 2016

Bernard Gratuze. "Glass Characterization Using Laser Ablation-Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry Methods." In *Recent Advances in Laser Ablation ICP-MS for Archaeology, Series: Natural Science in Archaeology*. Ed. by L. Dussubieux, M. Golitko, and B. Gratuze. Berlin: Springer, 2016.

Haevernick 1978

Thea Elisabeth Haevernick. "Zum 'ältesten Glas in Europa'." *Bonner Jahrbücher* 178 (1978), 111–113.

Harding 1971

Anthony Harding. "The Earliest Glass in Europe." *Archeologické Rozhledy* 23 (1971), 188–200.

Harding 1984

Anthony Harding. *The Myceneans and Europe*. London: Academic Press, 1984.

Hood 1993

Sinclair Hood. "Amber in Egypt." In *Amber in Archaeology: Proceedings of the Second International Conference on Amber in Archaeology Liblice 1990*. Ed. by C. W. Beck and J. Jouzek. Prag: Institute of Archaeology Praha, 1993.

Jackson and Nicholson 2010

Caroline Jackson and Paul T. Nicholson. "The Provenance of Some Glass Ingots from the Uluburun Shipwreck." *Journal of Archaeological Science* 37 (2010), 295–301.

Jensen 2002

Jørgen Jensen. *Danmarks oldtid. Bronzealder 2.000–500 f. Kr.* Vol. 2. Danmarks Oldtid. Copenhagen: Gyldendal, 2002.

Kaczmarczyk 1986

Alexander Kaczmarczyk. "The Source of Cobalt in Ancient Egyptian Pigments." In *Proceedings of the 24th International Archaeometry Symposium*. Ed. by J. S. Olin and M. J. Blackman. Washington DC: Smithsonian Institution Press, 1986.

Kaul 2013

Felming Kaul. "The Nordic Razor and the Mycenaean Lifestyle." *Antiquity* 87 (2013), 461–472.

Kersten 1935

Karl Kersten. *Zur älteren nordischen Bronzezeit*. Neumünster: Wachholtz, 1935.

Mildner et al. 2009

Stephanie Mildner, Frank Falkenstein, Jens-Peter Schmidt, and Ulrich Schüssler. "Materialanalytische Untersuchungen an ausgewählten Glasperlen des bronzezeitlichen Hortfund von Neustrelitz, Lkr. Mecklenburg-Strelitz." *Jahrbücher der Bodendenkmalpflege in Mecklenburg-Vorpommern* 57 (2009), 43–63.

Montelius 1917

Oscar Montelius. *Minnen från vår forntid: I, Stenåldern och bronsåldern*. Stockholm: P. A. Norstedt & Söners, 1917.

Mukherjee et al. 2008

Anna J. Mukherjee, Elisa Roßberger, Matthew A. James, Peter Pfälzner, Catherine L. Higgitt, Raymond White, David A. Pegg, Dany Azar, and Richard P. Evershed. "The Qatna Lion: Scientific Confirmation of Baltic Amber in Late Bronze Age Syria." *Antiquity* 82 (2008), 49–59.

Müller 1882

Sophus Müller. "Den europæiske Bronzealders Oprindelse og første Udvikling, oplyst ved de ældste Bronzefund i det sydøstlige Europa." *Aarbøger for nordisk oldkyndighed og historie* 1882 (1882), 279–356.

Peche-Quilichini et al. 2016

Kewin Peche-Quilichini, Ludovic Bellot-Gurlet, Eleonora Canobbio, Joseph Cesari, Bernard Gratuze, Franck Leandri, Celine Bressy-Leandri, Paul Nebbia, and Celine Paris. "Campu Stefanu (Sollacaro, Corsica). Middle Bronze Age Amber and Glass Beads Analyses. A New Evidence for Mycenaean Connection in Corsica?" *Fontes Archaeologici Posnanienses* 52 (2016), 67–79.

Petrescu-Dîmbovita 1977

Mircea Petrescu-Dîmbovita. *Depozitele de bronzuri din România*. Bucuresti: Ed. Academiei Republicii Socialiste România, 1977.

Rehren and Pusch 2005

Thilo Rehren and Edgar B. Pusch. "Late Bronze Age Glass Production at Qantir-piramesses, Egypt." *Science* 308 (2005), 1756–1758.

Rotea 2017

Mihai Rotea. "The Hoard from the "cioclovina Cu Apa" Cave: Content, Dating and Significations." *Acta Musei Napocensis* 54/1 (2017), 41–140.

Shortland 2005

Andrew J. Shortland. "The Raw Materials of Early Glasses: The Implication of New Laicp-MS Analyses." In ed. by H. Cool. Nottingham: AIHV, 2005, 1–5.

Shortland 2012

Andrew J. Shortland. *Lapis Lazuli from the Klin. Glass and Glass-making in the Late Bronze Age*. Leuven: Leuven University Press, 2012.

Shortland, Rogers, and Eremin 2007

Andrew J. Shortland, Nick Rogers, and Katherine Eremin. "Trace Element Discriminants between Egyptian and Mesopotamian Late Bronze Age Glasses." *Journal of Archaeological Science* 34 (2007), 781–789.

Shortland, Tite, and Ewart 2006

Andrew J. Shortland, Michael Tite, and Ian Ewart. "Ancient Exploitation and Use of Cobalt Alums from the Western Oases of Egypt." *Archaeometry* 48/1 (2006), 153–168.

Smirniou and Rehren 2013

Melina Smirniou and Thilo Rehren. "Shades of Blue E Cobalt-copper Coloured Blue Glass from New Kingdom Egypt and the Mycenaean World: A Matter of Production or Colourant Source?" *Journal of Archaeological Science* 40 (2013), 4731–4743.

Varberg, Gratuze, Kaul, et al. 2016

Jeanette Varberg, Bernard Gratuze, Flemming Kaul, Anne H. Hansen, Mihai Rotea, and Mihai Wittenberger. "Mesopotamian Glass from Late Bronze Age Egypt, Romania, Germany, and Denmark." *Journal of Archaeological Science* 74 (2016), 184–194.

Varberg, Gratuze, and Kaul 2014

Jeanette Varberg, Bernard Gratuze, and Flemming Kaul. "Glasvejen." *Skalk Magazine* 5 (2014), 20–30.

Varberg, Gratuze, and Kaul 2015

Jeanette Varberg, Bernard Gratuze, and Flemming Kaul. "Between Egypt, Mesopotamia and Scandinavia: Late Bronze Age Glass Beads Found in Denmark." *Journal of Archaeological Science* 54 (2015), 168–181.

Illustration credits

1 Varberg, Gratuze, Kaul, et al. 2016. 2 Photo: A. Mikkelsen, National Museum of Denmark. 3 Varberg, Gratuze, and Kaul 2014. 4–7 Photo: A. Mikkelsen, National Museum of Denmark. 8 Photo: M. Rotea. 9 Photo: J. Varberg. 10 Photo:

Moesgaard Museum. 11 Photo: A. Mikkelsen, National Museum of Denmark. 12 Map: J. Varberg. 13 Photo: J. Varberg.

JEANETTE VARBERG

is mag.art. (2006) and a Curator specialized in Nordic Bronze Age. After having been responsible for the Bronze Age department at the Moesgaard Museum, Varberg has been a curator at the National Museum of Denmark since 2018. The focus of her research is on the Bronze Age Trade, identities, and warfare. She initiated the research collaboration between the Moesgaard Museum, the Danish National Museum, and the Institut de Recherche sur les ArchéoMATériaux Centre Ernest-Babelon CNRS/Université d'Orléans that have produced new research results in Late Bronze Age glass.

Jeanette Varberg
The department of Ancient Cultures of Denmark and
the Mediterranean
The National Museum of Denmark
Frederikholms Kanal 12
1220 Copenhagen K, Denmark
E-Mail: Jeanette.varberg@natmus.dk

Julian Henderson, Simon Chenery, Edward W. Faber, Jens Kröger

Political and Technological Changes, Glass Provenance and a New Glass Production Model along the West Asian Silk Road

Summary

We consider some of the social, political, and economic factors that led to the mass production of glass, especially during the 'Abbasid Caliphate. Scientific analysis is used to investigate glass production, and consider how these factors can be used to interpret the results having defined glass technology and its provenance for glass derived from a 2000-mile area of the Middle East, between Egypt and northern Iran. The results show evidence of production in the Levant, northern Syria, and Iran/Iraq as well as sub-zones associated with cosmopolitan urban centers in Cairo, Beirut, Damascus, Al-Raqqa, Samarra, Ctesiphon, and Nishapur and specialized production of specific vessel types. It is shown that glass trade occurred between these hubs with limited recycling within a decentralized production system forming part of the 'Abbasid economic boom.

Keywords: Silk Road; glass; glass trade; provenance; production model

Der Beitrag diskutiert die sozialen, politischen und ökonomischen Faktoren, die zur Massenproduktion von Glas, insbesondere während des Kalifats der Abbasiden, führte. Durch naturwissenschaftliche Analysen wird der Glasproduktion nachgegangen und die Glastechnologie und -provenienz in einem

Raum zwischen Ägypten und dem nördlichen Iran erörtert. Produktionszonen lassen sich in der Levante, dem nördlichen Syrien, Iran und Irak feststellen; in den kosmopolitischen Metropolen in Kairo, Beirut, Damaskus, Al-Raqqa, Samarra, Ctesiphon und Nishapur fand eine Spezialisierung auf bestimmte Gefäßtypen statt. Es wird zudem gezeigt, dass der Glashandel mit minimalem Recycling zwischen den genannten Zentren stattfand und Teil eines dezentral organisierten Produktionssystems war, das für den wirtschaftlichen Aufschwung der Abbasiden verantwortlich war.

Keywords: Seidenstraße; Glas; Glashandel; Provenienz; Produktionsmodell

We are grateful to the University of Nottingham Centre for Advanced Studies for funding this research (PI J.H.) and to the Museum of Islamic Art in Berlin; the Museum of Islamic Art in Doha; the Director General of Antiquities for Syria, Dr Sophie Bertier; and Dr. Hans Curvers for giving us permission to take micro-samples of glass for scientific analysis. Simon Chenery published with permission of the Director of the British Geological Survey.

I Introduction

The ‘Silk Road’ extended from as far as Scandinavia in the west to Japan in the east. It is in fact a network of connections with several possible routes extending east-west and north-south. Part of it is recognizable from as early as the 4th century BC with Alexander the Great’s incursions into Afghanistan, Sogdiana, and Bactria; others would argue that there is evidence for an earlier ‘Silk Road’ back into the Bronze Age.¹ Whilst Liu² suggests that the Han, Kushan, Parthian, and Roman empires can be seen to have created a network that formed a Silk Road, the contacts that more fully formed the Silk Road only occurred after these empires collapsed. The Silk Road formed a complex and fascinating international corridor along which humans, religions, ideas, technologies, languages, and diseases travelled. Groups such as the Persian Sasanians, the Tang Chinese, the Middle Eastern Arabs, and the Central Asian Turkic and Sogdian peoples were involved in production, exchange, and trade over different parts of the Silk Road. The existence of such a network of contacts, and its links to the waterborne spice route, is reflected in the occurrence of a wide range of materials such as silk, spices, ceramics, metals, glass, and minerals. Materials may have moved as diplomatic gifts or as a result of trade, exchange, wars, and diaspora – these distribution patterns are in fact more analogous to a modern day ‘virtual network’ than to a physical road structure. These materials have been found in a range of contexts on the Silk Road, including cosmopolitan trading hubs, palaces, burials, and temples. What we still need is a full review of precisely what materials and objects were found at which sites and in which contexts on the Silk Roads, and how such materials were used in a variety of social contexts. This would lead us to consider comprehensive assemblages of associated artefacts in a range of archaeological contexts; in this sense, Susan Whitefield has made a very important contribution to this discussion.³ There were periods during which interaction along the Silk Roads, and, therefore, the deposition of artefactual evidence, peaked.

One such period was when two great empires located on the Silk Road peaked: the Chinese Tang Dynasty (618–906) and the earlier part of the ‘Abbasid

Caliphate (750–1258) in the Middle East. Both empires were highly centralized with complex administrative systems that very effectively controlled vast swathes of territory. Other empires, such as the Byzantine one, controlled wide stretches of Europe and parts of the Mediterranean, but the caliphate became increasingly dominant from ca. 750 AD, at the start of the ‘Abbasid Caliphate.

Both the ‘Abbasid Caliphate and the Tang Dynasty had highly successful economic systems that were tied to the mass production of a range of materials across a wide geographic area of influence. Such materials were characteristic, and diagnostic, of the cultural contexts in which they were produced and used, reflecting the cultural identity of the regions in which they were made and, potentially, the ethnicity of the artisans that were involved in making them. The Tang capital was in Chang’an (modern Xi’an), Shaanxi Province, northwestern China; the ‘Abbasid capital was primarily in Baghdad, Iraq.

Other multi-ethnic hubs linked by the Silk Road that lay between the Mediterranean Basin and Central Asia included Venice, Thessaloniki, Constantinople, Cairo, Damascus, Beirut, Al-Raqqqa, Baghdad, Samarra, Nishapur, Rayy, Merv, Samarkand (Afrasiab), Bukhara, and Balkh. Some of these hubs would have had extensive industrial complexes, feeding materials into the exchange and trade networks of the land-based Silk Road and the connected maritime Spice route, both ultimately leading to Southeast Asia. The changing distributions of material culture across Eurasia is, therefore, one way of defining the evolution of the Silk Roads over time.

The evolution of production, trade, and exchange systems across Eurasia was far from simple; it was affected by a complex combination of economic, political, and cultural factors. If we consider the material culture, especially glass, some of the factors that would have affected the west Asian part of the Silk Road (the focus of this paper), include:

1. the structure of the economy in urban and rural contexts and the roles that governors and Caliphs played in determining the scale and organization of industries;

¹ C. Li et al. 2010.

² Liu 2010, 62.

³ Whitefield 2018.

2. the social hierarchy, including the social status of artisans who made glass and pottery and their the ethnic identities;
3. the social value of materials, and the ways in which they were used in urban and rural life (e.g. storage vessels, dining rituals, medicine, scientific instruments, etc.);
4. the presence of ‘men of science’ and the role of ‘alchemy’;
5. production specializations;
6. sourcing of raw materials such as fuel, plant ash, sand, scrap glass, clay for making furnace bricks and crucibles, and glass working equipment,⁴ some of which was determined by the local agricultural cycles; and
7. transport and trade/exchange of raw materials and finished products.

This is not an exhaustive list, but these factors both singly, and in combination with others, would have impacted on the inter-related urban and rural networks that formed the Silk Roads at different times.

The aim of this paper is to relate, as far as possible, the results of scientific glass analyses to the organization of glass production, especially during the ‘Abbasid Caliphate across the western Asian Silk Roads during a period of cultural and economic development and change. The production and use of glass made in the Islamic world, and the results of these analyses, can be considered to reflect a combination of the factors listed above. This has developed from the discussion of a comprehensive analytical survey of Islamic glass dating mainly between the 8th and 10th centuries, found at sites situated between Egypt and northern Iran, across a distance of some 2000 miles.⁵ Here, we consider more closely features of the Middle Eastern early Islamic political and economic landscapes as a background to the interpretation of glass production models, and we reconsider the same chemical data in somewhat more detail in

terms of the evidence for provenance.

2 Changing economies, changing caliphates, production, and trade

The communities that lived along the Silk Road experienced changing economic and social conditions that affected production and trade in different ways at different times. Factors such as wars, diaspora, and diseases (such as the plague during the Umayyad Caliphate in the Middle East) would all have had an impact on residents of cosmopolitan hubs and the connected settlement networks. It would be simplistic to suggest that the outbreak of war and the associated diaspora always caused the demise of an industry. For example, political disruptions in the late 7th and 8th centuries created a Syrian diaspora of many Byzantine Greeks (referred to as the Rūm by the Arabs) from the Levantine littoral,⁶ which may well have impacted on industries such as glass production. Groups of Jews, Muslims, and Christians would have been involved in glass production, especially in the Levant. Furthermore, during the Umayyad Caliphate, changes in political and diplomatic links that existed between the Byzantine and Muslim worlds would have impacted on the supply of glass and other materials.⁷ Another political factor that would have had an impact on the economy of Middle Eastern countries was the transfer of centralized power from Damascus in Greater Syria to Baghdad in Iraq when the ‘Abbasid Caliphate displaced the Umayyads in 750.⁸ Indeed, the economic boom that occurred under the ‘Abbasids, with the associated centralization of administration, had a measurable effect on production and trade in and between the connected centers of Basra, Baghdad, and Samarra in Iraq – and, undoubtedly, in the palace city of Al-Raqqā in Syria. The positive effect of such a boom was felt as far away as Southeast Asia.⁹

Basra was described by the 10th century geographer al-Muqaddasi as “a port on the sea, and an emporium of the land”, underlining its important role linking Iraq and the Persian Gulf to Arabia East Africa, India, and Southeast Asia.¹⁰ In the late 8th to early 9th centuries, Harun al-Rashid and subsequent caliphs developed a taste for

4 Henderson 2000, 90.

5 Henderson, Chenery, et al. 2016.

6 Kennedy 2010, 191.

7 Grabar 2004; Henderson 2013, 255–257.

8 Wickham 2004, 168.

9 Stargardt 2014.

10 Whitcomb 2009.

Chinese porcelain: 70 000 pieces of Chinese stoneware and porcelain were found on the wreck of the *Belitung*, an Arabic dhow that sank off the coast of Belitung Island, Indonesia and is preserved in astonishingly good condition.¹¹ It dates to ca. 830–850, and is thought to have been sailing to the Middle East. The *Cerebon*, thought to date to c. 970, was wrecked in the Java Sea. It had on board, amongst other things, 250 000 Chinese ceramics, 20 Islamic glass flagons (not obviously prestigious), and a large amount of broken glass. It is thought to have been sailing eastwards.¹² The trade between Southeast Asia and the Middle East, therefore, occurred on an enormous scale. In the 9th and 10th centuries, extremely rich financiers gained their wealth from overseas trade, such as Abū Bakr, whom Ibn Hawkal met in Basra in 961.¹³ Ashtor has described the ‘Abbasid economy as “pre-capitalist”:¹⁴ The trade continued in later periods, as revealed by the excavations of the early 11th century wreck of the *Serçe Limani*. Excavations of this ‘glass wreck’ produced tons of raw and scrap glass, and has provided evidence, if needed, for a high level of glass trade in the Mediterranean at the time.¹⁵ Nevertheless, production and trade at this time occurred at a lower level than during the ‘Abbasid Caliphate.

The focus of trade during the ‘Abbasid Caliphate shifted from the Mediterranean to the ‘Mesopotamian’ region,¹⁶ with Baghdad becoming a center of the ‘Abbasid economy’,¹⁷ rather than Damascus. Baghdad had links along the land-based Silk Roads to Central Asia and China and via Basra and Siraf to East Africa, South Asia, and East Asia. Though diminished in political terms, Damascus still continued to be an important center for production and trade on the Silk Roads. With this shift in the center of power, northern Syria, linked to Baghdad by the river Euphrates would have become more integrated into the ‘Abbasid political realm. Indeed, the cosmopolitan center of Al-Raqqā in northern Syria, located by the Euphrates River, developed into a palace city during the time that Hurun al-Rashid resided there between 796 and 808, before he moved back to Baghdad

in 809.¹⁸ Al-Raqqā’s foundation may partly have been due to the firm political and economic links between Baghdad and the upper and middle Euphrates after 750. From the late 8th century onwards, Al-Raqqā was an important industrial center, producing glass and ceramics on a very large scale.

3 Archaeological and historical evidence for Islamic glass production

Reliable archaeological evidence for the fusion of ancient glass from raw materials in furnaces is still relatively rare, especially in inland locations.¹⁹ Excavations in the 8th or 9th century at the site of Beth She’an (Scythopolis) in the Levant produced evidence of primary glass production (and for late Roman linen and Umayyad ceramic production).²⁰

Interdisciplinary research at the cosmopolitan hub of Al-Raqqā, northern Syria, has revealed an 8th to 12th century industrial complex (Figs. 1 and 2). Here, excavations have provided evidence of glazed and unglazed pottery production and primary glass production. Glass was made using ashed halophytic plants and sand²¹ and involved frit,²² a semi-fused glass. Glass production occurred on a massive scale in rectangular tank furnaces, evidence for which was found at Tell Zujaj and Tell Belor (see Fig. 2). The most recent discovery, in 2010, was of a probable new type of ancient glass furnace: an early Islamic downdraft furnace at Tell Abu Ali within the Al-Raqqā industrial complex.²³ Figs. 3 and 4 show sections of the down-draught furnace; Fig. 5 shows the industrial complex, including large circular and smaller rectangular pottery kilns.

‘Abbasid glass production formed part of a period of technological innovation and experimentation that characterized the flourishing economy of the ‘Abbasid Caliphate, and may be related to the presence of a famous scientist in Al-Raqqā, Jabir ibn Hayyan, who is regarded as one of the fathers of modern chemistry and

11 Krahl 2011.

12 Stargardt 2014, 45–46.

13 Banaji 2010, 175.

14 Ashtor 1976.

15 Bass et al. 2009.

16 Wickham 2004.

17 Lapidus 2014.

18 Henderson, Challis, et al. 2005; Heidemann 2006.

19 Aldsworth et al. 2002; Gorin-Rosen 2000; Henderson 2013.

20 Gorin-Rosen 2000; Tsafirir 2009.

21 Henderson, McLoughlin, and McPhail 2004; Freestone 2006; Barkoudah and Henderson 2006.

22 Henderson 1995.

23 Khalil and Henderson 2011.

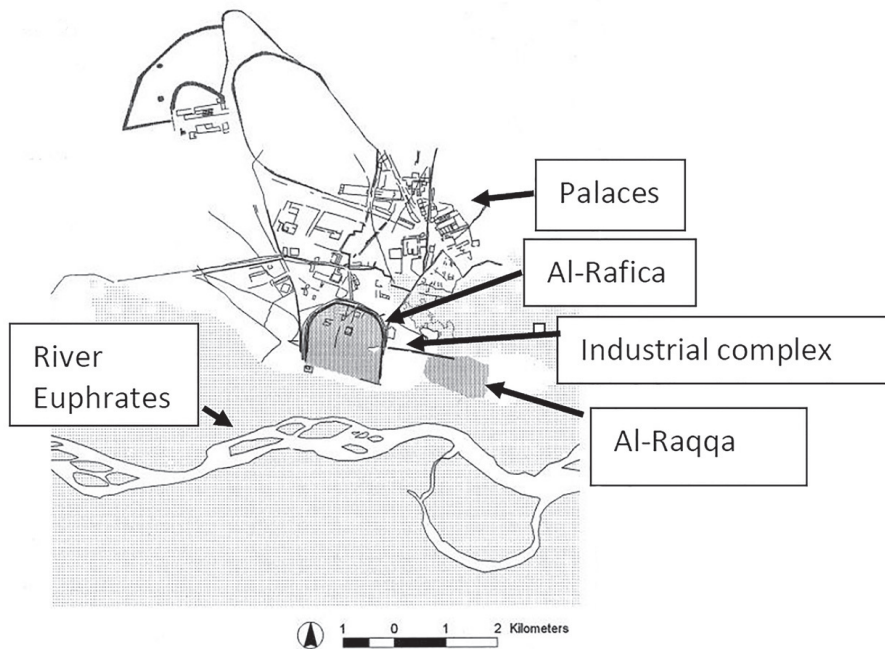


Fig. 1 GIS map of the medieval landscape of Al-Raqqa, northern Syria, including the horseshoe-shaped double walled enclosure of Al-Raqqa's twin city, al-Rafica (the companion), the industrial complex, and the palace complexes. The map is based on a 1967 declassified corona satellite image (we are grateful to the Director General of Antiquities for Syria for providing this photo).



Fig. 2 Close-up of the 1969 declassified Corona satellite image of the Al-Raqqa industrial complex showing the sites excavated. 1 = 11th century Tell Fukhar, 2 = 11th to 12th century Tell Belor; 3 = 9th century Tell Zujaj; 4 = Late 8th to 9th century Tell Aswad; and white spot = 9th century Tell Abu Ali (we are grateful to the Director General of Antiquities for Syria for providing this photo).

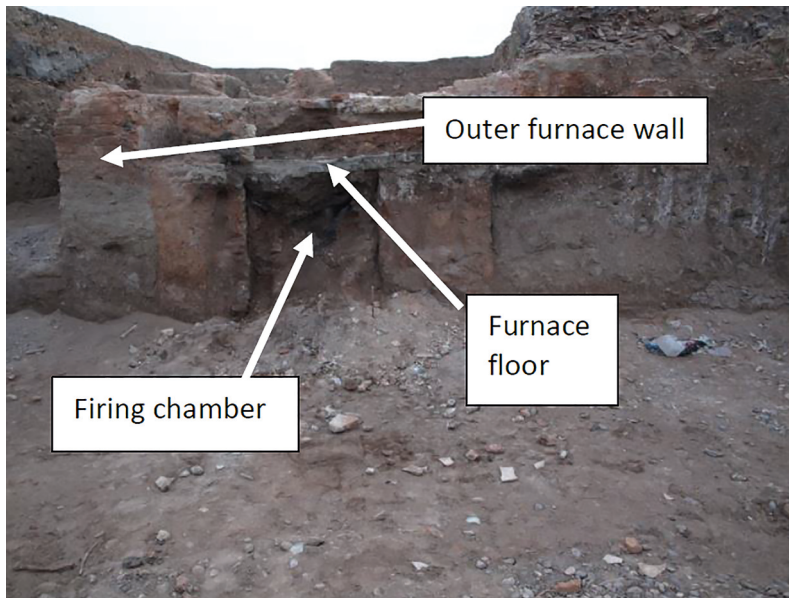


Fig. 3 Section through a probable downdraft glass furnace, Tell Abu Ali, Al-Raqqa, Syria. The height from the top of the section of the furnace wall to the base of the firing chamber is 1.05 m. The furnace measures 3.7 x 2 m and has a sloping floor. The grey left-hand outer wall measures 0.4 m.



Fig. 4 A close-up of the top of the melted firing chamber in which carbonized fuel is still visible, with 2 layers of melted bricks above it, forming the floor of the furnace. Dark vertical glass is visible between the lower layer of melted bricks; the upper layer is almost completely deformed and melted, so it evidently received more heat than the lower layer. This supports the interpretation that the source of heat was from above, as would occur with a downdraft furnace.



Fig. 5 The glass furnace at Tell Abu Ali formed part of a cluster of other high temperature structures in which pottery was fired and glass made. In this photo, a line of circular and rectangular pottery kilns can be seen. The closest one is a large (2.5 m in diameter) kiln used for the production of glazed ceramics, in which glazed kiln bars were found *in situ*. Undoubtedly, technological knowledge was exchanged between artisans involved in glazed pottery and glass production.

may have worked with the caliph, Harun al-Rashid. He wrote extensive treatises on, amongst other things, the production of glass, glass coloration, and even on the techniques involved in making luster decoration.²⁴ Possible evidence of experimentation with plant ash glass technology at Al-Raqqa has been discovered using scientific analysis. The evidence that suggests this took place there is provided by scientific evidence for mixing of varying proportions of two compositional glass types.²⁵

The industrial complex at Al-Raqqa was 2 kms long, with deposits of industrial refuse up to 7 meters deep. There is evidence from excavations that the manufacture of glass and ceramics occurred in the late 8th, 9th, 11th, and 12th centuries. This would have required a high level of organization, potentially going all the way up to the caliph.²⁶ The glass and ceramics made there were probably traded in the nearby markets, the latest of the two occupying the area between Al-Raqqa and Al-Rafica (see Fig. 1).²⁷

It seems obvious that the production of glass and ceramics was linked at various levels, and that the organization of their production would have overlapped at

various times. As noted elsewhere,²⁸ when ceramics and glass were made at the same industrial complex, as they were in Al-Raqqa (with historical evidence this also occurred at Tyre), it is very likely that some of the same fuels were used. Additionally, brick-making facilities for pottery kilns and glass furnaces would have been shared, although potentially with somewhat different refractory qualities, given the higher temperatures involved in glass making. The manufacture of alkali glasses and alkali glazes were likely to have used similar procedures, even if the colorants used were sometimes different.

Up to now, the most complete Islamic glass furnaces have been found at Tyre, in Lebanon.²⁹ There, the maximum height of the tank furnace walls that survived is 1.2 m. It is estimated that as much as 32 tons of raw plant ash glass³⁰ would have been produced per batch. The furnaces probably date to between the 10th and 12th centuries. Unlike Al-Raqqa, where minimal historical references to glass production have been found,³¹ those for Tyre are quite extensive.³² Al-Muqaddasī states that cut and blown glasses were produced there; in 1163 Benjamin of Tudela, a Spanish Rabi, reported that 400

24 Ullmann 1970; Haq 1994; Al-Hassan 2009.

25 Henderson, McLoughlin, and McPhail 2004, 455–460.

26 Henderson, Challis, et al. 2005.

27 Heidemann 2006, 38.

28 Henderson 2000, 90.

29 Aldsworth et al. 2002.

30 Freestone 2002.

31 Heidemann 2006, 41, no. 54.

32 Irwin 1998; Carboni, Giancarlo, and Whitehouse 2003.

Jews were involved in glass production and ship owning there;³³ and in the 12th century, al-Idrīsī reported that Jews made both glass and ceramics in the suburbs of Tyre.³⁴

The Tyre and Al-Raqqā glass furnaces were excavated relatively recently using modern techniques. During a survey of Samārrā, Iraq, Northedge and Faulker found evidence of glass production close to palaces on the northern bank of the Tigris, in an area known locally as mʿmal al-Zujāj (Zujāj is one Arabic word for glass).³⁵ Here, unsurprisingly there is evidence of an industrial estate.³⁶ Moreover, there are historical references to glass production in the al-Qadisiyya³⁷ quarter of Baghdad and in Aleppo during the time of the Ayyubids: Yāqūt (d. 1229), who lived in Aleppo described a source of fine white sand that was used for making glass there.³⁸ Moreover, Lamm has suggested that Basra was an important center for glass production.³⁹ Additionally, Ettinghausen described some of the evidence for glass production there.⁴⁰ However, although historical evidence suggests that glass was fused from raw materials at Basra, currently there is no archaeological evidence of this.

Ettinghausen also suggested that Basra was a center for the production of the finest early Islamic glassware, including lusterware,⁴¹ though without scientific analysis this is very difficult to prove. Luster painting on glass and ceramics may have been a secret that was retained within the families associated with the art, such as the 13th–14th century Abu'l-Tahir family based in Kashan, of which the famous Abu'l Qasim was a member.⁴² Basra was evidently a center for glass production; it was also an important center for ceramic production.⁴³ Moreover, Ya'qūbi notes that potters and glass makers were sent from Basra to the new capital of Samarra.⁴⁴ As noted above, there can be little doubt that the technologies for making glazed ceramics and glass involved the same social groups (e.g. for making bricks to construct

furnaces and kilns and gathering different types of fuel, plant ash fluxes, and sand). It would be obtuse to suggest that artisans involved in making Islamic glazes and glasses (essentially the same substance) using the same raw materials did not communicate with each other and share technological knowledge and expertise.

Glass was also produced in other parts of the Islamic world; for example, there is archaeological evidence for glass making in 12th-century Islamic Spain and for glass working in 14th-century Crimea.⁴⁵ There were also centers that specialized in making specific vessel forms.⁴⁶ Large numbers of glass vessel fragments have been found in centers like Nishapur (Iran) and Hama (Syria), and this may suggest that glass vessels, and perhaps glass, were made there, but it is not yet proof.

Glass raw materials

Both natron (a mineral source of flux) and plant ash glasses were used to make Islamic glass vessels. Here, we will focus on plant ash glasses. Such glass was made using a combination of ashed halophytic plants and sand, or possibly crushed quartz.⁴⁷ Suitable plants for glass making still grow in a variety of salt-rich environments (i.e. they are salt-tolerant and concentrate the salts in their tissues), including in semi-deserts across Western, Central, and Southeast Asia. Possible plant genera that might have been used are *Salicornia*, *Salsola*, and *Hammada*.⁴⁸ The plant ash glass made in Islamic tank furnaces is of a range of colors, including pale green, olive green, pale blue, and purple. These colors are due to a range of factors,⁴⁹ one of which is the presence of iron-bearing minerals in the sand used to make the glass, producing the so-called 'naturally colored' green glass. Another colorant, found universally in Islamic glass, is manganese oxide. It would seem that manganese was added deliberately to the glass melt as part of Islamic

33 Wright 1848, 80.

34 Chebab 1979, 429.

35 Northedge and Faulkner 1987.

36 Northedge and Faulkner 1987, 149; Milwright 2010, 146.

37 Lamm 1929, 498.

38 Yāqūt ibn 'Abd Allāh al-Ḥamawī 1866, 631.

39 Lamm 1929.

40 Ettinghausen, Grabar, and Jenkins-Madina 1987, 72.

41 Ettinghausen 1984.

42 Komaroff 2004, 39.

43 Hallett 2000; Watson 2014.

44 Aḥmad ibn Abi Ya'qūb ibn Ja'far ibn Wahb ibn Waḍīh al-Ya'qūbī 1937, 57.

45 Henderson 2013, 269.

46 Schatzmiller 1994, 224–226.

47 Henderson 2013, 260–266.

48 Amouric and Foy 1991; Ashtor 1992, 492; Barkoudah and Henderson 2006.

49 Henderson 2000, 29–30.

glass technology.⁵⁰ Another important factor that determined the final glass color was the balance of oxidizing (oxygen) and reducing (carbon dioxide and carbon monoxide) gases in the furnace; the combined presence of iron and manganese oxides in the glass melt produced pale green, olive green, pale blue, and purple glass.

Very low levels of colorants, such as cobalt and copper, may also have been added deliberately when glass was re-melted, prior to it being blown. This produced a wider range of glass colors, including deep translucent blue and turquoise green. Cobalt-bearing minerals would have been associated with a range of other minerals as part of ore deposits. The result is that associated ‘impurities,’ such as nickel, iron, and alumina, would also enter the glass in which cobalt had been used as a colorant.⁵¹ This can sometimes make it possible to suggest strongly the source of the cobalt. Associations of trace elements with raw materials, including colorants and contaminants in the glasses are discussed in the results section below.

4 Islamic glass vessel types

Most Islamic glass would have been undecorated and made into a range of forms, such as bottles, cups, beakers, jugs, rose water sprinklers, and alembics. A range of rather more diagnostic decorated glass vessel types have also been found in Islamic contexts, these include: luster-decorated, mold decorated, cameo decorated, pinch decorated, scratch engraved, line decorated, wheel cut, trail decorated, and enameled.⁵² In addition, glass wall plaques and beads have been found. Some glass shows the continuation of Roman/Sasanian techniques into the Islamic period. Examples include: trail-decorated vessels (characteristic of Eastern Mediterranean production), applied plastic decoration, impressed (pinched) decoration, marvered decoration, facet cut vessels, molded vessels (such as bowls with ‘pillar molded’ decoration), enameled and gilded

decoration, and the use of the *millefiori* technique to decorate vessels and exquisite Samarra wall plaques.⁵³ Others are new Islamic types; these are luster-decorated⁵⁴ and relief- and scratch-decorated vessels. As noted, although facet cut glass was manufactured by the Romans and Sasanians, Islamic glass workers built on this, producing a wide range of variations, including scratch-decorated vessels.⁵⁵ That both luster and scratch decorated vessels had a high value is demonstrated by their occurrence in the Famen Temple (Famensi) Royal Treasury in Shaanxi Province, northwestern China, which was sealed in 874; glass was found there, together with silk, gold, silver, pearls and porcelain objects.⁵⁶ The elite social and ritual context of the Famen Temple is quite exceptional.

Whereas the high status elite context for the glass found in the Famen Temple is unquestionable, the social roles and associated values that Islamic glass vessels had, has hardly been explored. With the expansion of the ‘Abbasid economy in the 9th century and the associated increased scale of ceramic and glass production (which, as noted above, would have shared various stages of production) as part of the economic boom, it is likely that dining habits and associated rituals were modified and changed. How such changes affected the use of glass vessels in lower levels of society is difficult to gauge. Hadith literature stated that ceramics and glass vessels should be used as tableware, rather than vessels made from fine, and especially precious, metals.⁵⁷ Undoubtedly, the feasts arranged by the caliph and his retinue would have used the highest quality of glass and ceramic vessels. Mamluk enameled lamps would have been used to light madrasas, mausoleums, mosques, and Sufi khanaqahs.⁵⁸

In order to investigate production, provenance, and supply of early Islamic glass in Western Asia, we carried out scientific analyses of 97 samples from a range of cosmopolitan contexts, in an area situated between Egypt and northern Iran.

50 Sayre and Smith 1961; Henderson, McLoughlin, and McPhail 2004.

51 Henderson 2013, 69–75.

52 Carboni 2001; Carboni and Whitehouse 2001; Whitehouse 2010.

53 Carboni 2001, 15–17.

54 Carboni 2001, 51–53; Carboni and Whitehouse 2001, 52.

55 Carboni 2001, 71–73; Hadad 2000; Kröger 2005; Whitehouse 2010.

56 An 1991; Jiang 2010; Q. Li et al. 2016.

57 Komaroff 2004, 37.

58 Komaroff 2004, 44.

5 Glass characterization: materials and techniques

In our earlier paper, we reported on the results of 97 analyses of Islamic glass.⁵⁹ The glass samples were derived from the cosmopolitan centers of 9th century Beirut (Lebanon), 11th to 12th century Damascus (Syria), 9th century Al-Raqqa (Syria), 9th century Samarra (Iraq), 9th to 10th century Ctesiphon – Islamic al-Madā'in (Iraq), 9th to 10th century Nishapur (Iran), and 14th to 15th century Cairo (Egypt). We also included samples of glass from a late phase (8th to 10th century) of the important palatial site of Khirbat al-Minya (Israel). The site of Khirbat al-Minya is an Umayyad palatial building of the 8th century. Later settlement phases within the palatial building date from the 11th to 14th century. The glass window pane fragments found there belong to the Umayyad Period. The production center for 'Cairo' glass is a suggested one, based on the dedications on the mosque lamps to specific emirs who ruled in Cairo. Therefore, it is presumed that the glass used to make the lamps was fused in Cairo. The emirs reigned between ca. 1300–1340, ca. 1350–1365, and ca. 1412–1415.⁶⁰

The vessel types sampled include some that are discussed above. They are colorless and green cut and ground vessels from Nishapur, Samarra, and Ctesiphon; vessels with applied decorative strings with green bodies from Nishapur; vessels with applied knobs from Nishapur; colorless pinched vessels from Nishapur and Samarra; scratch decorated vessels from Samarra; cameo decorated vessels from Samarra; and enameled mosque lamps, probably from Cairo. We also analyzed undecorated vessels. These include bottles, beakers, bowls, phials, vases, flasks, and grenades from Beirut, Damascus, Khirbat al-Minya, Al-Raqqa, and Ctesiphon. For comparison, we included samples of colored wall plates from Samarra and window glass from Khirbat al-Minya and Al-Raqqa. To test the provenance of the glass samples from the only archaeologically proven primary glass making site for which we had samples, we included samples of raw furnace glass from Al-Raqqa, Syria of a range of colors (see above).

The scientific techniques used to analyze the glass

were electron probe microanalysis (EPMA) and laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry (LAICPMS). The techniques and the experimental conditions employed are described in detail elsewhere.⁶¹ EPMA was used to determine major and minor elemental concentrations in the glass samples and LAICPMS was used to determine the trace element concentrations in the glass samples.

6 Results

The association of trace elements with particular raw materials or 'contaminants' in all of the glass samples analyzed is given in Fig. 6. This figure was produced by performing cluster analysis on all the trace elements detected in 97 glass samples, in order to investigate any association between the elements in the glasses. The degree of 'similarity' is given on the Y axis.

First, it can be seen that there is a clear association between the trace elements and the primary raw materials used to make the soda-lime-silica glass: the plant ash (soda), the 'quartz'/sand (silica), and calcium (lime). Even when elements that would be expected to be associated very closely with each other are not, they occur close to the expected location in the plot. For example, Li, Mg, K, and P are associated with the alkaline plant ashes. Nearby on the plot are Na, Rb, and Cs. Since the technique is measuring association, silicon and sodium would not be expected to be associated because they are negatively correlated. Nevertheless, overall there is a satisfactory grouping of associated elements that can influence the development of glass color or cause it, and/or opacity, consisting of copper (Cu), arsenic (As), antimony (Sb), tin (Sn) and lead (Pb). Cobalt (Co) and zinc (Zn) are adjacent but separated from the rest; it has been established that zinc tends to be associated with the cobalt source used in Islamic glass and glazes.⁶² Hill and colleagues refer to such cobalt blue glazes as a 'high nickel group',⁶³ but they are also characterized by high zinc. On the right hand side of the figure 6 are the contaminants, which are elements found in minerals such as illmenite, zircon, rutile, barite, and monazite. The close

⁵⁹ Henderson, Chenery, et al. 2016.

⁶⁰ Carboni 2003.

⁶¹ Henderson, Chenery, et al. 2016.

⁶² Hill, Speakman, and Glascock 2004, 602, Fig. 6, Tab. 3; Wood et al. 2007; Henderson 2013, 74.

⁶³ Hill, Speakman, and Glascock 2004.

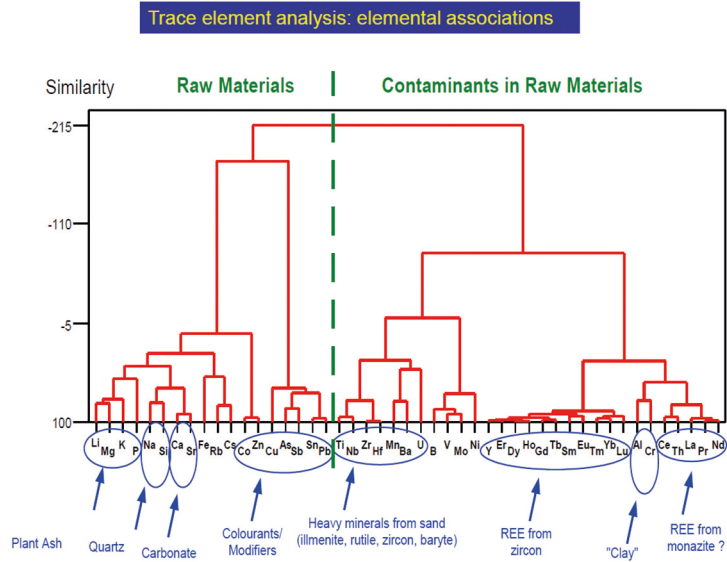


Fig. 6 Cluster analysis created by combining trace element results for 97 plant ash glass analyses, showing the level of similarity (association) between the elements detected in the glass samples, and their likely links to the minerals from which they were derived.

association of Al and Cr could be due to their occurrence in clay and/or mafic minerals in one or more raw materials. It is worth emphasizing that some elements can be found as impurities in more than one raw material.⁶⁴ For example, Al can be associated with minerals such as feldspars (calcium, potassium, or sodium aluminum silicates) in sands. Al and Cr may also be found in both sand and plant ashes. The association of elements with raw materials or as contaminants/impurities, whether they have been introduced in one or more raw material, provides a means of characterizing the geochemistry of the locations where the raw materials derived from.

Compositional distinctions have been identified between Islamic glass types mainly using major and minor element oxides and radiogenic isotopes,⁶⁵ but less work had been published on the use of trace element analysis to investigate such glass.⁶⁶

A more detailed consideration of our published results,⁶⁷ presented below, will first include a summary of the results. This will be followed by an extended interpretation of glass that was analyzed from individual sites, the distinction between Levantine and other types of glass, evidence for the use of very similar raw materials used to make some Sasanian and early Islamic glass from Iraq, and a discussion of centralized and decentral-

ized models of glass production.

7 Summary of results

The vessels formed the first broad analytical survey of (97) 8th–15th century CE plant ash glass samples using major, minor, and trace elements from the Middle East across a 2000 mile area, stretching from Egypt to northern Iran. The following are the primary results:

- Trace element fingerprinting of glass made from ashed halophytic plants and sands, together with colorants and associated impurities.
- Trace element characterization for glass deriving from selected cosmopolitan hubs on the Middle Eastern Silk Road has provided far clearer provenance definitions connected to regional production centers in the Levant, northern Syria, and in Iraq and Iran than detected previously. There is an especially clear distinction between the glass samples found in the Levant and the other areas, according to trace impurities largely derived from sands such

⁶⁴ Henderson, Chenery, et al. 2016, 139.

⁶⁵ Gratzke and Barrandon 1990; Freestone, Leslie, et al. 2003; Henderson, McLoughlin, and McPhail 2004; Brill 2001; Henderson 2013; Henderson, Evans, and Barkoudah 2009.

⁶⁶ Kato, Nakai, and Shindo 2009; Kato, Nakai, and Shindo 2010; Freestone, Gorin-Rosen, and Hughes 2000.

⁶⁷ Henderson, Chenery, et al. 2016.

as Fe and Cr.⁶⁸ Moreover, Cr/La and Li/K values tend to increase moving from the west (the Levant) to the east (Iraq and Iran).

- This trace elemental characterization has provided evidence for sub-regional production zones such as distinctions between Beirut, Damascus, and Cairo, and between Ctesiphon and Samarra. Plots of Cr/La versus 1000Zr/Ti (trace elements largely derived from sands) and Cs/K versus Li/K (trace elements largely derived from plant ashes) are especially good for distinguishing between glass types made in these sub-regional production zones.⁶⁹
- The results also provide evidence of production specialization of particular decorated vessel types in specific regions. Although areas of specialized glass vessel production can be suggested, for example, for Roman glass vessels, based on their regional concentrations (such as in late Roman Cologne), there is no evidence that their chemical compositions are related to the suggested centers of specialization (where the glass vessels were made and found). This is because most Roman glass was made in the Levant and Egypt. In the case of Islamic vessels, because specific vessels types have distinctive compositions, we can suggest that the vessels were all made in the same place, or were made in locations within the same region, as defined by its geochemical characteristics and carried through into the glass. Therefore, distinctive raw materials with the same, or very similar, geochemical characteristics appear to have been used to make a number of diagnostic glass vessels types in individual locations or zones.
- Being able to identify a compositional group for glass found at the same site is exceptional. It shows, with quite a high degree of certainty, that raw materials with the same or very similar compositions were used to make the glass there. It would be somewhat obtuse to suggest the following alternative interpretation as valid:

(a) raw glass of distinctive compositional types was

consistently and routinely exported from a range of primary production centers to other secondary production centers;

(b) the glass was re-melted and distinctive vessel types were made from it at the sites where the raw glass was imported;

(c) the vessels were not made at the same sites as the glass.

- This glass characterization makes it possible to indicate when glass was traded between centers of production and consumption.
- If mixing of glass fused in different production centers occurred, it appears to have occurred in a highly restricted number of instances. If far more mixing of glasses from different sources had occurred, we would not have been able to define distinct compositional groups of glass from individual sites or regions. Nevertheless, mixing lines formed from trace element ratios are observable for glasses found at Samarra.⁷⁰ Therefore, this does suggest that recycling occurred, but that it was largely confined to the mixing of glasses made in the Samarra zone.

With these results in mind, the following can be suggested for trace element analysis of glasses from each site that the glass was derived from.

7.1 Samarra

Pale green mold-decorated vessels, cameo decorated vessels, a pinch-decorated vessel, scratch-decorated vessels, and wall plaques were made in Samarra. A green phial, a green beaker, and green window glass found at Al-Raqqā in northern Syria were probably imported from Samarra, some 430 miles away, along the river Euphrates. A small pale green ovoid vessel found at Ctesiphon was also probably made at Samarra.

7.2 Ctesiphon

Pale green and colorless facet cut vessels, a colorless bowl, and an ovoid bowl found at Ctesiphon were prob-

⁶⁸ Henderson, Chenery, et al. 2016, Fig. 4.

⁶⁹ Henderson, Chenery, et al. 2016, Figs. 5, 6.

⁷⁰ Henderson, Chenery, et al. 2016, Figs. 5, 6.

ably made in Ctesiphon. The glass used for these objects forms a distinct group with high Cr/La values.⁷¹

7.3 Nishapur

Colorless cut and engraved vessels and colorless pinch decorated vessels were made in Nishapur. Six colorless facet cut vessels found at Samarra, with distinctively lower Cr/La values than found in Samarra glass, were probably imported from Nishapur. Four green trail decorated glass vessels from Nishapur were imported from the Levant.

7.4 Al-Raqqqa

The raw furnace glass from the primary glass making site at Al-Raqqqa has distinctive chemical compositions. Their Cr/La and Li/K signatures are more constrained than levels found in Al-Raqqqa scrap glass (derived from glass working) and vessel glass, which will have derived from a degree of glass mixing; they are, nevertheless, characteristically of an Al-Raqqqa composition. Two fragments of nearly colorless beakers decorated with applied knobs (with a yellowish tinge) found at Nishapur plot with the Al-Raqqqa samples and were, therefore, probably exported to Nishapur from Al-Raqqqa; a colorless facet cut vessel found at Ctesiphon was also probably made in Al-Raqqqa.

7.5 Beirut

Beirut glass generally has lower $1000\text{Zr}/\text{Ti}$ ratio values than Damascus glass, and this provides evidence for a separable production sub-zone.⁷² The results are for a colorless, a pale green, and a pale brown beaker, and for a single purple bowl and colorless bowls. Two samples of colorless and green bottles, have significantly lower $1000\text{Zr}/\text{Ti}$ values than the others.

7.6 Damascus

A trace element compositional fingerprint for Damascus glass is less easy to define than for Beirut glass, though

the distinction mentioned above is valid. The glass objects probably made there are three pale green, one purple, and one colorless beaker and two grenades. A second grenade is a Levantine product, but not obviously made in Damascus according to trace element fingerprinting.

8 Khirbat al-Minya

As already suggested,⁷³ these glasses may have been made in a nearby urban center such as Amman. Five out of six samples form a compositional group falling between Cairo glass and Beirut/ Damascus glass based on the Cs/K values. These consist of four green flasks and one purple flask. The sixth sample found at Khirbat al-Minya is brown window glass. Based on the Cs/K vs Li/K plot,⁷⁴ it appears to have been made further east, perhaps in northern Syria or in Iraq.

8.1 Cairo

All samples analyzed were removed from 14th to 15th century Mamluk Mosque lamps. The vessels may have been manufactured in Cairo, according to their dedications (see above). Six of the 14th to 15th century lamps tested contain Cs/K ratios of above ca. 2.E-05, which distinguishes them from Khirbat al-Minya, Beirut, and Damascus glass, as does their higher Li/K ratios. The glass lamp compositions that do not fall into the mosque lamp core group are not obviously visually distinct from the others according to their color. The glass for one of these may have been made in Beirut.

9 Compositional distinctions between 'Eastern' and 'Western' glass

As already noted, Cr/La and Li/K ratios and a plots of Fe versus Cr provides clear compositional distinctions, especially between Levantine and non-Levantine glass in this study.⁷⁵ Fig. 7 (not previously published) is a plot of nickel versus chromium concentrations in the

71 Henderson, Chenery, et al. 2016, Fig. 5.

72 Henderson, Chenery, et al. 2016, Fig. 5.

73 Henderson, Chenery, et al. 2016.

74 Henderson, Chenery, et al. 2016, Fig. 6.

75 Henderson, Chenery, et al. 2016, Figs. 4–6.

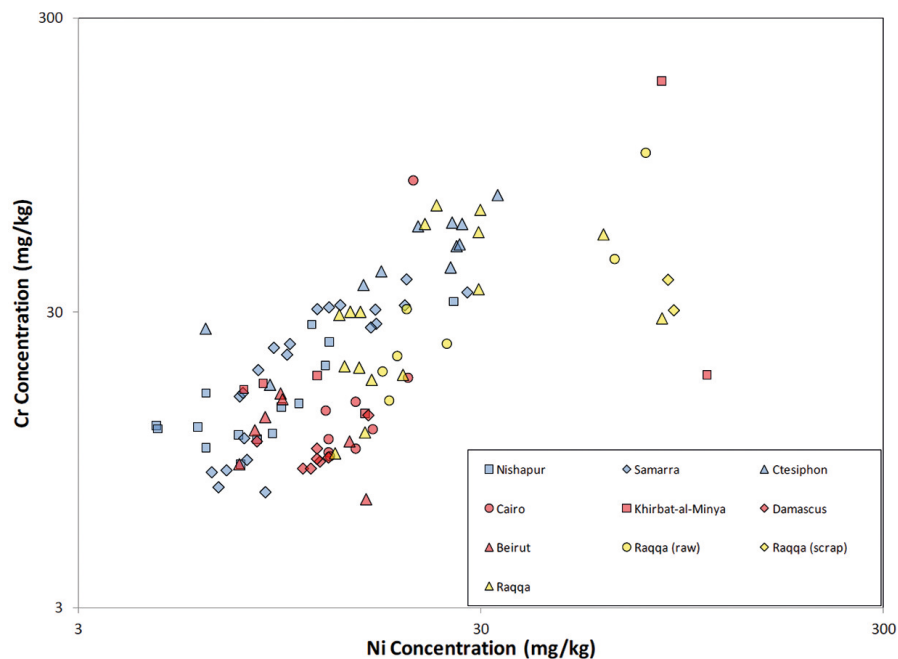


Fig. 7 A bi-plot of nickel versus chromium log concentration (mg/kg) in the glass samples analyzed.

glass samples. With some exceptions, it also shows a clear compositional distinction between Levantine and non-Levantine glass samples analysed. Levantine glass contains tightly constrained low nickel and chromium concentrations. The variation of nickel and chromium concentrations in Samarra and Nishapur glass is similar. There is a positively correlated mixing line for Samarra samples, so this further supports the suggestion that glass made in Samarra of variable compositions were mixed.

It is significant that nickel does not group with the other transition metal elements (colorants and opacifiers) in the cluster diagram in Fig. 6. A possible source of nickel (and chromium) that explains the patterns in Fig. 7 is mineralogical impurities in plant ash. The maximum concentration of Ni detected in a range of ashed semi-desert plants from Syria was 55 ppm;⁷⁶ this could account for the levels detected here, although a contribution from sands is also likely. One explanation for a compositional mixing line of Cr and Ni levels in the Samarra samples is that they derived from both sand and plant ash. The raw materials used to make Levantine

glass, therefore, appears to contain lower levels of nickel and chromium than a considerable number of glass samples from Ctesiphon.

As noted elsewhere,⁷⁷ there is a general decrease in the concentration of calcium oxide and an increase in magnesia found in early Islamic glass samples moving from west to east, from the Levant to Iraq and Iran. Even when tons of raw, scrap, and vessel plant ash glass were traded, as in the case of the shipwreck found at Serçe Limani, Turkey,⁷⁸ an overall Levantine source for the glass found in the shipwreck is suggested by our characterization.⁷⁹ The analyses of the Serçe Limani glass samples show that by the 11th century, there was little evidence of mixing glass from Western and Eastern zone.

The primary source of lime in these glass samples is ashed halophytic plants. Plant ashes can sometimes contain high strontium (up to 1100 ppm) and calcium concentrations,⁸⁰ and they tend to be correlated. However, not all contain sufficient levels of calcium for glass making, and an additional lime source may have been added. It is likely that one additional source of lime was the shell fragments in beach sands used (associated with

76 Barkoudah and Henderson 2006, tab. 2.

77 Henderson 2013, 294–296; Henderson, Chenery, et al. 2016, 138, Fig. 3.

78 Bass et al. 2009.

79 Henderson, Chenery, et al. 2016, Fig. 3.

80 Barkoudah and Henderson 2006; Henderson, Evans, and Barkoudah 2009.

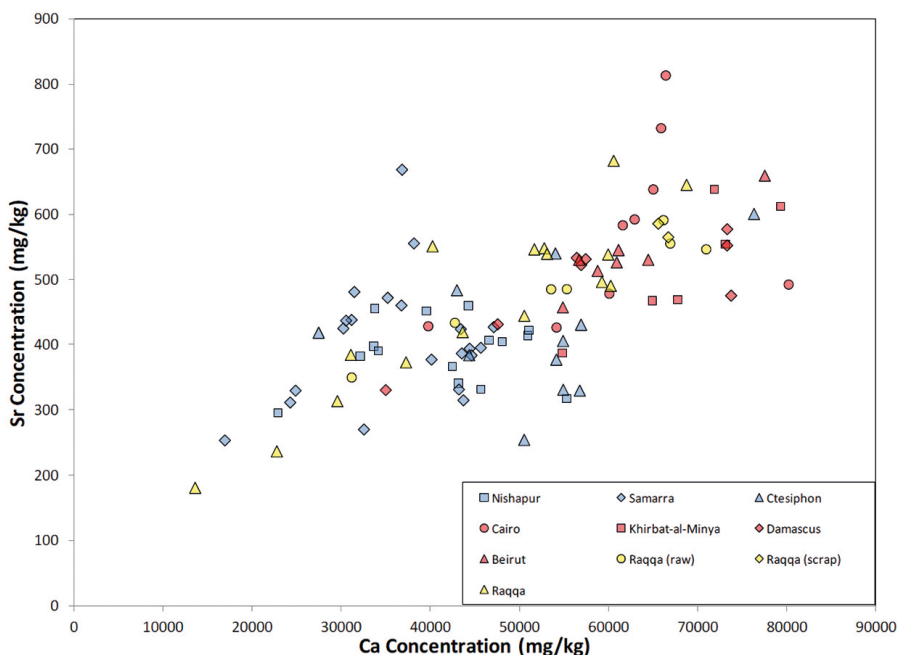


Fig. 8 A bi-plot of calcium versus strontium concentrations (mg/kg) in the glass samples analyzed.

feldspars).⁸¹ In Fig. 8, we show a relatively clear distinction between Levantine glass and glass from other locations according to relative levels of calcium and strontium oxides. Levantine glass generally has both higher levels of calcium and strontium oxides. There is a clear distinction in this figure between most Levantine glass and glass found at Samarra and Nishapur. However, significant exceptions are the glass from Al-Raqqa (raw furnace and vessel glass) and some from Ctesiphon, which align with Levantine glasses. Figs. 7 and 8, therefore, provide additional compositional distinctions between Levantine and non-Levantine Islamic glass, though not as clear-cut as a plot of chromium versus iron.⁸² A very clear distinction between glass samples found in Damascus, Beirut, and Al-Raqqa is provided by isotopic (Nd and Sr analysis).⁸³

9.1 Sasanian and early Islamic glasses

In Figs. 9 and 10, we compare the data published by Mirti et al. for Sasanian natron and plant ash glass of the 4th to 5th century from Seleucia and Veh Ardašir in Iraq, with our own data for Islamic plant ash glass samples.⁸⁴ We have briefly discussed the results plotted in

Fig. 10 before⁸⁵ but we have not published either figures or discussed them fully. In Fig. 9 it can be seen that, as with glass samples from Nishapur and Samarra, Sasanian plant ash glass samples from Veh Ardašir mainly have higher Mg/Ca ratios than Levantine glass samples. Some Sasanian plant ash glass samples with low Mg/Ca ratios overlap with Al-Raqqa glass samples. Other plant ash glass samples from Veh Ardašir, with Mg/Ca ratios above 0.7, plot on the same positively correlated array of points as glass samples from Samarra (both Iraqi sites are geographically quite close). All but one of the glass samples from Seleucia fall into a distinctively tight group of natron glass, with the lowest Mg/Ca ratios of below 0.1, as shown in Fig. 9.

The Levantine Cr/La ratios plotted in Fig. 10 mainly occupy a tightly constrained field with values of between ca. 2–3, with Al-Raqqa raw glass samples having overlapping and slightly higher ratios. Most Samarra glass samples contain higher Cr/La ratios than Levantine glass samples and a few plot amongst Veh Ardašir glass samples. Eight early Islamic plant ash glass samples from Ctesiphon share the same characteristically high Cr/La ratios, of above 10, as some Sasanian glass samples from Veh Ardašir. That the results for these 8 glass samples are

⁸¹ Freestone, Leslie, et al. 2003; Henderson, Evans, Sloane, et al. 2005.

⁸² Henderson, Chenery, et al. 2016, Fig. 4.

⁸³ Henderson, Ma, and Evans 2020.

⁸⁴ Mirti, Pace, Negro Ponzi, et al. 2008; Mirti, Pace, Malandrino, et al. 2009.

⁸⁵ Henderson, Chenery, et al. 2016, 139.

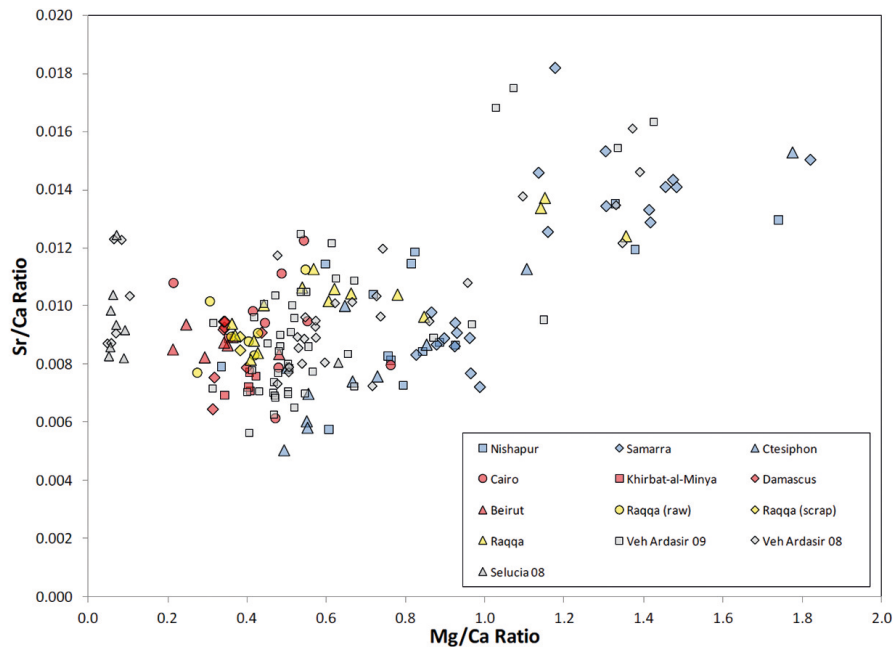


Fig. 9 A bi-plot of Mg/Ca ratios versus Sr/Ca ratios in the glass samples analyzed, compared to data for Sasanian glass samples from Seleucia and Veh Ardasir, Iraq.

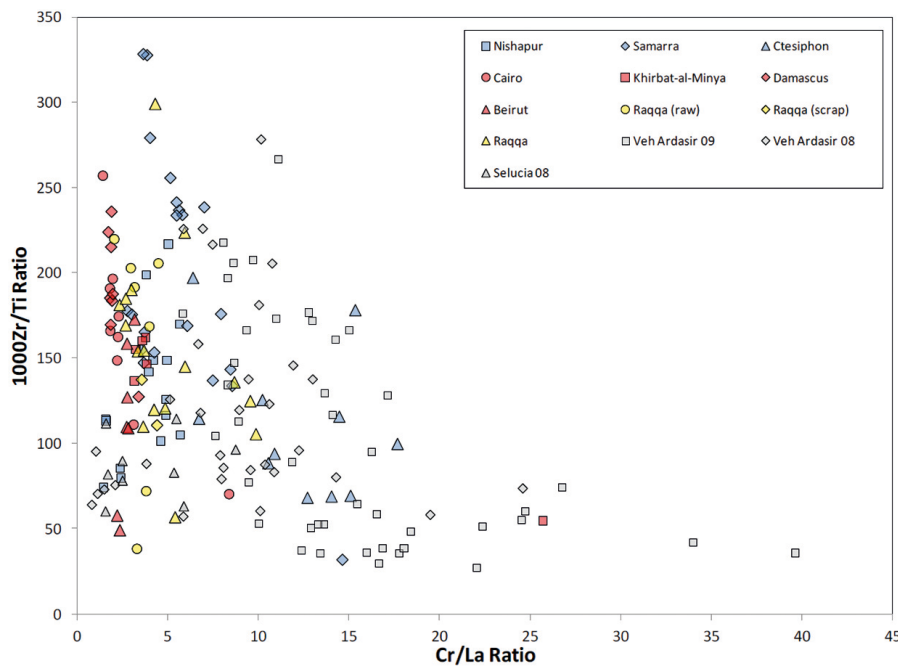


Fig. 10 A bi-plot of Cr/La ratios versus 1000Zr/Ti ratios in the glass samples analyzed, compared to data for Sasanian glass samples from Seleucia and Veh Ardasir, Iraq.

so similar should not be a surprise because Ctesiphon, Seleucia, and Veh Ardasir are different names for more or less the same location at different times.⁸⁶ Raw materials with these similar Cr/La and Zr/Ti ratios were evidently used to make the glass. Therefore, the results sug-

gest strongly that glass was made from similar primary raw materials at Ctesiphon/Veh Ardasir, rather than in Baghdad, in both the Sasanian and early Islamic periods, proving a clear link and a continuity in plant ash glass technology used in the two periods. To place these

⁸⁶ Wolski 1996, 134.

results in a regional context, it would be helpful to scientifically test early Islamic glass samples made in Baghdad, if it were possible.

10 Discussion

10.1 Production models

By chemically analyzing ancient glass, it has become possible to define the raw materials used to make it, and to define the broad geographical areas in which it the glass was made.⁸⁷ An important area of investigation that has become increasingly more achievable over the last 15 years or so, is the provenance of glass using sensitive techniques, such as trace element and isotopic analysis.⁸⁸ For some periods and areas, it has been possible to map out trade networks for glass. Since it is the primary glass itself, rather than the vessels made from it, which is being sourced, this doesn't necessarily provide us with the source for glass vessels.

Nevertheless, there are ways of suggesting where the glass vessels were made and decorated using our results. The correlation of a geological provenance, provided by trace elements, and the occurrence of specific colorless cut and engraved plant ash and pinch decorated glass vessels in Nishapur, substantiates the claim that the production of these vessels constituted a tradition and a regional specialization that built upon the production of colorless wheel cut vessels in the Sasanian Period. On the other hand, a somewhat different tradition was revealed by Ctesiphon glass samples: both colorless and pale green wheel cut faceted glass vessels were probably made there.⁸⁹ A contrast is provided by the glass found at the immense urban complex of Samarra, a 9th century capital of the 'Abbasid Caliphate.⁹⁰ A wide range of vessel types were made there: mold decorated, cameo decorated, pinch decorated, and scratch decorated ves-

sels, as well as wall plaques; whilst colorless, including cut vessels, were apparently imported from Nishapur.

As noted above, Levantine and Al-Raqqa plant ash glass is analytically distinguishable from Eastern glass. Moreover, there is a general decrease in the Cs/K ratio found in glass samples from locations moving from the north to the south, down the Levantine coast (and including Damascene glass), reflecting changes in the geology, as discussed elsewhere.⁹¹ Such geological variations allow us to consider how glass provenance can be related to production models.

For natron glass, a suggested production model is that raw glass was fused at primary glass making centers and then chunks or ingots were exported to secondary glass making centers, often by boat (see Fig. 11). There, the raw glass was re-melted and blown into vessels or made into other objects.⁹² The primary glass making furnaces for natron glass in the Levant were close to the coastal deposits of beach sand and had easy access to natron.⁹³ The other primary production area that has been proven archaeologically is in Egypt. There, the furnaces were mainly centered on the natron deposits of the area.⁹⁴ However, a decentralized model for natron glass has also been suggested as being possible, involving widely dispersed primary glass making centers⁹⁵ where vessels and other objects were made at the same site.⁹⁶ Given the restricted occurrence of natron, compared with plants providing a suitable source of alkaline ashes, the extent of decentralization for natron glass production is likely to be far more restricted

The scientific results for plant ash glass samples clearly indicate that a decentralized system of production existed. To distinguish between primary glass production centers in a decentralized system, there needs to be sufficient contrasts in the geochemistry of the raw materials used to make the glasses. In Fig. 12, we provide a schematic representation of a decentralized production model for early Islamic plant ash glass that is based on our data.

87 Sayre and Smith 1961; Dussubieux et al. 2008; Freestone, Gorin-Rosen, and Hughes 2000; Freestone 2006; Jackson 2005; Arletti et al. 2010; Schibille 2011; Henderson 2013, 83–126; Conte et al. 2016.
88 Freestone, Gorin-Rosen, and Hughes 2000; Freestone, Leslie, et al. 2003; Henderson, Evans, and Barkoudah 2009; Degryse 2015.
89 Kröger 1995, 7.
90 Northedge 2005.
91 Krom et al. 1999; Be'eri-Shlevin et al. 2014; Henderson, Chenery, et al. 2016, 142.

92 Henderson 1989, 39; Freestone, Gorin-Rosen, and Hughes 2000; Freestone, Jackson-Tal, and Tal 2008; Nenna et al. 2005; Fontaine and Foy 2007, 236; Nenna 2015, 19; Jackson and Foster 2015, 50; Phelps, Freestone, Gorin-Rosen, and Lankton 2015; Phelps, Freestone, Gorin-Rosen, and Gratuze 2016.
93 Freestone, Gorin-Rosen, and Hughes 2000.
94 Nenna 2015.
95 Henderson 1989, 39.
96 Jackson and Foster 2015.

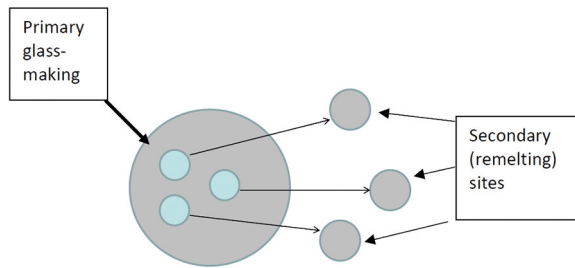


Fig. 11 A model for the production and distribution of natron glass in the Levant and Egypt. In this model, natron glass was fused at separate furnace sites (primary production), often on sites separated from urban centers, and the raw glass produced was exported to sites where glass vessels were blown (secondary production). There is limited evidence that glass vessels were made on the same sites as those where glass was fused from raw materials.

While we have referred to production sub-zones,⁹⁷ such as Samarra, Ctesiphon, and Nishapur in the Eastern zone, questions remain as to whether a ‘sub-zone’ represents one main production center in a cosmopolitan hub, several production centers in the same hub, or several production centers both within the hub and within its immediate vicinity. In terms of glass fingerprinting using trace elements, the definition of sub-zones is determined entirely by contrasts in the geochemistry. Nevertheless, for natron glass, Gorin-Rosen has suggested that primary and secondary glass production did occur on the same Levantine sites⁹⁸ – but these would have involved the same source of Egyptian natron, and the sites tend to be close to the coast. Decentralized production of natron glass has even been suggested, without archaeological evidence of production locations outside Egypt and the Levant,⁹⁹ but with limited evidence for a link between vessel type/decoration and chemical composition.¹⁰⁰

For plant ash glass, a centralized production model within the Levant has recently been suggested.¹⁰¹ The Levant was evidently an important area for both natron and plant ash glass making. However, our data does suggest that for plant ash glass, there were separate production sub-zones associated with the cosmopolitan centers of Beirut, Damascus, probably Cairo, and perhaps Amman that used local sand and plant sources. These

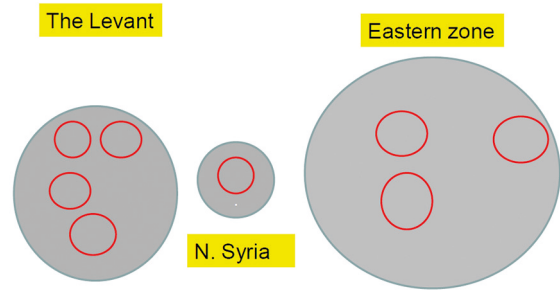


Fig. 12 A new schematic model for ancient plant ash glass production based on trace element analysis of Islamic glass samples showing regional (grey) and sub-regional (red outlines) zones. The glass was probably manufactured on industrial estates, mainly in cosmopolitan centers.

centers include inland locations in the Levantine area (including Damascus) rather than natron primary glass making centers and can, therefore, be described as being part of a more decentralized production model.

Further east, we are able to show distinctions between plant ash glass samples found at Ctesiphon and Samarra, which are only 84 miles apart. Both in these centers and in others, there is a correlation between some vessel types and their chemical composition. This provides evidence for specialized vessel production in these locations. Although the provenance of undecorated vessels can also be investigated in this way, this does not currently provide scientific evidence for separate production centers for the range of undecorated glass objects that are attested to it in historical sources, such as lamps, drinking glasses, bottles and flasks, and beads.¹⁰²

The political changes that occurred when the ‘Abbasid Revolution occurred in the mid-8th century, inevitably had a knock-on effect on the economy. With the move of the center of power from Damascus to Baghdad, a number of modifications and changes would have occurred in the way production was organized and the consequent effects on trade. Although these changes are difficult to quantify, one clear result was the economic boom that occurred in the 9th century and the so-called

97 Henderson, Chenery, et al. 2016.

98 Y. Gorin-Rosen 2016, pers. comm.

99 Degryse 2015; Baxter, Cool, and Jackson 2005.

100 Jackson 2005; Degryse 2015.

101 Phelps, Freestone, Gorin-Rosen, and Lankton 2015.

102 Schatzmiller 1994, 201, 224–226.

Samarra horizon. Stargardt made the case strongly that a boom in the production of 9th century Changsha and Yue porcelain and 10th century Jingdezhen and Longquan ceramics occurred because of the coming together of social, economic, and technological factors leading to mass production.¹⁰³ ‘Abbasid glass and pottery production also experienced a boom – due to the same factors. Perhaps then, it is no coincidence that there was a major change in Islamic glass technology in 9th century, from natron to plant ash glass. A variety of explanations have been put forward for this change.¹⁰⁴ One is that increasing rainfall would have reduced the evaporation and formation of natron, and its supply¹⁰⁵ – reflected in the overall reduction in the sodium oxide content in natron glass types from the 7th to 8th century.¹⁰⁶ A second explanation is that the political disruption caused by the 21 year civil war in Egypt, until 826, may have disrupted the supply of natron, causing Levantine glassmakers to use plant ash instead.¹⁰⁷ However, in a later context, during the Crusades, there was a flourishing trade between Syrian cities and the ports of Tyre and Acre that was almost completely unaffected by the military operations.¹⁰⁸ This ‘political’ explanation may have contributed to the situation, but its effect need not be exaggerated. What does not seem to have been suggested before is that the move of the political center from Damascus to Baghdad essentially, therefore, moved from a ‘Levantine’ oriented center to a ‘Mesopotamian’ one. This would have made access to an essential raw material, natron, far more difficult, leading to a growth in the exploitation of local resources of plant ash and sand across the region.

Riverine and geological sources of sand are quite widespread. However, natron only occurs in a relatively restricted number of deposits: as far as we know, the

Wadi Natrun deposit in Egypt was the main one that was exploited in antiquity.¹⁰⁹ It would have been relatively difficult to transport it to Syria, and far more difficult to transport it to Iraq. It is significant that the change from natron to plant ash glass technology occurred around 100 years later in Egypt than it did in the Levant, due to the proximity of the natron.¹¹⁰ An alternative flux for making glass is halophytic plants. A variety of species grow widely in the semi-desert environments of Iraq and Syria,¹¹¹ so they would have provided an obvious alternative. Moreover, the Sasanians manufactured plant ash glass,¹¹² and we have demonstrated here that ‘Sasanian’ and ‘early Islamic’ glass appears to have been made at the ‘same’ location, producing the same elemental fingerprint (even if there was a chronological gap between the production periods).

Furthermore, the high level of glass production in the 9th century formed part of the economic boom, including the ‘Samarra horizon,’ which until now has mainly been defined in terms of the mass production of specific ceramic types. A further implication, therefore, is that the shift of the political center from Damascus to Baghdad contributed to the demise of natron glass production and the increased domination of plant ash glass production (allied to the manufacture of plant ash glazes on ceramics). This then led to a decentralization of glass production.

Overall, it is likely that a number of factors caused this important change in glass technology, including this political one. If plant ash glass continued to be made and used once the ‘Abbasid control of its production diminished, how the industry may have been modified or been transformed with the subsequent shifts in power involving the Tahirids, the Saffarids, and the Samanids, amongst others, is yet to be examined closely.

103 Stargardt 2014.

104 Henderson 2013, 97–102; Phelps, Freestone, Gorin-Rosen, and Gratuze 2016, 67.

105 Foy and Nenna 2001, 26.

106 Henderson 2002.

107 Whitehouse 2002.

108 Gibb 2004, 57–58.

109 Shortland et al. 2006; Henderson 2013, 51–53.

110 Phelps, Freestone, Gorin-Rosen, and Gratuze 2016, 67.

111 Zahory 1966; Barkoudah and Henderson 2006.

112 Mirti, Pace, Negro Ponzi, et al. 2008; Mirti, Pace, Malandrino, et al. 2009; St. Simpson 2014, 204.

Bibliography

- Aḥmad ibn Abi Ya'qūb ibn Ja'far ibn Wahb ibn Waḍīḥ al-Ya'qūbī 1937
Aḥmad ibn Abī Ya'qūb ibn Ja'far ibn Wahb ibn Waḍīḥ al-Ya'qūbī. *Le livre des pays (Kitāb al-Bouldān)*. Ed. by G. Wiet. Cairo: Institut français d'archéologie orientale, 1937.
- Aldsworth et al. 2002
Fred Aldsworth, George Haggerty, Sarah Jennings, and David Whitehouse. "Medieval Glassmaking at Tyre, Lebanon." *Journal of Glass Studies* 44 (2002), 49–66.
- Amouric and Foy 1991
Henri Amouric and Danièle Foy. "De la Salicorne aux soudes factices, mutations techniques et variation de la demande." In *L'évolution des Techniques est-elle autonome?* Ed. by M.-D. Amouretti and G. Comet. Cahiers d'histoire des techniques 1. Aix-en-Provence: Presses de l'Université de Provence, 1991, 39–75.
- An 1991
Chia Yao An. "Dated Islamic Glass in China." *Bulletin of the Asia Institute* 5 (1991), 123–138.
- Arletti et al. 2010
Rossella Arletti, Carlotta Giacobbe, Simona Quartieri, Guiseppe Sabatino, Gabriella Tiganò, Maurizio Triscari, and Giovanna Vezzolini. "Archaeometrical Investigation of Sicilian Early Byzantine Glass: Chemical and Spectroscopic Data." *Archaeometry* 52(1) (2010), 99–114.
- Ashtor 1976
Eliyahu Ashtor. *A Social and Economic History of the Near East in the Middle Ages*. Berkeley: University of California Press, 1976.
- Ashtor 1992
Eliyahu Ashtor. *Technology, Industry and Trade. The Levant Versus Europe, 1250–1500*. Ed. by B. Z. Kedar. Collected Studies Series 372. Hampshire: Variorum, 1992.
- Banaji 2010
Jairus Banaji. "Early Late Antique Legacies and Muslim Economic Expansion." In *Money, power and early Islamic Syria*. Ed. by J. Haldon. Farnham and Burlington: Ashgate, 2010, 147–164.
- Barkoudah and Henderson 2006
Youssef Barkoudah and Julian Henderson. "Plant Ashes from Syria and the Manufacture of Ancient Glass: Ethnographic and Scientific Aspects." *Journal of Glass Studies* 48 (2006), 297–321.
- Bass et al. 2009
George Fletcher Bass, Berta Lledo, Sheila Matthews, and Brill Robert H. *Serçe Limani: Glass of an Eleventh-Century Shipwreck, Vol. 4*. Ed Rachal Foundation Nautical Archaeology Series. College Station: Texas A & M University Press, 2009.
- Baxter, Cool, and Jackson 2005
Mike J. Baxter, H. E. M. Cool, and Caroline M. Jackson. "Further Studies in the Compositional Variability of Colourless Romano-British Vessel Glass." *Archaeometry* 47 (2005), 47–68.
- Be'eri-Shlevin et al. 2014
Yaron Be'eri-Shlevin, Dov Avigad, A. Gerdes, and O. Zlatkin. "Detrital Zircon U–Pb–Hf Systematics of Israeli Coastal Sands: New Perspectives on the Provenance of Nile Sediments." *Journal of the Geological Society* 171(1) (2014), 107–116.
- Brill 2001
Robert H. Brill. "Some Thoughts on the Chemistry and Technology of Islamic Glass." In *Glass of the Sultans*. Ed. by S. Carboni and D. Whitehouse. New York: Metropolitan Museum of Art, 2001, 25–45.
- Carboni 2001
Stefano Carboni. *Glass from Islamic Lands, the Al-Sabah Collection*. London: Thames and Hudson, 2001.
- Carboni 2003
Stefano Carboni. *Mamluk Enameled and Gilded Glass in the Museum of Islamic Art*. London: Islamic Art Society, 2003.
- Carboni, Giancarlo, and Whitehouse 2003
Stefano Carboni, Lacerenza Giancarlo, and David Whitehouse. "Glassmaking in Medieval Tyre: The Written Evidence." *Journal of Glass Studies* 45 (2003), 139–149.
- Carboni and Whitehouse 2001
Stefano Carboni and David Whitehouse, eds. *Glass of the Sultans*. New York: Metropolitan Museum of Art, 2001.
- Chebab 1979
Maurice H. Chebab. *Tyre à l'époque des Croisades*. Vol. 31. Bulletin du Musée de Beyrouth. Beirut: Musée de Beyrouth, 1979.
- Conte et al. 2016
Sonia Conte, Rossella Arletti, Julian Henderson, Patrick Degryse, and Annelore Blomme. "Different Glassmaking Technologies in the Production of Iron Age Black Glass from Italy and Slovakia." *Archaeological and Anthropological Sciences* 10 (2016), 503–521.
- Degryse 2015
Patrick Degryse, ed. *Glass Making in the Greco-Roman World: Results of the Archglass Project*. Leuven: Leuven University Press, 2015.
- Dussubieux et al. 2008
Laure Dussubieux, Chap M. Kusimba, V. Gogte, Bernard Gratuze, Sibel Kusimba, and Rahul C. Oka. "The Trading of Ancient Glass Beads: New Analytical Data from South Asian and East African Soda-Alumina Glass Beads." *Archaeometry* 50 (2008), 797–821.

- Ettinghausen 1984**
Richard Ettinghausen. "An Early Islamic Glass-Making Center." In *Islamic Art and Archaeology Collected Papers*. Ed. by R. Ettinghausen. Berlin: Gebr. Mann Verlag, 1984, 852–855.
- Ettinghausen, Grabar, and Jenkins-Madina 1987**
Richard Ettinghausen, Oleg Grabar, and Marilyn Jenkins-Madina. *Islamic Art and Architecture 650–1250*. New Haven: Yale University Press, 1987.
- Fontaine and Foy 2007**
Souen D. Fontaine and Danièle Foy. "L'épave Ouest-Embiez 1, Var : le commerce maritime du verre brut et manufacturé en Méditerranée occidentale dans l'Antiquité." *Revue archéologique de Narbonnaise* 40.1 (2007), 235–265.
- Foy and Nenna 2001**
Danièle Foy and Marie-Dominique Nenna. *Tout feu tout sable: mille ans de verre antique le Midi de la France*. Aix-en-Provence: Musées de Marseille, Éditions Édisud, 2001.
- Freestone 2002**
Ian C. Freestone. "Composition and Affinities of Glass from the Furnaces on the Island Site, Tyre." *Journal of Glass Studies* 44 (2002), 67–77.
- Freestone 2006**
Ian C. Freestone. "Glass Production in Late Antiquity and the Early Islamic Period: A Geochemical Perspective." In *Geomaterials in Cultural Heritage*. Ed. by M. Maggetti and B. Messiga. London: The Geological Society, 2006, 201–216.
- Freestone, Gorin-Rosen, and Hughes 2000**
Ian C. Freestone, Yael Gorin-Rosen, and Michael J. Hughes. "Primary Glass from Israel and the Production of Glass in Late Antiquity and the Early Islamic Period." In *La Route du verre: Ateliers primaires et secondaires du second millénaire av. J.-C. au Moyen Âge*. Ed. by M.-D. Nenna. Lyon: Maison de l'Orient Méditerranéen-Jean Pouilloux, 2000, 65–84.
- Freestone, Jackson-Tal, and Tal 2008**
Ian C. Freestone, Ruth E. Jackson-Tal, and Oren Tal. "Raw Glass and the Production of Glass Vessels at Late Byzantine Apollonia-Arsuf, Israel." *Journal of Glass Studies* 50 (2008), 67–80.
- Freestone, Leslie, et al. 2003**
Ian C. Freestone, K. A. Leslie, M. Thirlwell, and Yael Gorin-Rosen. "Strontium Isotopes in the Investigation of Early Glass Production: Byzantine and Early Islamic Glass from the near East." *Archaeometry* 45 (2003), 19–32.
- Gibb 2004**
Hamilton A.R. Gibb. "Arab-Byzantine Relations under the Umayyad Caliphate." In *Arab-Byzantine Relations in Early Islamic Times*. Ed. by M. Bonner. The formation of the classical Islamic world 8. Aldershot: Ashagte Variorum, 2004, 65–79.
- Gorin-Rosen 2000**
Yael Gorin-Rosen. "The Ancient Glass Industry in Israel: Summary of the Finds and New Discoveries." In *La Route du verre: Ateliers primaires et secondaires du second millénaire av. J.-C. au Moyen Âge*. Ed. by M.-D. Nenna. Lyon: Maison de l'Orient Méditerranéen-Jean Pouilloux, 2000, 49–64.
- Grabar 2004**
Oleg Grabar. "Islamic Art and Byzantium." In *Arab-Byzantine Relations in Early Islamic Times*. Ed. by M. Bonner. The formation of the classical Islamic world 8. Aldershot: Ashagte Variorum, 2004, 263–293.
- Gratuze and Barrandon 1990**
Bernard Gratuze and J.-N. Barrandon. "Islamic Glass Weights and Stamps: Analysis Using Nuclear Techniques." *Archaeometry* 32 (1990), 155–162.
- Hadad 2000**
Shulamit Hadad. "Incised Glass Vessels from the Umayyad and Abbasid-fatamid Periods at Bet Shean, Israel." *Bulletin of the American Schools of Oriental Research* 317 (2000), 63–73.
- Hallett 2000**
Jessica Hallett. *Trade and Innovation. The Rise of the Pottery Industry in Abbasid Basra*. PhD thesis. Oxford: University of Oxford, 2000.
- Haq 1994**
Syed Nomanul Haq. *Names, Natures and Things: The Alchemist Jābir Ibn Ḥayyān and His Kitāb Al-ahjar (Book of Stones)*. Boston Studies in the Philosophy of Science. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher, 1994.
- Al-Hassan 2009**
Ahmad Y. Al-Hassan. "An Eighth Century Arabic Treatise on the Colouring of Glass: Kitāb Al-durra Al-maknūna (the Book of the Hidden Pearl) of Jābir Ibn Ayyān (c. 721–c. 815)." *Arabic Sciences and Philosophy* 19(1) (2009), 121–156.
- Heidemann 2006**
Stefan Heidemann. "The History of the Industrial and Commercial Area of 'Abbāsīd Al-Raqqā, Called Al-Raqqā Al-Muhtariqa." *Bulletin of the School of Oriental and African Studies* 69(1) (2006), 33–52.
- Henderson 1989**
Julian Henderson. "The Scientific Analysis of Ancient Glass and Its Archaeological Interpretation." In *Scientific Analysis in Archaeology and Its Interpretation*. Ed. by J. Henderson. Oxford University Committee on Archaeology Monograph no. 19 and UCLA Institute of Archaeology Research Tools 5. Oxford: Oxbow Books, 1989, 30–62.
- Henderson 1995**
Julian Henderson. "An Investigation of Early Islamic Glass Production at Raqqā, Syria." In *Proceedings of the Materials Research Society Conference, Issues in Art and Archaeology IV*. Ed. by P. Vandiver, J. R. Druzik, J. L. Galvan Madrid, I. C. Freestone, and G. S. Wheeler. Columbus: The Materials Research Society, 1995, 433–444.
- Henderson 2000**
Julian Henderson. *The Science and Archaeology of Materials*. London: Routledge, 2000.

Henderson 2002

Julian Henderson. "Tradition and Experiment in 1st Millennium AD Glass Production – the Emergence of Early Islamic Glass Technology in Late Antiquity." *Accounts of Chemical Research* 35 (2002), 594–602.

Henderson 2013

Julian Henderson. *Ancient Glass, an Interdisciplinary Exploration*. New York and Cambridge: Cambridge University Press, 2013.

Henderson, Challis, et al. 2005

Julian Henderson, Keith Challis, Sarah O'Hara, and Sean McLoughlin. "Experiment and Innovation: Early Islamic Industry at Al-Raqqa, Syria." *Antiquity* 79 (2005), 130–145.

Henderson, Chenery, et al. 2016

Julian Henderson, Simon Chenery, Edward Faber, and Jens Kröger. "The Use of Electron Probe Microanalysis and Laser Ablation-Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry for the Investigation of 8th–14th Century Plant Ash Glasses from the Middle East." *The Microchemical Journal* 128 (2016), 134–152.

Henderson, Evans, and Barkoudah 2009

Julian Henderson, Jane Evans, and Youssef Barkoudah. "The Roots of Provenance: Glass, Plants and Isotopes in the Islamic Middle East." *Antiquity* 83 (2009), 414–429.

Henderson, Evans, Sloane, et al. 2005

Julian Henderson, Jane Evans, Hilary J. Sloane, Melanie J. Leng, and C. Doherty. "The Use of Oxygen, Strontium and Lead Isotopes to Provenance Ancient Glasses in the Middle East." *Journal of Archaeological Science* 32 (2005), 665–673.

Henderson, Ma, and Evans 2020

Julian Henderson, Hongjiao Ma, and Jane Evans. "Glass Production for the Silk Road? Provenance and Trade of Islamic Glasses Using Isotopic and Chemical Analyses in a Geological Context." *Journal of Archaeological Science* 119 (2020).

Henderson, McLoughlin, and McPhail 2004

Julian Henderson, Sean McLoughlin, and David McPhail. "Radical Changes in Islamic Glass Technology: Evidence for Conservatism and Experimentation with New Glass Recipes from Early and Middle Islamic Raqqa, Syria." *Archaeometry* 46 (2004), 439–468.

Hill, Speakman, and Glascock 2004

David V. Hill, Robert I. Speakman, and Michael D. Glascock. "Chemical and Mineralogical Characterization of Sasanian and Early Islamic Glazed Ceramics from the Deh Luran Plain, Southwestern Iran." *Archaeometry* 46 (2004), 585–605.

Irwin 1998

Robert Irwin. "A Note on Textual Sources for the History of Glass." In *Gilded and enameled glass from the Middle East*. Ed. by R. Ward. London: The British Museum Press, 1998, 24–26.

Jackson 2005

Caroline M. Jackson. "Making Colourless Glass in the Roman World." *Archaeometry* 47 (2005), 763–780.

Jackson and Foster 2015

Caroline M. Jackson and Harriet Foster. "The Last Roman Glass in Britain: Recycling at the Periphery of the Empire." In *Neighbours and Successors of Rome. Traditions of Glass Production and Use in Europe and the Middle East in the Later 1st Millennium AD*. Ed. by D. Keller, J. Price, and C. Jackson. Oxford: Oxbow Books, 2015, 6–14.

Jiang 2010

Jie Jiang. "Glass: Top Quality Works in the Silk Road Trade." In *Glass along the Silk Road from 200 BC to AD 1000*. Ed. by B. Zorn and A. Hilgner. Römisch-Germanisches Zentralmuseum – Tagungen volume 9. Mainz: Römisch-Germanisches Zentralmuseum, 2010, 183–189.

Kato, Nakai, and Shindo 2009

Norihiro Kato, Izumi Nakai, and Yoko Shindo. "Change in Chemical Composition of Early Islamic Glass Excavated in Raya, Sinai Peninsula, Egypt: On-Site Analyses Using a Portable X-Ray Fluorescence Spectrometer." *Journal of Archaeological Science* 36 (2009), 1698–1707.

Kato, Nakai, and Shindo 2010

Norihiro Kato, Izumi Nakai, and Yoko Shindo. "Transitions in Islamic Plant Ash Glass Vessels: On-Site Chemical Analyses Conducted at the Rayaal Tur Area on the Sinai Peninsula, Egypt." *Journal of Archaeological Science* 37 (2010), 1381–1395.

Kennedy 2010

Hugh Kennedy. "Syrian Elites from Byzantium to Islam: Survival or Extinction." In *Money, Power and Early Islamic Syria*. Ed. by J. Haldon. Farnham and Burlington: Ashgate, 2010, 181–200.

Khalil and Henderson 2011

Ibrahim Khalil and Julian Henderson. "An Interim Report on New Evidence for Early Islamic Glass Production at Al-Raqqa, Northern Syria." *Journal of Glass Studies* 53 (2011), 237–242.

Komaroff 2004

Linda Komaroff. "Colour, Precious Metal and Fire: Islamic Ceramics and Glass." In *The Arts of Fire: Islamic Influences on Glass and Ceramics of the Italian Renaissance*. Ed. by C. Hess. Los Angeles: Paul Getty Museum, 2004, 35–53.

Krahl 2011

Regina Krahl, ed. *Shipwrecked: Tang Treasures and Monsoon Winds, Exhibition Catalogue*. Washington and Singapore: Smithsonian Books and Singapore Tourism Board, 2011.

Kröger 1995

Jens Kröger. *Nishapur: Glass of the Early Islamic Period*. New York: Metropolitan Museum of Art, 1995.

Kröger 2005

Jens Kröger. "Scratched Glass." In *Glass: Sasanian Antecedents to European Imitations*. Ed. by S. Goldstein. London: The Noor Foundation, 2005, 140–155.

- Krom et al. 1999**
Michael Krom, Robert Cliff, Lidewijde Eijnsink, Barak Herut, and Roy Chester. "The Characterisation of Saharan Dusts and Nile Particulate Matter in Surface Sediments from the Levantine Basin Using Sr Isotopes." *Marine Geology* 155 (3-4) (1999), 319–330.
- Lamm 1929**
Carl Johan Lamm. *Mittelalterliche Gläser und Steinschnittarbeiten aus dem Nahen Osten*. Forschung zur islamischen Kunst. Berlin: D. Reimer, 1929–1930.
- Lapidus 2014**
Ira M. Lapidus. *A History of Islamic Societies*. Cambridge: Cambridge University Press, 2014.
- C. Li et al. 2010**
Chunxiang Li, Hongjie Li, Yinqiu Cui, Chengzhi Xie, Dawei Cai, Wenying Li, Victor H. Mair, Zhi Xu, Quanchao Zhang, Idelisi Abuduresule, Li Jin, Hong Zhu, and Hui Zhou. "Evidence That a West-East Admixed Population Lived in the Tarim Basin As Early As the Early Bronze Age." *BMC Biology* 8 (2010), 1–12.
- Q. Li et al. 2016**
Qinghui Li, Jiang Jie, Li Xinling, Liu Song, Gu Donghong, Henderson Julian, and Dong Junqing. "Chemical Analysis of Tang Dynasty Glass Vessels Unearthed from the Underground Palace of the Famen Temple Using a Portable XRF Spectrometer." In *Recent Research in the Scientific Investigations of Ancient Glass*. Ed. by G. Guxi, J. Henderson, and Q. Li. Series on Archaeology and History of Science in China 2. Singapore and Hackensack: World Scientific, 2016, 157–178.
- Liu 2010**
Xinru Liu. *The Silk Road in World History*. New Oxford World History. New York: Oxford University Press, 2010.
- Milwright 2010**
Marcus Milwright. *An Introduction to Islamic Archaeology*. Edinburgh: Edinburgh University Press, 2010.
- Mirti, Pace, Malandrino, et al. 2009**
Piero Mirti, Marco Pace, Mery Malandrino, and Mariamaddalena Negro Ponzi. "Sasanian Glass from Veh Ardašīr: New Evidences by ICP-MS Analysis." *Journal of Archaeological Science* 36 (2009), 1061–1069.
- Mirti, Pace, Negro Ponzi, et al. 2008**
Piero Mirti, Marco Pace, Mariamaddalena Negro Ponzi, and Maurizio Aceto. "ICP-MS Analysis of Glass Fragments of Parthian and Sasanian Epoch from Seleucia and Veh Ardašīr (Central Iraq)." *Archaeometry* 50 (2008), 429–450.
- Nenna 2015**
Marie-Dominique Nenna. "Primary Glass Workshops in Graeco-Roman Egypt: Preliminary Report on the Excavations of the Site of Beni Salama, Wadi Natrun (2003, 2005-9)." In *Glass of the Roman World*. Ed. by J. Bayley, I. C. Freestone, and C. M. Jackson. Oxford: Oxbow Books, 2015, 1–22.
- Nenna et al. 2005**
Marie-Dominique Nenna, Maurice Picon, Valerie Thirion-Merle, and Michele Vichy. "Ateliers primaires du Wadi Natrun: nouvelles découvertes." In *Annales of the 16e Congrès de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre, London 2003*. Ed. by Association Internationale pour l'Histoire Du Verre. Nottingham: Association Internationale pour l'Histoire du Verre, 2005, 59–63.
- Northedge 2005**
Alastair Northedge. "Remarks on Samarra and the Archaeology of Large Cities." *Antiquity* 79(303) (2005), 119–129.
- Northedge and Faulkner 1987**
Alastair Northedge and Robin Faulkner. "The 1986 Survey Season at Samarra." *Iraq* 49 (1987), 143–173.
- Phelps, Freestone, Gorin-Rosen, and Gratuze 2016**
Matt Phelps, Ian C. Freestone, Yael Gorin-Rosen, and Bernard Gratuze. "Natron Glass Production and Supply in the Late Antique and Early Medieval Near East: The Effect of the Byzantine-Islamic Transition." *Journal of Archaeological Science* 75 (2016), 57–71.
- Phelps, Freestone, Gorin-Rosen, and Lankton 2015**
Matt Phelps, Ian C. Freestone, Yael Gorin-Rosen, and James Lankton. "Technological Change and Provenance of Glass in Early Islamic Palestine." In *20th Congress of the International Association for the History of Glass, Friborg-Romont, Switzerland, Programme and Abstracts*. Ed. by V. Romont. Fribourg: Association Internationale pour l'Histoire du Verre, 2015, 157.
- Sayre and Smith 1961**
E. Sayre and R. W. V. Smith. "Compositional Categories of Ancient Glass." *Science* 133 (1961), 1824–1826.
- Schatzmiller 1994**
Maya Schatzmiller. *Labour in the Medieval Islamic World*. Leiden: Brill, 1994.
- Schibille 2011**
Nadine Schibille. *Late Byzantine Mineral Soda High Alumina Glasses from Asia Minor: A New Primary Glass Production Group*. 2011. URL: doi:10.1371/journal.pone.0018970.
- Shortland et al. 2006**
Andrew Shortland, Lukas Schachner, Ian C. Freestone, and Michael Tite. "Natron As a Flux in the Early Vitreous Materials Industry: Sources, Beginnings and Reasons for Decline." *Journal of Archaeological Science* 33 (2006), 521–530.
- St. Simpson 2014**
John St. Simpson. "Sasanian Glass: An Overview." In *Neighbours and Successors of Rome. Traditions of Glass Production and Use in Europe and the Middle East in the Later 1st Millennium AD*. Ed. by D. Keller, J. Price, and C. M. Jackson. Oxford: Oxbow Books, 2014, 200–231.
- Stargardt 2014**
Janice Stargardt. "Indian Ocean Trade in the Ninth and Tenth Centuries: Demand, Distance, and Profit." *South Asian Studies* 30 (2014), 35–55.

Tsafrir 2009

Yoram Tsafrir. "Shops and Workshops: Trade, Workshops and Shops in Bet Shean/scythopolis, 4th–8th Centuries." In *Byzantine Trade, 4th–12th centuries: the archaeology of local, regional and international exchange. Papers of the thirty-eighth spring Symposium of Byzantine Studies, St. John's College, University of Oxford, March 2004*. Ed. by M. M. Mango. Society for the Promotion of Byzantine Studies Publications 14. Farnham Surrey: Ashgate, 2009, 61–82.

Ullmann 1970

Manfred Ullmann. *Die Medizin im Islam*. Handbuch der Orientalistik, Abteilung I. Leiden: Brill, 1970.

Watson 2014

Oliver Watson. "Revisiting Samarra: The Rise of Islamic Glazed Pottery." In *Beiträge zur Islamischen Kunst und Archäologie 4*. Ed. by J. Gonnella, R. Abdellatif, and S. Struth. 4. Wiesbaden: Dr. Ludwig Reichert Verlag, 2014, 123–142.

Whitcomb 2009

Donald Whitcomb. "The Gulf in the Early Islamic Period: The Contribution of Archaeology to Regional History." In *The Persian Gulf in history*. Ed. by L. Potter. New York: Palgrave Macmillan, 2009, 71–87.

Whitehouse 2002

David Whitehouse. "The Transition from Natron to Plant Ash in Levant." *Journal of Glass Studies* 44 (2002), 193–196.

Whitehouse 2010

David Whitehouse. *Islamic Glass in the Corning Museum of Glass, Volume 1 Objects with Scratch-Engraved and Wheel-Cut Ornament*. Corning: The Corning Museum of Glass, 2010.

Whitfield 2018

Susan Whitfield. *Silk, Slaves, and Stupas. Material Culture and the Silk Road*. Oakland: University of California Press, 2018.

Wickham 2004

Chris Wickham. "The Mediterranean around 800: On the Brink of the Second Trade Cycle." *Dumbarton Oaks Papers* 58 (2004), 161–174.

Wolski 1996

Jozef Wolski. "The Sasanian Empire." In *History of Humanity vol III, from the seventh century B.C. to the seventh century A.D.* Ed. by J. Hermann and E. Zürcher. London and New York: Routledge, 1996, 132–136.

Wood et al. 2007

Nigel Wood, Michael Tite, C. Doherty, and B. Gilmore. "A Technological Examination of Ninth-Century Ad Abbasid Blue-and-White Ware from Iraq, and Its Comparison with Eighth Century Ad Chinese Blue-and-White Sancai Ware." *Archaeometry* 49(4) (2007), 665–684.

Wright 1848

Thomas Wright. *Early Travels in Palestine*. London: Bohn, 1848.

Yāqūt ibn 'Abd Allāh al-Ḥamawī 1866

Yāqūt ibn 'Abd Allāh al-Ḥamawī. *Jacut's Geographisches Wörterbuch aus den Handschriften zu Berlin, St. Petersburg, Paris, London und Oxford (Kitāb mu'jam al-buldā)*. Ed. by H. F. Wüstenfeld. Brockhaus, 1866.

Zahory 1966

Michael Zahory. *Flora Palaestina*. Jerusalem: Israel Academy of Sciences and Humanities, 1966.

Illustration credits

1–2 We are grateful to the Director General of Antiquities for Syria for providing this photo. 3–5 Photo: J. Henderson.

6–10 Produced by S. Chenery. 11–12 Produced by J. Henderson.

JULIAN HENDERSON

is a Professor at the Department of Classics and Archaeology at the University of Nottingham and Li Dak Sum Chair Professor in Silk Road Studies at the University of Nottingham, Ningbo in China. He is a specialist in the scientific study of ancient materials, especially glass, and directs the international Silk Road project.

Prof. Dr. Julian Henderson
Department of Archaeology
School of Humanities
University of Nottingham, University Park
NG7 2RD
Nottingham, United Kingdom
E-Mail: julian.henderson@nottingham.ac.uk

SIMON CHENERY

is an analytical Geochemist at the British Geological Survey. Among other interests, he specializes in the analysis of archaeological materials, especially glass, with the University of Nottingham.

Dr. Simon Chenery
Inorganic Geochemistry
British Geological Survey
Keyworth Nottinghamshire
NG12 5GG, United Kingdom
E-Mail: srch@bgs.ac.uk

EDWARD W. FABER

is an archaeologist who worked at the Department of Archaeology at the University of Nottingham and is currently Research Fellow at the University of Bradford. He specializes in the analysis of ancient materials, especially ceramics.

Dr. Edward W. Faber
Archaeological and Forensic Sciences
University of Bradford
BD7 1DP
Bradford, United Kingdom
E-Mail: e.faber@bradford.ac.uk

JENS KRÖGER

is a historian of Art who is specialised in Islamic Art. He is a former curator at the Museum of Islamic Art in Berlin.

Dr. Jens Kröger
Museum of Islamic Art
Staatliche Museen zu Berlin
Geschwister-Scholl-Str. 6
10117 Berlin, Germany
E-Mail: Jens.sasan.kroeger@gmx.net

Helmuth Schneider

Vitri ars: Das römische Glas in der literarischen Überlieferung

Zusammenfassung

Der Beitrag gibt einen Überblick über die antiken Schriftquellen zum Glas und wertet diese mit besonderer Berücksichtigung auf die Herstellung und Wertschätzung von Glas aus. Die Glaspfeife sorgte zunächst dafür, dass Glas im antiken Rom Massenware wurde, jedoch nutzte die römische Oberschicht Glas darüber hinaus auch um sich sozial zu distinguieren.

Keywords: Glas; Glasherstellung; Antikes Rom; Wert; Glas-handel

The paper provides an overview of the written sources on glass and analyzes the texts with special reference to the production and social esteem of glass products. In the Roman Empire, the invention of glass blowing quickly made glass a mass-produced product. However, wealthy Romans also used very costly and labor-intensive glass vessels for social distinction.

Keywords: glass; glass production; ancient Rome; value; glass trade

Römisches Glas gehört zu den faszinierendsten Zeugnissen der antiken Kultur. Die Glasgefäße der römischen Kaiserzeit sind in ästhetischer Hinsicht ohne Zweifel an die Seite der großen Leistungen der Keramik, der Wandmalerei und der Mosaiken zu stellen.¹ Was generell für den Bereich der materiellen Kultur gilt, ist auch für das Glas zutreffend: Eine Untersuchung der Artefakte stellt sicherlich das archäologische Fundmaterial in den Mittelpunkt, hat aber auch die literarischen Zeugnisse zu berücksichtigen, denn das einzelne Objekt bietet – vor allem dann, wenn der Fundkontext nicht oder nur unzureichend bekannt ist, was oft genug der Fall ist – nur wenig Informationen über Herstellung, Werkstatt, ästhetische Präferenzen sowie über Verkauf und Käufer. Ein besonderes Problem stellt die Datierung dar, die in vielen Fällen nicht mit Sicherheit geklärt werden kann. Unter diesen Voraussetzungen ist die Notwendigkeit einer interdisziplinären Zusammenarbeit von Archäologen, Althistorikern und Philologen bei der Erforschung der materiellen Kultur der Antike allgemein anerkannt. Es ist inzwischen üblich, dass Sozial- und Wirtschaftshistoriker der Antike das archäologische Material als wichtige Quelle ansehen wie auch Archäologen die Texte zur Interpretation der Artefakte heranziehen.

Im Fall der Glasproduktion besteht eine grundlegende Schwierigkeit darin, dass nur relativ wenige literarische Zeugnisse zum römischen Glas existieren. Es gibt verstreute, oft nur kurze Bemerkungen zum Glas in der Fachliteratur, in den philosophischen Schriften, in der Geschichtsschreibung und in der Dichtung, aber immerhin bieten die Texte in Einzelfällen wichtige Hinweise zu bestimmten Herstellungstechniken, zur Verwendung und zur Wertschätzung von Glas.² Eine Ausnahme in der römischen Literatur stellen die längeren Abschnitte über Glas in den *Geographika* Strabons und in der *naturalis historia* des Plinius aus dem 1. Jahrhundert n. Chr. dar; diese Texte stehen daher im Mittelpunkt der folgenden Ausführungen.

I

In der späten römischen Republik wurde Glas im Zusammenhang mit den Aktivitäten des C. Rabirius Postumus erwähnt, der in Alexandria tätig war, um dort die Schulden des ägyptischen Königs bei römischen Politikern einzutreiben. Wie Cicero in einer 53 v. Chr. gehaltenen Rede berichtet, soll Rabirius Schiffe aus Ägypten nach Italien mit Waren geschickt haben, die als *fallaces quidem et fucosae* bezeichnet werden, womit wohl eine billige Massenware gemeint ist. Es handelte sich bei den Schiffsloadungen um Papyrus, Leinenstoffe und Glas.³ Rabirius muss demnach angenommen haben, dass es in Rom eine Nachfrage nach Glas ebenso wie nach Papyrus und nach Leinenstoffen gab. Wie ein Vers in *de rerum natura* von T. Lucretius Carus bezeugt, war den Römern in der Zeit vor Beginn des Bürgerkrieges im Jahr 49 v. Chr. durchsichtiges Glas bekannt.⁴ Bei einem sommerlichen Mahl, zu dem Propertius zwei Römerinnen eingeladen hatte, bestand das Geschirr aus Glas.⁵

Die Herkunft des Glases aus dem Osten wird von Strabon⁶ betont, der die *Geographika* in augusteischer Zeit verfasste. In diesem siebzehn Bücher umfassenden Werk werden nach einer Einleitung, in der Strabon die älteren Vorstellungen zur Geographie diskutiert, die Länder des Mittelmeerraumes, aber auch des Vorderen Orients bis hin nach Indien und Sri Lanka beschrieben. Die Bücher über Ägypten und die Gebiete an den Küsten Nordafrikas schließen das Werk ab. Zunächst ist bemerkenswert, dass Strabon, der längere Zeit in Rom lebte und die Stadt ebenso wie Alexandria gut kannte,⁷ die Glasproduktion im östlichen Mittelmeerraum und in Rom überhaupt wahrnahm und für wert erachtete, in seinem Werk thematisiert zu werden.

Strabon geht auf die Herstellung von Glas im Abschnitt über Phoinikien ein;⁸ er erwähnt hier, dass zwischen Ptolemäis und Tyros sich ein Strand befindet, dessen Sand sich für die Glasherstellung eignet; der Sand

1 Vgl. dazu besonders Harden 1987. Weitere wichtige Kataloge: Liepmann 1982 und Platz-Horster 1976. Standardwerk zum antiken Glas ist Saldern 2004. Zum römischen Glas: Newby und Painter 1991; Saldern 2004, 157–621. Zur Glasherstellung in der Antike vgl. Blümler 1887, 379–407; Price 1976; Liepmann 1982, 9–20; Schneider 1992, 108–119; Saldern 2004, 623–637, und Stern 2008. *Vitri ars*: Plin. nat. 36,195; *sed quid refert, Neronis principatu reperta vitri arte...*

2 Eine Übersicht über die antiken Schriftquellen: Saldern 2004, 642–643. Vgl. Schneider 1992, 118.

3 Cic. Rab. Post. 40: *audita visaeque merces fallaces quidem et fucosae, char-*

tis et linteis et vitro delatis.

4 Lucr. 4,602. Lucretius weist darauf hin, dass Töne durch Gegenstände hindurchgehen können, dies aber nicht für Bilder gilt, mit Ausnahme des durchsichtigen Glases.

5 Prop. 4,8,37.

6 Grundlegend zu Strabon: Engels 1999. Vgl. Dihle 1989, 162–164; Radt 2001.

7 Engels 1999, 31–36, zum Romaufenthalt.

8 Strab. 16,2,25.

wurde aber nicht in dieser Gegend geschmolzen, sondern nach Sidon gebracht und dort verarbeitet. Strabon fügt hinzu, es werde behauptet, Sidon verfüge über einen für das Schmelzen geeigneten Sand, während es auch die Auffassung gebe, jeder Sand sei zur Herstellung von Glas geeignet. Demgegenüber sagen die Glasmacher in Alexandria, dass mit dem Sand aus Ägypten bestimmte Färbungen des Glases nicht erreicht und kostbare Gefäße nicht geformt werden könnten und dass der Sand verschiedener Gegenden jeweils eine besondere Mischung verlange. Diese Informationen ergänzt Strabon durch den Hinweis auf Rom, wo neue Verfahren für die Erzeugung gefärbten Glases und neue Techniken der Herstellung von Glas, das wie Kristall wirkt, entwickelt worden seien. Daher könne man in Rom, so sagt Strabon, Schalen und Trinkgefäße zu einem niedrigen Preis – für eine Kupfermünze – kaufen.

Diese Bemerkungen sind insofern aufschlussreich, als hier wichtige Anhaltspunkte für die Datierung gegeben sind: Es existierten bereits in augusteischer Zeit in Rom Werkstätten von Glasmachern, deren Innovationen, nach Strabon, dazu führten, dass Glas in verschiedenen Farben hergestellt werden konnte und der Preis für Glas eher niedrig war. Damit ist gleichzeitig die Frage gegeben, welchen Rohstoff die stadtrömischen Glasmacher eigentlich verwendeten. Quarzsandvorkommen in Italien sind für diese Zeit noch nicht belegt, weswegen die Notiz Strabons eigentlich nur so interpretiert werden kann, dass die Glasmacher in Rom Rohglas aus anderen Regionen erhielten.

Beachtenswert ist ferner eine Information über den Handel zwischen Gallien und Britannien, der für die Römer deswegen von Bedeutung war, weil sie durch die Erhebung von Zöllen beträchtliche Einkünfte bezogen. Unter den exportierten Waren führt Strabon neben Gegenständen aus Elfenbein und Halsketten sowie Gemmen aus Bernstein auch Glasgefäße auf.⁹ Wir haben allerdings keine weitere Kenntnis darüber, um welches Glas es sich handelte und wo es produziert wurde. Immerhin ergänzt dieser Hinweis die Aussage über die Glasmacher der Stadt Rom: Rund fünfzig Jahre nach

den Aktivitäten des Rabirius Postumus wurde Glas in einem nennenswerten Umfang aus einer römischen Provinz nach Britannien exportiert.

Bei Strabon stellt die augusteische Zeit eine entscheidende Phase in der Entwicklung der Glasherstellung dar: In Rom war ein Produktionszentrum für Glas entstanden und Glas war in den nordwestlichen Provinzen ein Exportgut. Damit sind bei Strabon die Anfänge der römischen Glaskunst fassbar.

II

Nach Strabon stammt das zweite wichtige Zeugnis zum römischen Glas von C. Plinius Secundus, dessen unter Vespasianus vor 79 n. Chr. vollendete *naturalis historia* das antike Wissen über die Natur in siebenunddreißig Büchern auf imponierende Weise zusammenfasst.¹⁰ Alle Bereiche der Naturkunde sind berücksichtigt; die Darstellung beginnt mit der Astronomie und der Geographie, beschreibt in Buch 7 den Menschen, sein Leben und seine Eigenschaften, gibt dann einen Überblick über die Tier- und Pflanzenwelt sowie über die Heilmittel und schließt mit den Büchern über die Metalle, Farben sowie Steine und Edelsteine. Die technische Nutzung der Natur spielt in dem Werk eine wichtige Rolle: Plinius beschreibt nicht nur die Gegebenheiten der natürlichen Umwelt, die Tiere und Pflanzen, sondern geht in vielen Abschnitten auch auf die Nutzbarmachung der Natur durch den Menschen und die daraus resultierenden ethischen und ökologischen Probleme ein.¹¹ Dem Glas widmet Plinius längere Ausführungen am Ende des Buches über Steine, Bauwerke und Baumaterialien;¹² Grund hierfür ist die Verkleidung von gewölbten Decken mit Glasmosaiken, eine Technik, die Plinius als neue Erfindung bezeichnet und auf die Zeit nach Augustus datiert.¹³

Der Abschnitt setzt wie bei Strabon mit einer Beschreibung der Sandvorkommen in Phoinikien an der Küste bei der *colonia* Ptolemais ein; Plinius stellt fest, dass der Strand bei der Mündung des Belus nicht länger als

9 Strab. 4,5,3. Vgl. zum Handel zwischen Gallien und Britannien sowie zu den Zöllen Strab. 2,5,8.

10 Die *naturalis historia* ist datierbar durch die Widmung an Titus im Jahr 77 (praef. 3: Titus ist sechsmal Konsul gewesen) und durch den Tod des Plinius bei dem Vesuvausbruch 79 n. Chr.

11 Zu Plinius vgl. Greenaway und French 1986; Dihle 1989, 194–198; Healy 1999; Sallmann 2000.

12 Plin. nat. 36,189–199. Vgl. Healy 1999, 352–358.

13 Plin. nat. 36,189: *novicium et hoc inventum*.

500 Schritt (ca. 750 Meter) ist, aber dennoch über Jahrhunderte den Rohstoff für die Glasherstellung lieferte, eine Information, die auch im Abschnitt zur Geographie und bei Tacitus vorliegt.¹⁴ Es folgt eine Anekdote über die Erfindung des Glases. Plinius erzählt, dass Natronhändler, die mit ihrem Schiff an dieser Küste gelandet seien, statt Steine Blöcke aus Natron verwendet hätten, um auf einem Feuer ihre Mahlzeit zuzubereiten. Dabei habe sich das erhitzte Natron mit dem Sand vermischt; auf diese Weise sei eine neuartige Flüssigkeit (*novus liquor*) entstanden und dies sei der Ursprung des Glases (*origo vitri*) gewesen.¹⁵

Wie Plinius betont, begann damit eine Entwicklung, in der immer wieder mit neuen Mischungen der Glasmasse experimentiert wurde; unter den Zuschlägen werden ein *magnes lapis*, glänzende Steinchen (*calculi splendentes*), Muscheln und gegrabener Sand genannt. Außerdem gibt Plinius Berichte wieder, dass in Indien Stücke von Bergkristall zur Glasherstellung verwendet wurden; dieses indische Glas soll eine hohe Qualität besessen haben. Die folgenden Bemerkungen gelten der Herstellungstechnik; Plinius macht Angaben zur Verwendung von Holz als Brennmaterial, zur Hinzufügung von Kupfer und Natron, bevorzugt aus Ophir, und zu den Öfen, in denen die Glasmasse geschmolzen wurde. Es entstanden Blöcke von Rohglas mit einer schwärzlichen Färbung, die wiederum in den Werkstätten der Glasmacher bearbeitet wurden. Es wird deutlich, dass die Herstellung von Rohglas aus Quarzsand und Natrium oder Soda und die Verfertigung von Glasgefäßen durch die Glasmacher vollständig getrennte Produktionsschritte waren.¹⁶

Der Satz über die Formung und Bearbeitung der

Glasgefäße hat der Forschung erhebliche Schwierigkeiten bereitet: Plinius führt drei Arbeitsprozesse an, durch die Rohglas weiterverarbeitet wurde: *et aliud flatu figuratur, aliud torno teritur, aliud argenti modo caelatur*.¹⁷ Die Formung eines Gefäßes durch das Glasblasen und das Ziselieren von erkaltetem Glas in der Art der Bearbeitung von Silber waren dabei unproblematisch. Fraglich bleibt hingegen, was unter der Wendung *torno teritur* zu verstehen ist. Wie eine Übersicht über ältere Interpretationen zeigt,¹⁸ wurde diese Stelle allgemein als die Beschreibung eines „mit Drehen verbundenen Schleifvorgangs“¹⁹ verstanden; da aber nach Auffassung von Lierke eine Bearbeitung von Glas mit Hilfe einer horizontalen Drehbank in der Antike technisch nicht möglich war,²⁰ wird angenommen, dass Glasgefäße „in einem zähflüssigen Zustand“ auf der Drehscheibe geformt wurden.²¹ Dementsprechend wird *torno teritur* in der neuen zweisprachigen Ausgabe der *naturalis historia* mit „Bearbeitung auf der Drehscheibe“ übersetzt.²²

Wenn man von diesem speziellen Problem einmal absieht, ergibt die Darstellung des Plinius jedenfalls einen klaren Sinn: Die Barren von Rohglas (*massae*) wurden in Werkstätten noch einmal geschmolzen, dann gefärbt und schließlich weiterverarbeitet, indem Glasgefäße durch Glasblasen geformt wurden, Glas mit einem Werkzeug geglättet oder in der Art der Silberbearbeitung ziseliert wurde. Der Abschnitt endet mit einem Hinweis auf Sidon, das durch seine Werkstätten und durch die Erfindung der Spiegel (*specula*) berühmt war.²³

Damit hat Plinius die ältere Glasherstellung und Glasbearbeitung (*antiqua ratio vitri*) dargestellt; im folgenden Abschnitt geht er auf das Glasgewerbe seiner

14 Plin. nat. 36,190. Vgl. Plin. nat. 5,75: *iuxta Getta, Geba, rivus Pacida sive Belus, vitri fertiles harenas parvo litori miscens* und Tac. hist. 5,7,2: *et Belus amnis Iudaico mari inlabitur, circa cuius os lectae harenae admixto nitro in vitrum excocuntur*. Vgl. ferner Ios. bell. Iud. 2, 190–191.

15 Plin. nat. 36,191. Lierke sieht einen realen Kern der Anekdote und verweist auf moderne Experimente, aus dem Belus-Sand und Natron Glas herzustellen. Dies ist deswegen möglich, weil der Belus-Sand kalkhaltig ist. Vgl. dazu Lierke 1999, 9.

16 Plin. nat. 36,191–193. Das Glas wurde *continuis fornacibus* geschmolzen; dieser Ausdruck wurde verschieden interpretiert; vgl. Rottländer 2000, 26: „[...] *continuis fornacibus* kann bedeuten, dass mehrere Öfen nahe beieinanderstehen, aber auch, dass ein Ofen kontinuierlich betrieben wird; das ist bei einem Glasofen ohnehin unabdingbar.“ Lierke verweist auf die traditionelle Glasherstellung in Nordindien; hier dauerte der Schmelzvorgang zwei Wochen; dies auf die Antike übertragen liegt die Übersetzung „in kontinuierlich betriebenen Öfen“

nahe. Lierke 1999, 9–10.

17 Plin. nat. 36,193.

18 Rottländer 2000, 26–27. Lierke 1999, 8–12. A. Locher, *Naturalis Historia* 36,193: „*aliud torno teritur*“, in: Lierke 1999, 12–13.

19 Lierke 1999, 11.

20 Lierke 1999, 11.

21 Lierke 1999, 11–12.

22 König und Hopp 1992, 127. Nach Lierke entspricht diese Übersetzung dem archäologischen Befund: Lierke 1999, 11. Dieser Interpretation hat jüngst E. M. Stern zugestimmt, die auf die engen Verbindungen zwischen Keramik und Glasproduktion hinweist und von ‚Glass Pottery‘ spricht. Vgl. Stern 2008, 531–535. Allerdings wurden die Thesen von Lierke nicht allgemein akzeptiert und über diese Fragen besteht in der Forschung bislang kein Konsens.

23 Plin. nat. 36,193.

Zeit ein; er berichtet, dass in Italien Sand von der campanischen Küste zwischen Cumae und Liternum zur Rohglasherstellung verwendet wurde.

Dieser Sand wurde zunächst noch einmal mit Mörsern oder Mühlen zerrieben und anschließend nach Gewicht oder Volumen mit drei Teilen Natron (*tribus partibus nitri*) gemischt, die flüssige Masse nach dem Schmelzen in andere Öfen eingeführt, so dass ein *hammonitrum* genanntes Rohglas entstand, das weiterverarbeitet werden konnte. Im frühen 1. Jahrhundert n. Chr. konnten die Glasmacher in Italien auf eigene Vorkommen von Quarzsand zurückgreifen und waren so unabhängig vom Import des Rohglases aus dem phoinikischen Raum geworden. Dasselbe galt auch für Gallien und Hispanien, wo das Glasgewerbe Sandvorkommen auf ähnliche Weise nutzte.²⁴

Ein Problem stellt die Aussage über das Mischungsverhältnis des Glases (*miscetur tribus partibus nitri*) dar. Wenn *pars* hier ein Viertel bedeutet, hätte Plinius an dieser Stelle ein Gemisch von einem Teil Sand und drei Teilen Natron beschrieben. Wie Materialanalysen zeigen, entspricht das römische Glas allerdings nicht einem solchen Mischungsverhältnis.²⁵ Es bleibt die Möglichkeit, dass der Text an dieser Stelle lückenhaft überliefert ist und mit *tribus partibus* ein Anteil des Sandes an der Glasmasse in Höhe von drei Vierteln gemeint war oder aber Plinius die Anteile von Sand und Natron einfach verwechselt hat. Eine wirklich überzeugende Interpretation dieser Stelle liegt bislang jedoch nicht vor.

Plinius erwähnt ferner Berichte, dass unter Tiberius ein Mischungsverhältnis gefunden worden sei, das die Herstellung eines biegsamen Glases möglich gemacht habe. Die Werkstatt dieses Glasmachers sei aber zerstört worden, damit nicht die Preise für Kupfer, Silber und Gold fielen, ein häufig geäußertes Gerücht (*fama*), das

Plinius aber nicht für glaubwürdig hält. Aufgrund einer weiteren Neuerung in der Glasherstellung konnten zur Zeit Neros Pokale hergestellt werden, die für einen Preis von 6000 Sesterzen verkauft wurden.²⁶

Die Glasmacher konnten Glas in verschiedenen Farben herstellen, so etwa ein rotes opakes Glas; es war auch möglich, Gefäße zu produzieren, die etwa Lapislazuli nachahmten. Am Ende seiner Ausführungen gibt Plinius ein Résumé, in dem er betont, es gebe keinen anderen Werkstoff, der leichter zu bearbeiten sei als Glas, und im größten Ansehen stehe das weiße, durchsichtige Glas, das eine Ähnlichkeit mit dem Bergkristall aufweise. Es folgt die Feststellung, dass Trinkgefäße aus Glas solche aus Silber und Gold verdrängt haben.²⁷ Glas wurde als Material für Tafelgeschirr zu einer wirklichen Konkurrenz für die Edelmetalle, eine Tatsache, die ja auch in der Anekdote über das biegsame Glas angedeutet wird. Ohne Zweifel stellen die Ausführungen des Plinius ein wichtiges Zeugnis für den Aufstieg der Glasherstellung im Imperium Romanum, für die technischen Innovationen der Produktion und für den Gebrauch und die Wertschätzung der Glasgefäße dar. Mit den Schriften Strabons und des Plinius ist so ein Rahmen gegeben, der es ermöglicht, die erhaltenen Artefakte und das archäologische Material angemessen zu verstehen. Sie sind damit wichtige Bausteine für eine Geschichte des römischen Glases.

III

Die Erwähnung von Glas in philosophischen Schriften, in der Prosaliteratur und in der Dichtung des 1. Jahrhunderts n. Chr. ergänzen die Texte von Strabon und Plinius. Zwei Autoren, die ihre Schriften in der Zeit Neros –

24 Plin. nat. 36,194.

25 Rottländer 2000, 27. Riederer 1987, 169. Nach Riederer weisen römische Gläser einen Gehalt an Kieselsäure von 65–70% und an Natrium von 16–20% auf. Rottländer weist auf die ältere These von Froehner 1879 hin, der annahm, dass *pars* hier die Bedeutung von ein Zwölftel hat. Nach Plinius kämen demnach auf neun Zwölftel Sand (Kieselsäure) drei Zwölftel Natrium, was mit den Materialanalysen von römischem Glas etwa übereinstimmt. Dass Plinius unter den Rohstoffen des Glases Kalk nicht aufführt, liegt vielleicht daran, dass Meeressand oft kalkhaltig ist, ein Zuschlag von Kalk folglich nicht notwendig war. An anderer Stelle weist Plinius darauf hin, dass der Glasmasse auch Kalk in Form von Muscheln hinzugefügt wurde (Plin. nat. 36,192).

26 Plin. nat. 36,195. Auf die Anekdote über die Erfindung des biegsamen Glases (*flexile*) wird unten in dem Absatz über Petronius eingegangen. Die Bedeutung der Wendung *quos appellabant petrotos* bleibt unklar. Locher erklärt *petrotus* (abgeleitet von *πετρόω*) wie folgt: „Das Wort zeigt eindeutig, dass damit die Vortäuschung eines anderen Materials als ‘vitrum’ beabsichtigt war“ (A. Locher, *Naturalis Historia* 36,193: „*aliud torno teritur*“, in: Lierke 1999, 13). Lierke hält es für möglich, dass es sich um Cameogefäße gehandelt hat (Lierke 1999, 83). Vgl. ferner Rottländer 2000, 29.

27 Plin. nat. 36,198–199. Einige weitere Informationen betreffen die Empfindlichkeit von Glas gegen Hitze und dem Zusammenfügen von Glasscherben.

also kurz vor Plinius – verfasst haben, sind hier an erster Stelle zu nennen, Petronius und Seneca.

Petronius, der Verfasser des nur fragmentarisch erhaltenen Romans *Satyrice*, ist mit großer Wahrscheinlichkeit mit dem Senator und Konsul P. Petronius identisch, dessen extravagante Lebensweise selbst in den Annalen des Tacitus Beachtung fand.²⁸ Der Roman spielt im zeitgenössischen Unteritalien und schildert in einer langen Szene, im Gastmahl des Trimalchio, das Milieu vermögender Freigelassenen, die ihren Reichtum durch Luxusgüter und Statussymbole demonstrativ zur Schau stellen, mit großem Selbstbewusstsein über die verschiedensten Themen und vor allem über sich selbst reden und dabei ihre kulturelle Inkompetenz und ihre Unbildung unwissentlich zur Schau stellen. Protagonist ist der extrem reiche, aber gleichzeitig vulgäre Freigelassene Trimalchio, der die Gäste mit langen Monologen unterhält. Eine Schale aus korinthischer Bronze nimmt Trimalchio zum Anlass, um über diese besondere Legierung zu räteln, die seiner Meinung nach entstand, als Hannibal nach der Einnahme Troias alle Statuen aus Bronze, Gold und Silber zusammen verbrennen ließ.²⁹ Direkt danach erklärt er, er liebe Glas mehr, denn es stinke nicht, und wenn die Glasgefäße nicht zerbrächen, würde er sie höher schätzen als Gold, nun aber seien sie wertlos.³⁰ Und darauf folgt die Geschichte von dem unzerbrechlichem Glas, die sich nur wenige Jahre später auch bei Plinius findet: Trimalchio erzählt, ein Glasmacher habe eine Schale hergestellt, die unzerbrechlich gewesen sei. Damit sei er zum Caesar gegangen, habe die Schale zu Boden geworfen, so dass der Caesar heftig erschrocken sei. Sie sei zerbeult gewesen, der Glasmacher aber habe die Schale aufgehoben und sie mit einem kleinen Hammer wieder in ihre ursprüngliche Form gebracht. Der Caesar habe ihn dann gefragt, ob noch jemand solches Glas herstellen könne. „Nachdem er Nein gesagt hatte, ließ ihm der Caesar den Kopf abschlagen, weil wir nämlich, wenn es heraus wäre, Gold für einen Dreck halten würden.“ Völlig unvermittelt geht Trimalchio dann zu seinem mit Relief verzierten Silbergerät über.³¹

Bemerkenswert an diesem Text ist die enge Verbindung von Edelmetall und Glas; die Äußerungen über das Glas sind eingebettet in die Bemerkungen über die korinthische Bronze und über die Silbergefäße und zunächst vergleicht Trimalchio Glas mit Gold. In der Begründung der Hinrichtung des Glasmachers wird der Werkstoff Glas eindeutig als Konkurrenz für Gold gesehen. Glas hatte sich als Material für Trinkgefäße, Schalen und Geschirr in der wohlhabenden Oberschicht durchgesetzt, selbst die reichen Freigelassenen schätzen Glas, wenn es auch letztlich wegen seiner Zerbrechlichkeit als *vilis*, als billig, abqualifiziert wird.

Die Überlegung, Plinius habe die Geschichte des Glasmachers dem Roman des Petronius entlehnt, hat wenig für sich.³² Es gibt eine Reihe von Unterschieden zwischen beiden Texten: Bei Petronius wird nicht gesagt, um welchen Princeps es sich gehandelt habe, während Plinius Tiberius nennt; der Glasmacher, der bei Petronius im Mittelpunkt der Geschichte steht, kommt bei Plinius überhaupt nicht vor und an die Stelle der Enthauptung tritt die Zerstörung der Werkstatt. Es handelte sich wohl um eine populäre Anekdote, die in verschiedenen Versionen erzählt wurde und noch in dem Werk des Cassius Dio aus dem frühen 3. Jahrhundert n. Chr. erscheint.³³ Cassius Dio datiert den Vorfall ebenfalls in die Zeit des Tiberius, verbindet ihn aber mit der Geschichte eines mit Verbannung bestraften Architekten, der bei dem Princeps seine Begnadigung erwirken wollte, bei der Begegnung ein Trinkgefäß aus Glas fallen ließ und dies sofort wiederherstellte, worauf der Princeps ihn, anstatt ihn zu begnadigen, töten ließ, wobei kein Motiv genannt wird und von einer Konkurrenz zwischen Glas und Edelmetall nicht mehr gesprochen wird.

Wie immer man die Glaubwürdigkeit dieser Anekdote beurteilen mag,³⁴ sie zeigt deutlich, dass Glas und die Fortschritte, die in der Glasherstellung erzielt wurden, im 1. Jahrhundert n. Chr. wahrgenommen wurden und im Roman sowie in der naturkundlichen Fachliteratur ihren Niederschlag fanden.

28 Tac. ann. 16,18–19. Döhle 1989, 141–146; Habermehl 2000.

29 Petron. 50,1–5. Die Erwähnung der korinthischen Bronze in Verbindung mit dem Fall Troias und mit Hannibal soll hier Trimalchios völlige Unkenntnis der klassischen Literatur und der Geschichte verdeutlichen.

30 Petron. 50,7.

31 Petron. 51.

32 Rottländer 2000, 28–29. Petronius erscheint übrigens nicht im Verzeichnis der von Plinius benutzten Literatur zu Buch 36.

33 Cass. Dio 57,21,7.

34 Die Historizität wird von Blümner und Rottländer bestritten: Blümner 1887, 407; Rottländer 2000, 28–29.

Bei Seneca wird Glas im moralphilosophischen Diskurs der *epistulae ad Lucilium* zum Argument:³⁵ In der Kritik an den Thesen des Poseidonios widerspricht Seneca im 90. Brief der Auffassung, die technischen Fertigkeiten (*artes*), derer man sich im täglichen Leben bedient, seien ursprünglich von der Philosophie erfunden worden.³⁶ Als einzige Aufgabe der Philosophie sieht Seneca es vielmehr an, „die Wahrheit über göttliche und menschliche Dinge zu finden;“ mit der Philosophie eng verbunden seien die Frömmigkeit und die Anerkennung solcher Tugenden wie der Gerechtigkeit.³⁷ Die technischen Erfindungen dienten aber vielmehr dem Luxus und der Habsucht,³⁸ während die Natur alles darbiete, was der Mensch zum Leben benötigt:

Wen hältst du heute für weise? Den, der erfunden hat, wie man zu unermesslicher Höhe Safranessenz in unsichtbaren Röhren empor drückt, der Kanäle mit plötzlichem Wasserschwall füllt oder trockenlegt [...] oder den, der anderen und sich selbst zeigt, wie uns die Natur nichts Hartes oder Schwieriges auferlegt hat, ferner, dass wir wohnen können ohne Steinmetz und Zimmermann, dass wir uns kleiden können ohne Seidenhandel, dass wir über das für unseren Lebensunterhalt Nötige verfügen können, wenn wir zufrieden sein wollten mit dem, was die Erde uns zur Verfügung stellt auf der Oberfläche?³⁹

Erst durch die Entwicklung der *luxuria* hat man begonnen, das Überflüssige zu begehren und zu produzieren.⁴⁰ Da Poseidonios meint, dass der Weise der neueren Zeit sich vom Handwerk, von den *artes*, zurückgezogen hätte,⁴¹ geht Seneca auf neuere Erfindungen ein und beschreibt dann die Arbeit des Glasmachers: „Ich wünschte dem Poseidonios einen Glasbläser vorzuführen, der mit seinem Atem Glas zahlreiche Formen ver-

leiht, die sich kaum mit sorgfältiger Hand gestalten ließen.“ Dies sei erfunden worden, nachdem man aufgehört hatte zu meinen, dass der Weise an den Erfindungen beteiligt sei.⁴² Das Glasblasen erscheint hier als ein Beispiel einer neuen, hochentwickelten Technik, die mit dem Atem Effekte zu erzielen vermag, die früher mit der Hand nicht denkbar waren. Unter den neueren Erfindungen erwähnt Seneca ferner das Fensterglas:

Manches ist erst, wie wir wissen, in unserer Zeit aufgekommen, wie der Gebrauch der Fensterscheiben, wobei eine durchsichtige Glasmasse das helle Tageslicht einlässt.⁴³

Das Formen von Gefäßen durch Glasblasen und das Fensterglas erscheinen hier als Beispiele für neuere technische Erfindungen, die eben nicht dem Weisen oder der Philosophie, sondern eher einfachen Arbeitskräften zu verdanken sind. Wie bei Strabon und Plinius sind auch bei Seneca die Erfindungen ein grundlegendes Thema in der Wahrnehmung von Glas.

Glas gibt in den *naturales quaestiones* Anlass zu einer Diskussion über die Sexualmoral. Es geht Seneca hier um die Wirkung von Spiegeln,⁴⁴ die alles, auch den menschlichen Körper, größer erscheinen lassen.⁴⁵ Er berichtet über den Fall des Hostius Quadra, eines reichen Römers der augusteischen Zeit, der in seinem Schlafzimmer derartige Spiegel (*specula*) anbringen ließ, so dass er beim Zusammensein mit einem Mann diesen und dessen Bewegungen im Spiegel gut sehen konnte. Der Spiegel täuscht dabei und erregt durch „*falsa magnitudine ipsius membri*.“ Seneca kommentiert dies mit dem Dictum, nun möge jemand behaupten, der Spiegel sei aus Gründen des guten und sauberen Aussehens (*munditiarum causa*) erfunden worden. Die Spiegel, die rundherum aufgestellt waren, dienten dazu, dass Hostius selbst seine eigenen obszönen Handlungen betrachten konnte; er besaß – wie Seneca missbilligend feststellt

35 Dihle 1989, 101–115; Maurach 1991, 157–177; Dingel 2001.

36 Sen. epist. 90,7.

37 Sen. epist. 90,3.

38 Sen. epist. 90,8–9; Vgl. auch Sen. benef. 7,9,3.

39 Sen. epist. 90,15.

40 Sen. epist. 90,19.

41 Sen. epist. 90,30.

42 Sen. epist. 90,31.

43 Sen. epist. 90,25.

44 Zur Erfindung der Spiegel aus Glas in Sidon vgl. Plin. nat. 36,193: *si-*

quidem etiam specula excogitaverat. Seneca verwendet in nat. 1,15,7 und 1,16 ebenfalls den Begriff *speculum* für Spiegel; in Sen. nat. 1,16,3, wird gesagt, dass der Spiegel erfunden worden sei (*dic speculum munditiarum causa repertum*) und in Sen. epist. 90,25, wird vom Gebrauch der Fensterscheiben (*specularium usum*) als neuer Erfindung gesprochen. Dies alles legt nahe, dass die von Seneca erwähnten *specula* (Spiegel) aus Glas bestanden.

45 Sen. nat. 1,15,7–8.

– nicht einmal die Scham von Prostituierten, die sich im Verborgenen hingeben. Eine technische Neuerung wie die Herstellung von Spiegeln dient in der Sicht Senecas weniger den wirklichen Bedürfnissen von Menschen, sondern eher einer perversen Sexualität.⁴⁶

Glas spielt aber auch in den Überlegungen Senecas zu den optischen Täuschungen eine Rolle: Unter den Beispielen, die Seneca anführt, findet sich auch Obst, das hinter Glas um vieles größer erscheint.⁴⁷ Auf diese Tatsache weist Seneca auch an anderer Stelle hin, wobei hier noch ein weiterer Aspekt hinzukommt: Früchte erscheinen dann schöner (*formosiora*), wenn sie in einem Glas mit Wasser schwimmen.⁴⁸

In der Zeit Senecas gehörte Glas zur römischen Alltagskultur; die Technik des Glasblasens, Fensterglas und Spiegel werden in der philosophischen Reflexion genannt und es war erkannt, dass durch Glas optische Täuschungen hervorgerufen werden können.

Es soll an dieser Stelle noch erwähnt werden, dass das Interesse an Glas in der Zeit vor dem Jahr 79 nicht allein in den Texten, sondern auch in den Wandgemälden von Häusern in Pompeii und seiner Umgebung deutlich zum Ausdruck kommt. In diesen Bildern findet die Bemerkung Senecas über die Früchte, die in Glasgefäßen schöner erscheinen, ihre künstlerische Entsprechung. Es werden Schalen aus durchsichtigem Glas, in denen Obst aufbewahrt wird, oder halb mit Wasser gefüllte Gefäße dargestellt. Solche Wandgemälde gibt es in großen Villen und Stadthäusern, so etwa in der Villa von Oplontis, in einer Villa in Boscoreale oder im Haus der Julia Felix in Pompeii. Wenn auch die Maler an Glas interessiert waren „because of its unique quality to visualize covered objects“⁴⁹, so müssen auch die Besitzer der Häuser und Auftraggeber der Maler vom Motiv des Glases, in dem Obst oder Wasser zu sehen ist, fasziniert gewesen sein. Derartige Stillleben waren ein Symbol für Reich-

tum, Fruchtbarkeit und Eleganz und schufen so ein kongeniales Ambiente für die ästhetischen Ambitionen der römischen Oberschicht.⁵⁰

IV

Für die Zeit nach Vespasianus (69–79) fehlen solche Texte zum Glas wie die Strabons oder des Plinius. Es gibt aber bei verschiedenen Autoren eine Reihe kurzer, dennoch aufschlussreicher Bemerkungen zum Glas, die es wert sind, beachtet zu werden. Es ist mit Martialis zu beginnen,⁵¹ der aus Hispania Tarraconensis nach Rom gekommen war und dort unter Domitianus (81–96) lebte. Martialis beschreibt in seinen Epigrammen das Leben in der Metropole in allen seinen Facetten, wobei er über Reiche und Arme spottet, die Abhängigkeit der Sklaven von ihrem Herrn oder ihrer Herrin und der Klienten von ihrem Patron schildert, Themen wie Prostitution und Sexualität mit großer Offenheit abhandelt und der Großstadt die ländliche Idylle, die geradezu verklärt wird, gegenüberstellt.

In einem Epigramm, in dem Martialis den Witzmacher Caecilius verhöhnt, vergleicht er diesen mit Menschen, die in Rom einem niederen Gewerbe nachgehen. Unter diesen wird ein Hausierer genannt, der im Stadtviertel jenseits des Tibers schmutziggelben Schwefel gegen zerbrochenes Glas tauscht;⁵² dieser Handel wird auch in einem Gedicht der *silvae* des Statius erwähnt. Er war, wie es scheint, im Stadtbild Roms nicht zu übersehen.⁵³ Bruchglas wurde gesammelt und war wiederum Rohstoff der Glasmacher. Zur Bedeutung des Schwefels bei der Glasproduktion äußerte sich schon zuvor Plinius; Rottländer hat die Auffassung vertreten, dass mit Hilfe von Schwefelfäden eine Reparatur von beschädigten Glasgefäßen vorgenommen werden konnte.⁵⁴

46 Sen. nat. 1,16,1–9.

47 Sen. nat. 1,3,9. Kontext dieser Ausführungen ist die Untersuchung des Regenbogens.

48 Sen. nat. 1,6,5.

49 Naumann-Steckner 1991, 98.

50 Naumann-Steckner 1991. Vgl. die Abbildungen: Motiv einer Schale mit Früchten: Wandgemälde in Oplontis (Naumann-Steckner 1991, Taf. XX a); Wandgemälde in der Villa von Boscoreale (Naumann-Steckner 1991, Taf. XXI a); Wandgemälde im Haus der Iulia Felix in Pompeii (Naumann-Steckner 1991, Taf. XXIV b). Mit Wasser oder Wein gefülltes Glasgefäß: Wandgemälde in Neapel (Naumann-Steckner 1991, Taf. XX b); Wandgemälde in Neapel (Naumann-

Steckner 1991, Taf. XXII a). Glasgefäß und Glasbecher: Wandgemälde im Samnitischen Haus in Herculaneum (Irelli u. a. 1990, Taf. 136).

51 Dihle 1989, 192–193. Ein zeitgenössisches antikes Urteil. Plin. epist. 3,21.

52 Mart. 1,41.

53 Stat. silv. 1,6,74. Das Gedicht beschreibt die Feiern an den Kalenden des Dezembers.

54 Plin. nat. 36,199: *vitrum sulphuri concoctum feruminatur in lapidem*. Rottländer 2000, 30: „Es war üblich, zerbrochene Glasgefäße mit Hilfe von Schwefelfäden, die zwischen die erhitzten Bruchstücke gelegt wurden (*concoctum* heißt durch Erhitzen zusammengefügt), zu kleben.“ König und Hopp 1992, 210, weisen auf die ähnliche Formulie-

In eine völlig andere Welt führt uns ein Epigramm, in dem die Wirkungen eines durch Erbschaft erworbenen Vermögens beschrieben werden. Ein wertvolles Trinkglas ist in diesen Versen ein Symbol dafür, dass der Reichtum das Verhalten des Menschen ändert. Während Aper früher wie ein Censor diejenigen getadelt hat, die in den Thermen Wein tranken, und geschrien hat, man solle die Trinkbecher zerbrechen und den Falerner ausschütten, kehrt er, seitdem er geerbt hat, nicht mehr nüchtern aus den Thermen zurück; soviel, konstatiert Martialis ironisch, vermögen ein Glas und eine Begleitung aus fünf Sklaven. Das Luxusglas verleitet zum Trinken; als er noch arm war, hatte Aper aber keinen Durst, wie Martialis im letzten Vers pointiert feststellt.⁵⁵ Kunstvoll gestaltete Trinkgläser und Reichtum gehören zusammen, was ja bereits auch der Hinweis des Plinius, dass die Verwendung von Glas für Trinkgefäße Silber und Gold verdrängt hat, impliziert.⁵⁶

Dieses Epigramm ist aber nicht nur seines Inhaltes wegen bemerkenswert, sondern auch wegen des Wortes, das Martialis für ein kostbares Glas wählt: *diatreta*.⁵⁷ In der Archäologie werden spätantike Gläser, die „von einem netzartigen, freistehenden Mantel umgeben sind“⁵⁸, als Diatretgläser bezeichnet;⁵⁹ Saldern verweist auf frühe Diatrete, so auf einen in Nijmegen gefundenen Becher, der nicht wie die spätantiken Gläser von einem Maschennetz, sondern von Eichenlaub umgeben ist und in das späte 1. Jahrhundert datiert wird.⁶⁰ Es ist durchaus möglich, dass Martialis ein Gefäß mit einem vollplastischen Dekor als *diatreta* bezeichnet hat.

Unter den Geschenken, die im 14. Buch in Zweizeilern angepriesen werden, finden sich auch *calices audaces*, kühne Becher, die heißes Wasser nicht zerbricht.⁶¹ Die schwer verständliche Anspielung dieses Distichons wird durch ein anderes Epigramm erklärt, das Glasgeschirr und ein billiges Tongeschirr vergleicht und die Vorteile der einfachen Keramik betont: Ein schlichtes Trinkgefäß reizt keinen Dieb, es springt nicht, wenn das Wasser zu

heiß ist, und beim Mahl muss man nicht fürchten, dass ein Gast es fallen lässt.⁶²

Wertvolle Glasgefäße erhielten in dieser Zeit die Dignität von Kunstwerken und wurden als Kunstwerke gewürdigt. Es ist bezeichnend, dass gerade in *Leukippe und Kleitophon* von Achilleus Tatios, in einem wohl im späten 2. Jahrhundert verfassten Roman, in dem Bilder und deren Ikonographie aufs engste mit der Handlung verknüpft sind,⁶³ sich auch die Beschreibung eines kostbaren Trinkgefäßes aus Glas findet. Der Prunkbecher, der auffallende Eigenschaften besaß, wird in der Erzählung über ein Dionysos-Fest erwähnt:

An diesem Tag feierte man dem Gotte das Fest. Mein Vater setzte aus Ehrbegierde unter anderen Dingen, wodurch er das Mahl glänzender zu machen suchte, auch einen dem Gotte geheiligten Krater auf, der nach dem von Glaukos aus Chios hergestellten Krater den zweiten Rang einnahm. Das ganze Werk war aus Glas von erhabener Arbeit. Weinstöcke umrankten es rings, so dass sie aus dem Krater herausgewachsen zu sein schienen. Die Weintrauben hingen überall herum; jede von ihnen erschien unreif, so lange der Krater noch leer war; goss man aber Wein hinein, so fing sie nach und nach an, sich zu färben und zur reifen Traube zu werden. Dionysos war unter den Trauben abgebildet, wie er als Winzer Wein anbaut.⁶⁴

Die Beziehung zwischen diesem Text und der Handlung des Romans, der die Geschichte der Liebe von Kleitophon und Leukippe erzählt, wird klar zum Ausdruck gebracht; Eros und Dionysos seien, so heißt es in dem nächsten Satz, zwei gewaltige Götter; Eros entfacht das Feuer der Liebe und Dionysos verstärkt sie durch den Wein, „denn Wein ist die Nahrung der Liebe.“⁶⁵

zung bei Plin. nat. 31,122 hin: *sal nitrum sulphuri concoctum in lapidem vertitur*. König und Hopp halten eine Verwechslung des Plinius von *vitrum* und *nitrum* für denkbar.

55 Mart. 12,70.

56 Plin. nat. 36,199.

57 Mart. 12,70,9. Lierke 1999, 116.

58 Saldern 2004, 385.

59 Harden 1987, 186, 238–249; Lierke 1999, 116–129; Saldern 2004, 385–399; Whitehouse, Gudenrath und Roberts 2015.

60 Saldern 2004, 389. Vgl. B. Rütli in Lierke 1999, 129–134. Zum Becher

aus Nijmegen: Lierke 1999, 130–131.

61 Mart. 14,94.

62 Mart. 12,74. Die Wendung *calices audaces* meint folglich ein Tongeschirr; die Gefäße werden *audaces* genannt, weil es ein Wagnis ist, solche billigen Tonwaren zu verschenken. Dementsprechend heißt es in Mart. 12,74,3–4: *Hi magis audaces, an sunt qui talia mittunt | munera?*

63 Dihle 1989, 247. Fussillo 1996, 83.

64 Ach. Tat. 2,3,1–2.

65 Ach. Tat. 2,3,3.

Die Beschreibung des Kraters ist in verschiedener Hinsicht bemerkenswert. Das kostbare Glas dient wiederum als ein Prestigeobjekt eines Mannes, der als *philotimoumenos*, als ehrliebend und ruhmsüchtig, charakterisiert wird. Das Urteil, dieser Krater sei der zweite nach dem des Glaukos, soll seine Dignität durch den Vergleich mit einem früheren, vielbewunderten Werk erhöhen. Achilleus Tatios verweist hier auf ein von Glaukos verfertigtes Weihgeschenk des Alyattes in Delphi; Herodot hat diesen silbernen Mischkrug für sehenswert gehalten.⁶⁶ Das im Roman geschilderte aufwendig gearbeitete Prunkglas, dessen Dekor Weintrauben sowie Dionysos selbst abbildet, steht in enger Beziehung zum Kult des Gottes, der, wie im Mythos erzählt wird, den Tyriern den Wein gebracht haben soll.⁶⁷

Vor allem überraschend ist der Effekt, dass das Glas seine Farbe zu ändern vermag: leer zeigt es unreife grüne Trauben, die beim Füllen des Glases die rote Farbe reifer Früchte annehmen. Dieser Effekt wird auch in der *Historia Augusta* erwähnt; in der Biographie des Firmus wird ein angeblicher, sicherlich aber unechter Brief des Hadrianus an seinen Schwager L. Iulius Ursus Servianus, Ehemann der Domitia Paulina, zitiert. Am Ende dieses Schreibens teilt Hadrianus kurz mit, er habe Servianus zwei Trinkbecher geschickt, die ihre Farbe wechseln, und die er als Geschenk von einem Priester des Tempels erhielt.⁶⁸ Kostbare Prunkgläser erscheinen in diesem Text als ein Geschenk innerhalb der Herrscherfamilie. Sie besitzen als Geschenk eines Priesters eine religiöse Aura und sie sollen, so wünscht es sich Hadrianus, an Festtagen beim Mahl verwendet werden.

Die Erwähnung von Trinkgefäßen, die ihre Farbe wechseln, wirkt auf den ersten Blick unglaublich, aber es gibt ein solches Glas aus der Antike, den Lykurg-Becher im British Museum in London,⁶⁹ ein farbiges Glasgefäß mit einer bildlichen Darstellung, die durch dünne Stege mit dem Innenbecher verbunden ist.

Das Motiv entstammt dem Dionysos-Mythos: Es handelt sich um den Tod des Königs der Edonen Lykurgos, der zuvor die Begleiterinnen des Dionysos gewaltsam vertrieben hatte.⁷⁰ Die bildliche Darstellung des Lykurg-Bechers besitzt demnach enge Übereinstimmungen mit dem Krater, den Achilleus Tatios im Roman beschreibt und auf dem ebenfalls Dionysos im Weinlaub zu sehen war. Nach Harden ist das Glas des Lykurg-Bechers opakgrün und wird bei durchscheinendem Licht durchsichtig rot,⁷¹ ein Farbwechsel, der dem des Kraters im Roman entspricht und der durch eine Hinzufügung von sehr geringen Mengen Gold und Silber in der Glasmasse erzeugt wurde.⁷²

Angesichts der Tatsache, dass über den Verwendungszweck der spätantiken Diatretgläser verschiedene Auffassungen existieren, ist zu betonen, dass in beiden Texten, im Roman wie auch in der *Historia Augusta*, die Prunkgläser die Funktion von Trinkgefäßen haben und beim Festmahl Verwendung fanden.⁷³

In dem Hadrianus zugeschriebenen Brief werden zu den Handwerkern, die in Alexandria tätig sind, neben den Herstellern von Papyrusrollen und den Leinewebnern auch die Glasmacher gezählt.⁷⁴ Dies ist nach Strabon und Athenaios ein weiterer literarischer Beleg für die Glasherstellung in Alexandria; wie Athenaios in den *Deipnosophistai*⁷⁵ – einem der faszinierendsten Werke der antiken Literatur, in dem die Teilnehmer an einem Gastmahl das gesamte kulturelle Wissen der Zeit vor allem auch in Zitaten präsentieren – berichtet, haben die Glasmacher in Alexandria Trinkgefäße in vielen verschiedenartigen Formen hergestellt und dabei jede Art von Formen der Keramik kopiert.⁷⁶

Von Mesomedes, einem Freigelassenen des Hadrianus, stammt ein Epigramm, das die einzige literarische Darstellung der Arbeit eines Glasmachers in der Antike bietet und hier daher vollständig zitiert werden soll:⁷⁷

66 Hdt. 1,25,2.

67 Ach. Tat. 2,2,2–6.

68 SHA Firmus 8,10 (*calices tibi allasontes versicolores transmissi*).

69 Harden und Toynbee 1959; Harden 1987, 245–249 (mit mehreren Abbildungen); Lierke 1999, 126–127; Saldern 2004, 393–395. Der Lykurg-Becher wurde 1845 zum ersten Mal erwähnt und 1862 in einer Ausstellung in London gezeigt. Er war im Besitz der Familie Rothschild und wurde 1958 vom British Museum erworben. Der Fundort ist unbekannt. Vgl. Harden 1987, 245–246. Harden 1987, 249, bezeichnet den Lykurg-Becher als „the most spectacular glass of the period [...] which we know to have existed“.

70 Hom. Il. 6,130–140. Vgl. Apollod. 3,5,1. Harden 1987, 249. Saldern

2004, 395.

71 Harden 1987, 245. Saldern 2004, 393.

72 Saldern 2004, 393. Vgl. die Farbphotographien bei Harden 1987, 246.

73 Dies steht im Widerspruch zu den Thesen von Lierke in Lierke 1999, 116–117, und Steckner, in: Lierke 1999: 110–114.

74 SHA Firmus 8,6. Hier werden genau die Handwerker genannt, deren Produkte Rabirius nach Italien gebracht hatte. Vgl. oben Anm. 3.

75 Dihle 1989, 354–355.

76 Athen. 11,784c. Mart. 12,74,1 deutet einen Import von Glaswaren aus Ägypten in Rom im späten 1. Jahrhundert n. Chr. an.

77 Anth. Gr. 16,323 (deutsche Übersetzung von H. Beckby).

Einen Rohglasbrocken hatte
 einst ein Werkmann abgehackt,
 und er warf den Block ins Feuer
 wie ein festes Eisenstück.
 Als das Glas nun von der Flammen
 Allverzehrenden Gewalten
 Warm ward, schmolz es hin wie Wachs.
 Doch ein Wunder schien's der Welt,
 als der Fluss der Glut entströmte
 und der Arbeitsmann erbebt,
 dass er ihm zerbrach im Fall;
 und er fasste mit der Zange
 Doppelschärfe drum den Brocken ...

Durch eine Grabinschrift aus Lugdunum, dem heutigen Lyon, ist ein römischer Glasmacher namentlich bekannt. Wir kennen auch einige seiner Lebensumstände und damit ist diese Inschrift ein wichtiges Zeugnis für das römische Glasgewerbe.⁷⁸ Der mehr als 25 Zeilen lange Text in schöner, regelmäßiger Schrift befindet sich auf einem Grabstein, der aus Kalkstein gefertigt ist und bei einer Höhe von fast einem Meter fast einen halben Meter breit ist. Allein schon ein Grabstein dieser Art verrät einen gewissen Wohlstand; nichts spricht dafür, dass dieser Handwerker und seine Familie in Armut lebten.

Der Grabstein, der von den Hinterbliebenen, von der Gemahlin Numonia Bellia, seinen Söhnen, seiner Tochter und seinen Enkeln, errichtet worden ist, ehrt das Andenken an Iulius Alexander, einen Mann, der aus Afrika stammte und Bürger der Stadt Carthago war.⁷⁹ Iulius Alexander wird als sehr guter Mensch⁸⁰ und Meister

im Handwerk der Glasherstellung⁸¹ gewürdigt. Er lebte 75 Jahre 5 Monate und 13 Tage und war mit seiner Gemahlin 48 Jahre verheiratet, ohne dass es je zu einer Verletzung der Seele gekommen wäre.⁸² Er hatte aus dieser Ehe drei Söhne, eine Tochter und Enkel, die er noch lebend sah.⁸³

Diese Inschrift ist unter verschiedenen Aspekten ein überaus interessantes Zeugnis zum römischen Handwerk. Sie zeigt, dass Handwerker mobil waren: Iulius Alexander ging als Bürger Carthagos nach Lugdunum, wo er bestattet wurde. Ohne Zweifel hat er in dieser Stadt längere Zeit gelebt und gearbeitet. Die Familie hat die in Gallien üblichen Formen der Bestattung übernommen, wie die Formel *cur(averunt) [et sub ascia] dedicav[erunt]* deutlich macht.⁸⁴ Der Handwerker erreichte mit 75 Jahren ein hohes Alter, war lange verheiratet und hatte vier überlebende Kinder. Dies spricht ebenso wie der Grabstein selbst für eine gesicherte materielle Existenz. Die Tatsache, dass Iulius Alexander Enkel hatte, deutet darauf hin, dass seine Söhne ebenfalls verheiratet waren. Die Familie hatte ein erkennbares Selbstbewusstsein: Wenn der Verstorbene als *optimus homo* bezeichnet wird, erscheint hier mit *optimus* ein Adjektiv, das im 2. Jahrhundert vom Princeps, etwa von Traianus, auf Inschriften für sich selbst in Anspruch genommen wurde.⁸⁵ Der Beruf wird offen angegeben; unter Handwerkern gab es so etwas wie eine Berufsehre, die auch in den zahlreichen Reliefs mit Arbeitsdarstellungen auf Grabsteinen aus Gallien und Italien zum Ausdruck kommt. So ergänzt die Inschrift die literarischen Texte und fügt ihnen den Blick der Handwerkerfamilie auf die Tätigkeit des Glasmachers hinzu.

78 CIL XIII 2000. ILS 7648. Walser 1988, 158–159 (Nr. 67) mit Photographie.

79 ILS 7648, Zeile 3–4: *natione Afri civi | Carthaginesi*

80 ILS 7648, Zeile 4: *omini optimo*

81 ILS 7648, Zeile 4–5: *opifici artis vitriae*

82 ILS 7648, Zeile 6–9: *sene ulla lesione animi*. Es handelt sich hierbei um eine Formel, die auch sonst erscheint: Vgl. CIL XIII 1897 (= Walser 1988, Nr. 108), hier sogar noch gesteigert: *quae mihi nullam contumeliam nec animi l(a)esionem fecit*.

83 Walser 1988, 158, konstruiert die Familienverhältnisse des Iulius Alexander anders: Nach Walser war er in erster Ehe mit Virginia, mit der er 48 Jahre zusammengelebt hatte und mit der er drei Söhne und eine Tochter hatte, und in zweiter Ehe mit Numonia Bellia verheiratet. Aus dieser Ehe entstammte eine Tochter, die nach ihrer Mutter Numonia Belliosa hieß. Unter den Angehörigen, die den Grabstein errichten ließen, werden die drei Söhne aus erster Ehe und die Tochter aus zweiter Ehe genannt, aber nicht die Tochter aus erster Ehe. Diese Rekonstruktion ist aus verschiedenen Gründen problematisch: Wenn Iulius Alexander 48 Jahre mit Virginia verheiratet war, hätte er

bei einer extrem frühen Heirat mit zwanzig Jahren erst im Alter von etwa 68 Jahren die zweite Ehe eingehen können, aus der dann noch eine Tochter stammte. Meines Erachtens ist eher daran zu denken, dass Virginia kein Eigennamen ist, sondern ein Adjektiv (*virginus* als Nebenform von *virgineus*), das darauf hinweisen soll, dass seine Frau zum Zeitpunkt der Heirat noch *virgo*, Jungfrau, war. Dass eine solche Bezeichnung möglich war, zeigt das Lob der *univira*, der Frau, die nur mit einem Mann zusammengelebt hatte. Vgl. hierzu die Inschriften ILS 4984. 6167. 8442. 8444. 8527. 8559. Bei der sprachlichen Gestaltung der Inschrift ist zu beachten, dass mehrere Fehler vorkommen: *omini* statt *homini*; *mensen* statt *menses*; *sene* statt *sine*; *lesione* statt *laesione*; *vixit* statt *vixit*. Dessau fasst *virginia* in ILS 7648 ebenfalls als Adjektiv und nicht als Eigennamen auf.

84 Vgl. andere Inschriften aus Lyon: ILS 7279. 7532. 8520. CIL XIII 1849. CIL XIII 1897. CIL XIII 2014.

85 Signifikant sind die Inschriften am Traiansbogen in Benevent und am Ehrenbogen in Ancona: ILS 296. 298. Vgl. ferner die Inschriften ILS 299. 300. 301. 302. 304: *optumo maxsumoque principi*.

V

Fensterglas, das wie die Glasgefäße in den literarischen Texten des 1. und 2. Jahrhunderts Erwähnung findet, war ein Produkt der Glasmacher, das auf die zivilisatorische Entwicklung der römischen Welt einen eminenten Einfluss ausübte. Mit Hilfe von Fensterglas war es möglich, große Innenräume durch Tageslicht zu erhellen und gleichzeitig vor den Unbilden der Witterung zu schützen. Für die Architektur stellte die Verwendung von Fensterscheiben – ebenso wie das Aufkommen des Gussmörtels (*opus caementicium*), aus dem Gewölbe und Kuppeln errichtet werden konnten – eine geradezu revolutionäre Neuerung dar. Man kann dies sehr gut erfassen bei einem Vergleich etwa des fensterlosen Pantheons, das nur eine kreisrunde Öffnung in der Kuppel besitzt, mit dem sogenannten Tempio di Minerva Medica, der in der kreisrunden Wand unterhalb der Kuppel zehn große Fenster hat, oder mit der Maxentius-Basilika, deren Seitenfronten geradezu monumentale Fenster besitzen.⁸⁶

In dem kritischen Diskurs über den wachsenden Luxuskonsum der römischen Oberschicht in der Zeit Neros werden bei Seneca Glasfenster zum Argument. In dem Brief über die bescheidene Villa Scipios aus dem 2. Jahrhundert v. Chr. polemisiert Seneca gegen den zeitgenössischen Prunk in der Ausstattung privater Bäder, zu der eben auch große Fensterfronten gehören, die das Sonnenlicht einlassen und einen Blick aus dem Bad auf die Landschaft, auf die Felder und das Meer, gewähren.⁸⁷ Einen anderen Tenor besitzt der Brief des jüngeren Plinius über das Laurentinum, seine Villa an der Küste südlich der Tibermündung. Er schildert eine Säulenhalle, die zum Schutz vor schlechtem Wetter mit Glasfenstern versehen ist, und lobt den Speisesaal, dessen Fenster den Blick auf das Meer freigeben.⁸⁸ Ähnlich wird in dem Brief über die Villa in Etrurien der Blick auf die Landschaft, die das Landhaus umgibt, gerühmt.⁸⁹

Im Gartenbau wurden Glasscheiben verwendet, um junges Gemüse abzudecken und so vor Kälte zu schützen;⁹⁰ wie Columella schreibt, sollen auf diese Weise be-

reits Tiberius (14–37) fast das ganze Jahr über Gurken geliefert worden sein.⁹¹

Am Schluss dieser Ausführungen soll noch kurz auf Glas in der Rechtsliteratur und in den Edikten hingewiesen werden. Diatretglas erscheint in den Digesten unter dem Aspekt der Haftung für Schäden bei der Herstellung:

Wenn du einen Becher (*calicem*) [einem Glasmacher] übergeben hast, um daraus ein Diatretglas (*diatretum*) zu verfertigen, und wenn [der Becher] aus Unerfahrenheit [des Handwerkers] zerbricht, soll der Schaden für ein Unrecht gehalten werden, wenn er aber nicht aus Unerfahrenheit zerbricht, sondern er fehlerhafte Risse hatte, kann [der Glasmacher] entschuldigt sein.⁹²

In diesem Text wird angedeutet, dass bei der Herstellung von Diatretgläsern eine auf Spezialisierung beruhende Arbeitsteilung bestand; ein Glasmacher stellte den Becher her, der dann von einem anderen Handwerker weiter bearbeitet wurde.⁹³ Wenn dabei ein Schaden auftrat, konnte dies zur Frage der Haftung führen, zumal für Diatretgläser wohl hohe Preise verlangt wurden.

Das aus dem Jahr 301 stammende Preisedikt des Diocletianus, das Höchstpreise für eine Vielzahl von Waren festsetzte, enthält auch den Abschnitt *De Vitro*. Er bietet nur wenige Bezeichnungen für Glas und es wird nur zwischen Glas aus Alexandria und aus Iudaea unterschieden; mit Iudaea ist wohl die Glasproduktion in Sidon gemeint. Der Preis von Glas wird jeweils für ein Gewicht von einem Pfund angegeben. Es spricht einiges dafür, dass die ersten beiden Angaben – ein Pfund Glas aus Alexandria zu einem Preis von 24 Denaren und ein Pfund grünes (?) Glas aus Iudaea zu einem Preis von 13 Denaren – sich auf Rohglas beziehen. Die folgenden zwei Zeilen nennen ausdrücklich einfache Becher und Gefäße (*in calicibus et vasis levibus*) zu einem Preis von 30 Denaren (Glas aus Alexandria) und 20 Denaren (Glas aus

86 Zum Fensterglas vgl. Saldern 2004, 200–202.

87 Sen. epist. 86,8. 86,11. Vgl. 90,25.

88 Plin. epist. 2,17,4–7.

89 Plin. epist. 5,6,19. 5,6,23.

90 Colum. 11,3,52. Columella wird vom älteren Plinius zitiert, hat also in den Jahren vor 70 n. Chr. seine Schrift über die Landwirtschaft vollendet.

91 Colum. 11,3,53. Columella ist in der Regel gut informiert; es ist da-

her durchaus möglich, dass Glasscheiben im Gartenbau zur Abdeckung von Pflanzen bereits in der Zeit des Tiberius genutzt wurden. Dig. 9,2,27. Lateinischer Text bei Lierke 1999, 137; zur Übersetzung vgl. Anm. 162.

93 Vgl. zu dieser Form der Arbeitsteilung die Bemerkung des Augustinus über die Arbeit der Silberschmiede: Aug. civ. 7,4. Ähnlich Plin. nat. 34,11, zur Herstellung von Leuchtern.

Iudaea) je Pfund.⁹⁴ Für Fensterglas (*speclaris*) hingegen ist ein Preis von 8 (beste Qualität) und 6 Denaren (zweite Qualität) bestimmt. Die Preisdifferenz erklärt sich aus dem Arbeitsaufwand: Die Becher und Gefäße sind teurer als Rohglas und das Fensterglas hatte wahrscheinlich nicht die Qualität des Rohglases, das zur Weiterverarbeitung bestimmt war. Generell hat das Glas aus Alexandria einen höheren Preis als das aus Iudaea. Im Preisedikt werden die beiden schon bei Strabon und Plinius genannten Zentren der Glasherstellung im östlichen Mittelmeerraum berücksichtigt, nicht aber die Werkstätten in den westlichen Provinzen. Ob dies damit zusammenhängt, dass die Zentren der Glasherstellung im Westen ihre Erzeugnisse nicht in die östlichen Provinzen exportierten,⁹⁵ muss hier offen bleiben. Immerhin ist zu konstatieren, dass es eine Kontinuität in der Glasproduktion in Alexandria und in Sidon von der augusteischen Zeit bis in das frühe 4. Jahrhundert gab und dass diese Zentren in diesem Zeitraum für einen überregionalen Markt produzierten.

Eine weitere wichtige Information bietet der Codex Theodosianus: Ein Edikt des Constantinus aus dem Jahr 337 befreite diejenigen, die einen bestimmten Beruf oder ein bestimmtes Handwerk ausübten, von allen

öffentlichen Zwangsverpflichtungen. In der angefügten Liste der betreffenden Berufe erscheinen auch *diatretarii* und *vitrearii*. Begründet wird das Gesetz damit, dass den Menschen, die einen der genannten Berufe ausüben, Zeit für ihre eigene Fortbildung und die Ausbildung ihrer Kinder gewährt werden sollte. In der Liste sind insbesondere diejenigen Berufe erfasst, die für den luxuriösen Lebensstil städtischer Oberschichten unverzichtbar waren. Es unterstreicht zweifellos die Bedeutung des Glases in der Alltagskultur, dass die Glasmacher hier mit zwei Berufsbezeichnungen vertreten sind.⁹⁶

In der Literatur der römischen Kaiserzeit wird Glas unter verschiedenen Aspekten thematisiert. Neben den naturkundlichen Ausführungen in der *naturalis historia* des Plinius und den Bemerkungen Strabons zur Glasherstellung im östlichen Mittelmeerraum stehen moralphilosophische Erörterungen bei Seneca oder impressionistisch anmutende Beschreibungen etwa bei Martial. Glas als Werkstoff und Gefäße sowie Trinkbecher aus Glas wurden in völlig unterschiedlichen Kontexten wahrgenommen. Gerade dies zeigt, dass Glas für die Alltagskultur ebenso wie für die ästhetischen Welten der Oberschicht eine zentrale Bedeutung gewonnen hatte.

94 Erim, Reynolds 1973: 103. Es handelt sich um Angaben auf einem in Aphrodisias (Kleinasien) gefundenen und 1973 publizierten Fragment des Preisediktes; Columne III, Zeile 34–41. Kommentar: Erim

und Reynolds 1973, 108–109.

95 Erim und Reynolds 1973, 109.

96 Cod. Theod. 13,4,2. Vgl. Jones 1973, 862–863. Lierke 1999, 137.

Bibliographie

Blümner 1887

Hugo Blümner. *Technologie und Terminologie der Gewerbe und Künste bei Griechen und Römern. Vierter Band.* Leipzig: Teubner, 1887.

Dihle 1989

Albrecht Dihle. *Die griechische und lateinische Literatur der Kaiserzeit. Von Augustus bis Iustinian.* München: C.H. Beck, 1989.

Dingel 2001

Joachim Dingel. „L. Annaeus Seneca“. In *Der Neue Pauly* 11. Hrsg. von H. Cancik und H. Schneider. Stuttgart: J. B. Metzler, 2001, 411–419.

Engels 1999

Johannes Engels. *Augusteische Oikumenengeographie und Universalhistorie im Werk Strabons von Amaseia.* Bd. 12. Geographica Historica. Stuttgart: Franz Steiner, 1999.

Erim und Reynolds 1973

Kenan T. Erim und Joyce Reynolds. „The Aphrodisias Copy of Diocletian's Edict on Maximum Prices“. *Journal of Roman Studies* 63 (1973), 99–110.

Froehner 1879

W. Froehner. *La verrie antique. Description de la Collection Chavret.* Paris: J. Charvet (Le Pecq), 1879.

Fussillo 1996

Massimo Fussillo. „Achilleus Tatios“. In *Der Neue Pauly* 1. Hrsg. von H. Cancik und H. Schneider. Stuttgart: J. B. Metzler, 1996, 82–84.

Greenaway und French 1986

Frank Greenaway und Roger Kenneth French, Hrsg. *Science in the Early Roman Empire: Pliny the Elder, His Sources and Influence.* London: Croom Helm, 1986.

Habermehl 2000

Peter Habermehl. „Petronius Niger“. In *Der Neue Pauly* 9. Hrsg. von H. Cancik und H. Schneider. Stuttgart: J. B. Metzler, 2000, 672–676.

Harden 1987

Donald B. Harden. *Glass of the Caesars.* Milano: Olivetti, 1987.

Harden und Toynbee 1959

Donald B. Harden und Jocelyn M. C. Toynbee. „The Rothschild Lycurgus Cup“. *Archaeologia* 97 (1959), 179–212.

Healy 1999

John F. Healy. *Pliny the Elder on Science and Technology.* Oxford: Oxford University Press, 1999.

Irelli u. a. 1990

Giuseppina Cerulli Irelli, Masanori Aoyagi, Stefano DeCaro und Umberto Pappalardo, Hrsg. *Pompejanische Wandmalerei.* Stuttgart: Belsler, 1990.

Jones 1973

Arnold Hugh Martin Jones. *The Later Roman Empire 284–602. A Social, Economic and Administrative Survey.* Oxford: Basil Blackwell, 1973.

König und Hopp 1992

Roderich König und Joachim Hopp, Hrsg. *C. Plinius Secundus d. Ä., Naturkunde. Lateinisch–deutsch. Buch XXXVI. Die Steine.* Bd. 36. Sammlung Tusculum. Darmstadt: Artemis & Winkler, 1992.

Liepmann 1982

Ursula Liepmann. *Glas der Antike.* Bd. 2. Kestner-Museum Hannover Sammlungskataloge. Hannover: Kestner-Museum Hannover, 1982.

Lierke 1999

Rosemarie Lierke. *Antike Glastöpferei. Ein vergessenes Kapitel der Glasgeschichte.* Mainz: Philipp von Zabern, 1999.

Maurach 1991

Gregor Maurach. *Seneca. Leben und Werk.* Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1991.

Naumann-Steckner 1991

Friederike Naumann-Steckner. „Depictions of Glass in Roman Wall Paintings“. In *Roman Glass. Two Centuries of Art and Invention.* Hrsg. von M. Newby und K. S. Painter. London: Society of Antiquaries of London, 1991, 86–98.

Newby und Painter 1991

Martine Newby und Kenneth S. Painter, Hrsg. *Roman Glass. Two Centuries of Art and Invention.* London: Society of Antiquaries of London, 1991.

Platz-Horster 1976

Gertrud Platz-Horster. *Antike Gläser. Antikenmuseum Berlin. Staatliche Museen Preussischer Kulturbesitz.* Berlin: Antikenmuseum, 1976.

Price 1976

Jennifer Price. „Glass“. In *Roman Crafts.* Hrsg. von D. E. Strong und P. D. C. Brown. London: Duckworth, 1976, 110–125.

Radt 2001

Stefan Radt. „Strabon“. In *Der Neue Pauly* 11. Hrsg. von H. Cancik und H. Schneider. Stuttgart: J. B. Metzler, 2001, 1021–1025.

Riederer 1987

Josef Riederer. *Archäologie und Chemie – Einblicke in die Vergangenheit.* Berlin: Staatliche Museen Preussischer Kulturbesitz, 1987.

Rottländer 2000

Rolf C. Rottländer, Hrsg. *Plinius Secundus d. Ä. Über Glas und Metalle.* St. Katharinen: Winkel Stiftung, 2000.

Saldern 2004

Alexander von Saldern. *Antikes Glas. Handbuch der Archäologie*. München: C.H. Beck, 2004.

Sallmann 2000

Klaus Sallmann. „C. Plinius Secundus (der Ältere)“. In *Der Neue Pauly* 9. Hrsg. von H. Cancik und H. Schneider. Stuttgart: J. B. Metzler, 2000, 1135–1141.

Schneider 1992

Helmuth Schneider. *Einführung in die antike Technikgeschichte*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1992.

Stern 2008

E. Marianne Stern. „Glass Production“. In *The Oxford Handbook of Engineering and Technology in the Classical World*. Hrsg. von J. P. Oleson. Oxford: Oxford University Press, 2008, 520–547.

Walser 1988

Gerold Walser. *Römische Inschrift-Kunst. Römische Inschriften für den akademischen Unterricht und als Einführung in die Lateinische Epigraphik*. Wiesbaden: Franz Steiner, 1988.

Whitehouse, Gudenrath und Roberts 2015

David Whitehouse, William Gudenrath und Paul Roberts. *Cage Cups. Late Roman Luxury Glasses*. Corning/NY: Corning Museum of Glass, 2015.

HELMUT SCHNEIDER

ist emeritierter Professor für Alte Geschichte am Fachbereich Gesellschaftswissenschaften der Universität Kassel. Er ist Mit-herausgeber des *Neuen Pauly*.

Prof. Dr. Helmut Schneider
Universität Kassel
Fachbereich Gesellschaftswissenschaften
Institut für Alte Geschichte
Nora-Platiel-Str. 1, R. 3223
34127 Kassel, Deutschland
E-Mail: helschne@uni-kassel.de

Holger Schwarzer, Thilo Rehren

Glass Finds from Pergamon. A Report on the Results of Recent Archaeological and Archaeometric Research

Summary

This paper provides a thorough overview of a recent research project on Ancient, Byzantine, and Islamic glass finds from Pergamon. The broad typological spectrum and the chemical composition of the glass finds are presented in order to trace the development of glass production and glass trade between Antiquity and the Middle Ages, based upon this important site.

Keywords: Pergamon; Ancient glass; Byzantine glass; Islamic glass; glass production; glass trade

Der Beitrag gibt einen umfassenden Überblick über ein aktuelles Forschungsprojekt zum antiken, byzantinischen und islamischen Glas in Pergamon. Vorgestellt werden das breite typologische Spektrum und die chemische Komposition der Glasfunde, um anhand dieser bedeutenden Fundstätte die Entwicklung der Glasproduktion und des Glashandels zwischen Antike und Mittelalter nachzuzeichnen.

Keywords: Pergamon; Antikes Glas; Byzantinisches Glas; Islamisches Glas; Glasherstellung; Glashandel

Our thanks go to Bernard Gratuze (Orléans), Nadine Schibille (Orléans), Biljana Milewska (London), and Philip Connolly (Doha) for their contributions to the archaeometric analyses; Agnes Schwarzmaier (Berlin) for investigations in the archives of the Antikensammlung of the Staatliche Museen zu Berlin; and Robert Dylka (Münster) for the image editing. Several pieces of information were provided by Julia Gonnella (Doha), Jens Kröger (Berlin), Ingeborg Krueger (Bonn), Ergün Laflı (Izmir), Rosemarie Lierke (Schwalbach), and Erika Zwierlein-Diehl (Bonn). Moreover, we would like to cordially thank Florian Klimscha (Hannover) for the admission of this article into the volume at hand. Finally, the first author, Holger Schwarzer, is deeply indebted to the Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) for the three years of financial support of the SCHW 1254/1-1 project.

I Archaeological investigations

By Holger Schwarzer

1.1 Current state of research

Scientific research on glass of the Ancient, Byzantine, and Islamic periods in Asia Minor is still at its beginning.¹ For a long time, this kind of find material was not of special interest for the excavations in that region; only during the last two decades the picture has changed. Yet, especially for prominent sites, scientific glass studies are still often lacking. This also applies to the city of Pergamon, one of the most famous metropolises of the Ancient world, situated on the western coast of modern Turkey. German archaeologists have been working there since 1878. The contempt that the Pergamenian glass finds suffered in the past is visible in the circumstance that during the extensive excavations conducted before the Second World War, glass fragments were usually simply thrown away. Thousands and thousands of sherds ended up on the rubbish dumps; their systematic examination would be quite worthwhile.² A lot more material is preserved from the excavations conducted since the 1950s, especially from the Stadtgrabung, and also from the Asklepieion and the peristyle houses west of the Lower Agora, as well as from the soundings in the Traianeum and at the Musalla Mezarlık (Pl. 1).³ Only a small selection of glass finds was published by different authors in five volumes of the series *Altertümer von Pergamon*.⁴ Therefore, a broadly based typological examination in view of the specific historic-cultural contexts is still lacking.

For this reason, I commenced in 2005 the research project *Antikes, byzantinisches und islamisches Glas aus Pergamon* (*Ancient, Byzantine, and Islamic glass from Pergamon*). Between 2005 and 2008, almost 20 000 glass objects from

about 3400 find contexts – only from the so-called Stadtgrabung – were documented in a database. They include mostly fragmentary vessels, jewelry, utensils, tesserae, and window panes. Since the material in question was stored under unfavorable conditions in the depots, it became necessary to separate all glass objects from the other finds in the boxes. Then they were cleaned, in several cases restored, and finally labeled and repackaged. The catalogue comprises, until now, 2272 entries. Every artefact is described with measurements, typological analysis and characterization, and provided with drawings and photos. Glass finds deriving from stratified excavation contexts form the main basis of the examination, while surface and stray finds were only included when they had a typological relevance. The datings were assigned based on published parallels and – where possible – on the associated pottery and other finds in the specific context. The aim of the project is a detailed presentation of the glass spectrum in Pergamon, including a discussion of historical and economic-historical aspects mirrored in the development of the city and the Eastern Mediterranean ‘glass koiné’. The publication of the intended monograph should be part of the series *Pergamenische Forschungen* issued by the German Archaeological Institute (DAI).⁵

Archaeometric analyses during the past one and a half decades have provided groundbreaking knowledge regarding Ancient and Medieval glass production. Hence, from the outset it was intended to sample selected objects from Pergamon. In 2007, the Turkish Antiquities Authority allowed the export of 100 glass samples to Germany. The originally advised cooperation with the Bundesanstalt für Materialforschung in Berlin could not be realized. However, the second author of this paper, Thilo Rehren, took on the task. Under his direction, the early samples (mostly from the Hellenistic, Roman, and Late Antique periods) and all glass bracelets

1 This paper is based upon two preliminary reports in German (Schwarzer 2009a; Schwarzer and Rehren 2015). For the current state of research in Asia Minor in general, see von Saldern 2004, 549–550 (Ancient glass); Laflı and Gürler 2010, 431–449 (Early Byzantine glass).

2 The little amount of glass fragments kept from early excavations is located in the depots of the German excavation house in Pergamon and in the museum in Bergama, as well as in the storerooms of the Antikensammlung of the Staatliche Museen zu Berlin.

3 Most finds from the modern excavations are stored in the German excavation house, only a very small part of the material is housed in the

museum in Bergama. Unfortunately, the glass finds in the depots of the Asklepieion have not been completely accessible to me so far.

4 Boehringer and Krauss 1937, 124, Pl. 60 a. c; Ziegenaus and de Luca 1975, 137–140, Pl. 74; 80; Nohlen and Radt 1978, 51, Pl. 28; 32; Honroth 1984, 149–160, Pl. 34; 41–43; Schwarzer 2008a, 197–206, Fig. 50–52, Pl. 22–23. – A catalogue of glass objects in the museum of Bergama comprises almost exclusively objects from non-regular excavations, see Atila and Gürler 2009.

5 Holger Schwarzer. “Antikes, byzantinisches und islamisches Glas aus Pergamon“. *Pergamenische Forschungen* (in preparation).

were analyzed in the Wolfson Archaeological Science Laboratories at the UCL Institute of Archaeology in London, with further analyses by LA-ICPMS at the laboratory of Bernard Gratuze in Orléans, while the Byzantine and Islamic samples were examined by Nadine Schibille in the Research Laboratory for Archaeology and the History of Art at the University of Oxford, with additional LA-ICPMS analyses done by Laure Dussubieux at the Field Museum in Chicago.⁶ The results allow us to assign most glass objects to previously-known compositional groups, as well as the identification of two new compositional glass groups (HBAI and HLiBAI), as discussed in the second part of this paper.

1.2 Urban development of Pergamon

In the following, the urban development of Pergamon is briefly explained to provide a better understanding of the chronological and spatial distribution of the glass finds.⁷

The oldest evidence for a settlement are Bronze Age pottery sherds found at the acropolis and in the Asklepieion, situated southwest of it. During the Archaic and Classical periods, a fortified settlement probably did exist on top of the mountain; though only a few walls remain, some other finds can be attributed to this time span. In the 5th and the first half of the 4th centuries BCE, Pergamon was under the territorial sovereignty of the Persians; thereafter, it became part of the Macedonian Empire in the course of Alexander the Great's campaign. In 281 BCE, the founder of the Hellenistic Dynasty of the Attalids, Philetairos, settled in Pergamon. In the first half of the 2nd century BCE, under the rule of king Eumenes II, the city expanded substantially and the newly erected city walls reached the southern plain. During his reign, the city enjoyed its cultural heyday, and important buildings such as the Great Altar were constructed. In 133 BCE, the Pergamenian kingdom became part of the Roman Empire, according to the testament of the last Attalid ruler. In the Early Imperial Period, the city expanded further into the southern plain. Especially

in the 2nd century CE, Pergamon prospered again. This is evidenced by monumental building activities, like the erection of the Traianeum at the acropolis and the remodeling of the Asklepieion. Moreover, the find complexes of the Stadtgrabung at the southern slope of the acropolis and of the peristyle houses west of the Lower Agora, as well as of the buildings at the so-called Musalla Mezarlık, a hill located between the acropolis and the Asklepieion, illustrate the economic and cultural wealth of Pergamon in that period.

The castle mountain and the lower city in the southern plain were still in use during the 3rd century CE. The opinion mentioned in some recent publications,⁸ that already in the 2nd century CE urban life had nearly completely shifted towards the southern plain and the acropolis had been abandoned, is doubtful – not only in view of the large number of Late Antique and Early Byzantine glass finds in the Stadtgrabung.⁹ From the 4th/5th century CE onwards, monumental churches were erected,¹⁰ for example within the so-called Red Hall at the northern edge of the plain. However, even at the castle mountain, like at the Lower Agora, such buildings existed. In the later 7th century CE, an Early Byzantine defensive wall was constructed, securing the upper part of the acropolis as a refuge area.¹¹ Notwithstanding, the Umayyad general Maslama ibn 'Abd al-Malik ibn Marwān was able to conquer the city and to enslave its inhabitants in 716 CE. That was the reason for an abrupt end to the urban life.¹² Not until the 10th century a resettlement in Pergamon did begin, but it was restricted solely to the acropolis. In the 12th and especially in the 13th centuries, extensive building activities took place, such as the erection of the elaborate Late Byzantine defensive walls.¹³ In the early 14th century, Pergamon was occupied by the Seljuk princely family of Karesi, and, with that, the Byzantine Period of Pergamon ceased. After the take-over of the city by the Osman ruler Orhan, the new Muslim inhabitants did not settle at the castle mountain, but instead in the area of the former lower city. This is the location of the modern city of Bergama, where at present more than 100 000 people live.

6 See Schibille 2011; Rehren, Connolly, et al. 2015; Schwarzer and Rehren 2015, 113–118, 126–131.

7 See Radt 2011, 53–61 (with bibliography p. 340); Radt 2012.

8 Wulf 1999, 206–213.

9 Schwarzer 2008a, 89–92.

10 Rheidt 1991, 226–229, Fig. 43.

11 Klinkott 2001, 13–22. Regarding the Medieval Period of Pergamon, see Gelzer 1903; Rheidt 1991, 241–253; Klinkott 2001, 22–33, 57–64, 84–91.

12 For the Islamic attempts of conquest in Asia Minor in the 7th and 8th centuries CE, see Brandes 1989, 51–71.

13 Klinkott 2001, 35–57, 65–84.

1.3 Local glass production and imports

Provenance is one of the main questions in the research on glass finds. Archaeometric analyses have recently shown that a previously unknown primary glass production existed in the region of Pergamon since at least the Early Byzantine Period.¹⁴ The frequent appearance of special forms and types with identical elements speaks in favor of a local secondary glass production in Pergamon that can be attributed to the Late Hellenistic, Roman, Early, and Middle/Late Byzantine periods. Some glass chunks (Pl. 2.2)¹⁵ as well as glass working waste, support this theory. These remains were uncovered at the castle mountain and in the Asklepieion. Glass furnaces are still unknown. Such a furnace was probably located at the hill of the Musalla Mezarlık, but unfortunately, there is no documentation available (Pl. 2.3).¹⁶ A potters' quarter is known in the Ketios Valley and, presumably, even glass workshops were extant there; however, the results of the Turkish rescue excavations conducted in the late 1970s, due to the erection of a barrage, have not been published comprehensively.

Local secondary glass working probably did not exist before the mid-2nd century BCE. The fillings of some excavated foundation chambers of the Great Altar, dated to the 60s of the 2nd century BCE, contained many thousands of pottery sherds, but not any glass fragments.¹⁷ It is conceivable that glass workers settled in Pergamon only after the end of the Attalid reign in 133 BCE, when the realm came under Roman rule. During the Late Hellenistic Period, the production of glass artefacts can be presumed as insignificant; however, during the Roman Imperial Period, glass working increased and continued during the Early Byzantine Period, when it came to an abrupt end caused by the Umayyad conquest. Not until the 12th century, in the Middle Byzantine Period, an extensive glass production in Pergamon was established again, which ceased with the beginning of the Ottoman Period.

Only finds characterized by specific elements and a

proportional small occurrence can be identified as imports. They stem, as far as one can say, mostly from the Levant and Italy, especially in the Early Imperial Period. During the Middle and Late Byzantine Periods, several objects were imported from Islamic areas, primarily from the Mamluk realm.

1.4 Material features and problems in dating

The color spectrum of the Pergamenian glass finds is manifold; however, some colors are dominant during different times. In contrast to Hellenistic glass, that displays strong colors, and to Early and Middle Roman Imperial glass, that have commonly a natural greenish-blue/blueish-green color, the Late Antique and Byzantine glass has mostly an olive-green or -yellow and yellow-green tinge. Generally, the material is transparent or translucent; only a few pieces are opaque. The surface, with its soapy appearance, is rarely corroded. In Late Antiquity, a greater number of air bubbles is a characteristic feature.

As even the Late Byzantine buildings at the castle mountain were often founded directly upon the native rock, the earlier settlement remains have been disturbed in many cases. For this reason, almost all glass finds are preserved only in a fragmentary state. Due to the difficult stratigraphic circumstances, the determination of datings must be based largely on published comparisons.

In the following, some glass finds of Pergamon are presented.¹⁸

1.5 Core-formed glass

Among the oldest glass finds in Pergamon, some fragments of core-formed glass can be assigned to the so-called Mediterranean groups I–III, in chronological succession, and defined according to typological and stylistic aspects. Identified as alabastra and amphoriskoi, these vessels were produced between the 6th century BCE and the early 1st century CE, presumably in the Eastern

14 See the contribution of Thilo Rehren in the second part of this paper.

15 Cf. Antonaras 2012, 284–285, No. 468. – Among the chunks found in Pergamon are also those that belong to the newly defined chemical glass group HBA1: Rehren, Connolly, et al. 2015, 270, Tab. 2 PER 009.

16 Cf. Lazar 2003, 225–226, Fig. 62–63.

17 See de Luca and Radt 1999.

18 A complete overview is not possible because of the overabundance of material; hence, a representative selection was chosen for this article. As a detailed publication is planned (Schwarzer [in prep.] see footnote 5), the pieces are shown without drawings and only in photographs that are not true to scale.

Mediterranean.¹⁹ Remains of the sandy cores are present on the interior of the vessels, caused by the characteristic production technique.²⁰ The number of pieces unearthed in Pergamon is so small that a local production can be excluded.²¹ One blue-colored body sherd decorated with yellow and white zigzag threads stems from the Asklepieion and belongs to group III (Pl. 2.4).²² It can be dated between the mid-2nd and the 1st century BCE.

1.6 Mold-formed glass

Mold-formed bowls, especially grooved bowls and ribbed bowls, were the prevalent glass vessels of the Hellenistic Period. The technique employed for producing both vessel types, the sagging of a glass cake into a mold,²³ fostered a more extensive production. Therefore, it is not surprising that at several sites, especially in the Eastern Mediterranean, these forms occur in larger amounts. The situation in Pergamon is similar. Since the end of the Attalid rule (133 BCE), grooved bowls were probably part of the repertoire of local glass workshops. The monochrome, often intensely colored vessels have a hemispherical or conical shape with one or more horizontally cut grooves decorating the interior, and sometimes even the exterior.²⁴ One good example is the rim fragment of a yellow-brown conical bowl found in the so-called Gassensondagen on the acropolis (Pl. 2.5).²⁵ After the mid-1st century BCE, these bowls

went out of fashion. Some latecomers appear around the beginning of the Common Era in Pergamon in the form of so-called linear-cut bowls (Pl. 2.6).²⁶ Closely related are ribbed bowls adorned not only with horizontal cut grooves inside, but also with manually tooled ribs outside, as a yellow-green fragment from the Stadtgrabung illustrates (Pl. 2.7).²⁷ They were produced until the turn of the 1st to the 2nd century CE.²⁸ The colors of the Late Hellenistic and Julio-Claudian specimens are as manifold as those of the grooved bowls; however, Flavian pieces usually show the natural blue-green color. The latter are not equipped with horizontal cut grooves, and the ribs are more differentiated. A dark blue rim with short, closely set ribs and one interior groove below the lip, found at the Musalla Mezarlık, can be dated to the Augustan Period (Pl. 2.8).²⁹

Due to their rare appearance in Pergamon, some vessel forms and types can be identified as imports. This applies *inter alia* for Hellenistic omphalos bowls ('calyx-cups') and fluted bowls; only one example of each type was found in the Stadtgrabung (Pl. 2.9, 2.10).³⁰ Both types can be traced back to Achaemenid forerunners made of glass and metal.³¹ The sherd of the omphalos bowl, adorned with long petals, displays similarities to Rhodian bowls of the second quarter of the 4th century BCE.³²

The elaborate designs of Hellenistic mold-formed mosaic glass, predominantly bowls and dishes with a

19 Grose 1989, 93–174; Bianchi et al. 2002, 44–46; von Saldern 2004, 67–82.

20 Regarding the production technique, see Lierke 2009, 17–24.

21 They occur, for instance, more frequently in the harbor city Pitane (today Çandarlı), particularly in tombs, see Freyer-Schauenburg 1973. Since the necropolises of Pergamon were mostly robbed or have been overbuilt, one can assume that the proportion of core-formed vessels was probably higher there. However, this does not change anything in the statement above.

22 Cf. Grose 1989, 171–172, No. 174; Arveiller-Dulong and Nenna 2000, 62, No. 51 (Myrina); Haas-Gebhard and Gebhard 2005, 42, No. M 309; Lightfoot 2017, 39, No. 10.

23 See Lierke 2009, 46, 54.

24 Grose 1989, 193–194; von Saldern 2004, 151–156.

25 Cf. Grose 1989, 205, No. 214; 182 color Fig.; Stern and Schlick-Nolte 1994, 284–285, No. 79; Nenna 1999, 73, No. C40, Pl. 8; Israeli 2003, 77, No. 63; Davidson Weinberg and Stern 2009, 29–30, No. 25, Fig. 2, Pl. 2; Schätzschock 2016, 453, No. G 235, Pl. 222.

26 Cf. Canav 1985, 85, No. 136; Grose 1989, 269, No. 249; 213, color Fig.; Stern and Schlick-Nolte 1994, 324–325, No. 97; Kunina 1997, 257, No. 51, color Fig. 29; Israeli 2003, 77, No. 61; Honroth 2007, 13–14, No. 13, Fig. 17; Caron and Zoitopoulou 2008, 22–23, No. 18; Adam-Veleni 2010, 412–413, No. 509; Gençler Güray 2011, 239, Fig.

2, 12.

27 Grose 1989, 195; von Saldern 2004, 155–156. – Cf. Nenna 1999, 107, No. C291, Pl. 33, 49; Arveiller-Dulong and Nenna 2000, 184, No. 217; 166 color Fig. (Myrina); Schätzschock 2007, 178–179, No. G 14–G 15, Pl. 59.

28 Grose 1989, 245–247; von Saldern 2004, 188–191.

29 Cf. van Lith 1984, 228, No. 104, Pl. 91; Scatozza Höricht 1986, 31, No. 12, Pl. 4, 1. 24; Rütli 1991, 31, No. 685, Pl. 28; 206; Arveiller-Dulong and Nenna 2000, 191, No. 231; Lightfoot 2017, 50–51, No. 23.

30 Omphalos bowls: von Saldern 2004, 138–141; cf. Nenna 1999, 96, No. C250, Pl. 30; 48; Adam-Veleni 2010, 213–214, No. 73. – Fluted bowls: von Saldern 2004, 141–143; cf. von Saldern 1974, 28, No. 13; Hayes 1975, 19, No. 45, Fig. 1, Pl. 3; Stern and Schlick-Nolte 1994, 252–255, No. 66; Nenna 1999, 93, No. C236, Pl. 28; No. C237, Pl. 48.

31 von Saldern 2004, 112–113. Cf. von Saldern 1974, 26–27, No. 12; Akat, Firatlı, and Kocabaş 1984, 53, No. 80, Fig. 30; Grose 1989, 87, No. 34, color Fig. p. 70; Barkóczy 1996, 117, No. 375, Pl. 34, 73; Israeli 2003, 50, No. 28.

32 Cf. Triantafyllidis 2000, 134, No. 4; 135, No. 5.

star-like decoration, show the luxurious tastes of the social upper classes.³³ The production period of these vessels is similar to that of the ribbed bowls. The production centers of these precious vessels are not known; however, the most important workshops probably existed in Alexandria. Whether the mosaic rod (Pl. 2.11) found in the Asklepieion can be interpreted as indication of a local production, remains uncertain, as such rods were even used as jewelry.³⁴ Fragments of Hellenistic mosaic glass were rarely found in Pergamon; one example is a rim sherd from the Stadtgrabung belonging to a hemispherical bowl (Pl. 3.12).³⁵

The tableware of the social upper classes of the Early Imperial Period was as elaborate as that in Hellenistic times. Mold-formed mosaic glass enjoyed a special popularity; therefore, Italic workshops adopted it into their repertoire, producing such vessels until the last third of the 1st century CE.³⁶ Most prevalent were bowls and plates, their forms are reminiscent of metal and clay models. In contrast to the Hellenistic precursors, the Roman mosaic glass vessels have a wider variety of colors and a slightly altered decoration, like complicated star and blossom motifs or simple speckled motifs such as concentric circles. The few pieces unearthed in Pergamon were probably imported from Italy, like some remnants of ribbed bowls and fragments of a carinated bowl with an applied base ring found in the Stadtgrabung (Pl. 3.13).³⁷

Gold-band glass that was developed in the 1st century BCE and produced until the Claudio-Neronian Pe-

riod is almost completely absent in Asia Minor.³⁸ However, one rim of a bowl with an extraordinary form and a whitish-purple tinge came to light in the Asklepieion (Pl. 3.14).³⁹ The situation is similar to striped mosaic glass vessels, produced between the late 2nd century BCE and the third quarter of the 1st century CE. Only one specimen from the Augustan Period was found in the Stadtgrabung (Pl. 3.15).⁴⁰

Mold-formed network glass vessels belong to the luxurious tableware of the Hellenistic and Early Roman Period as well; these are mainly bowls that were manufactured between the early 2nd century BCE and the mid-1st century CE.⁴¹ The few specimens in Pergamon can be classified as imports,⁴² for example the rim of a hemispherical bowl from the well house (Pl. 3.16),⁴³ and the fragment of a footed bowl made of blue, white, and yellow spiraled threads from the so-called Diodoreion (Pl. 3.17), both located in the Stadtgrabung.⁴⁴ Their find complexes can be dated to the first half of the 1st century BCE and the first quarter of the 1st century CE, respectively.

Hellenistic cast skyphoi are just as rare as the aforementioned pieces.⁴⁵ In the Stadtgrabung, a light green, almost decolored rim, equipped with a groove on the interior and a handle with a thumb-rest, was unearthed (Pl. 3.18).⁴⁶ In a tomb in Kyme, not far from Pergamon, a similar skyphos, although of blue color, came to light that dates to the late 2nd/early 1st century BCE.⁴⁷

The rim of a bowl from the late 1st century BCE or early 1st century CE found in the Asklepieion, made of

33 von Saldern 2004, 125–130.

34 Cf. Leskov and Nabačikov 1989, 148, No. 183, Pl. 39 upper right.

35 The glass of that piece is colored blue by cobalt and copper oxide: Rehren, Connolly, et al. 2015, 269, Tab. 2 PER 014. – For comparable vessels, see Matheson 1980, 19–20, No. 53; Stern and Schlick-Nolte 1994, 276–277, No. 75; Nenna 1999, 44, No. B64, Pl. 2; 62.

36 von Saldern 2004, 161–166.

37 The example shown here is also colored blue by cobalt and copper oxide: Rehren, Connolly, et al. 2015, 269, Tab. 2 PER 023. – For comparable vessels, see Matheson 1980, 20 No. 54; Grose 1989, 309, No. 442, color Fig. p. 226; Stern and Schlick-Nolte 1994, 332–333, No. 102.

38 von Saldern 2004, 179–181. – Cf. further the poster presentation of a PhD project on gold-band glass containing a distribution map by Giulia Cesarin (Cologne/Padua): https://www.academia.edu/35076825/FROM_LATE_HELLENISTIC_TO_EARLY_ROMAN_LUXURY_GLASS_PRODUCTION_A_SYSTEMATIC_ANALYSIS_ON_GOLD-BAND_GLASS (last visited 17 May 2018).

39 Comparable because of the technique and decoration, but different in terms of form: von Saldern et al. 1974, 104–105, No. 276, color Pl.

p. 103; Leskov and Nabačikov 1989, 186, No. 272, Pl. 48.

40 von Saldern 2004, 130–132, 171–174. – Cf. von Saldern et al. 1974, 115, No. 310; Hayes 1975, 26, No. 66, Fig. 2, Pl. 6; Nenna 1999, 44, No. B68, Pl. 45; Tolga Tek 2013, 227–228, No. 38, Fig. 2. 4.

41 von Saldern 2004, 133–135, 181–182. Concerning the production technique, see Lierke 2009, 40.

42 A network glass sherd from the Stadtgrabung, published in Schwarzer 2008a, 202–203, No. G 45, Fig. 51, Pl. 23, is made of manganese-decolored glass as shown by archaeometric analysis: Rehren, Connolly, et al. 2015, 269, Tab. 2 PER 035.

43 Cf. Stern and Schlick-Nolte 1994, 272–273, No. 73.

44 Cf. Auth 1976, 54, No. 44, color Fig. p. 51; Arveiller-Dulong and Nenna 2000, 151, No. 188, color Fig. p. 162 (Cyzicus).

45 von Saldern 2004, 145–147. Regarding the production technique, see Lierke 2009, 36–37.

46 Cf. von Saldern 1968, 28, No. 10; Akat, Firatlı, and Kocabaş 1984, 56, No. 116, Fig. 52; Leskov and Nabačikov 1989, 158–159, No. 212–215, Fig. 65, Pl. 24; Grose 1989, 187, Fig. 94; Erten Yağcı 1990, 31, Fig. 27; Kunina 1997, 259, No. 57, color Fig. 37.

47 Bouzek 1974, 169–171, Pl. 50, 1–3.

thick opaque white glass and decorated with a wave-like pattern, can be classified as unique (Pl. 3.19). It is undoubtedly mold-pressed glass, as Rosemarie Lierke confirmed.⁴⁸ I am not aware of other exact parallels.⁴⁹

The few fragments of Early Roman mold-formed vessels comparable to contemporaneous pottery shapes (*terra sigillata*) are probably of Italic provenance.⁵⁰ Monochrome carinated bowls from the first half of the 1st century CE, represented, for example, by an emerald green rim from the Asklepieion (Pl. 3.20)⁵¹, and decolorated dishes from the second half of the 1st century CE, occur most often. Rectangular plates equipped with opposing dovetail-shaped handles can be judged as precious tableware from the first half of the 1st century CE.⁵² Two emerald green fragments found in the Stadtgrabung were presumably imported from Italy.⁵³

Additionally, some remnants of mold-formed decolorated glass, adorned with elaborate cut decoration are extant in Pergamon; most likely, they also come from Italy. The rims of three plates with faceted patterns, found in the Stadtgrabung and dated to the last quarter of the 1st century CE, belong to this material group (Pl. 3.21–3.23),⁵⁴ as well as the larger fragment of a hemispherical cup with grooves on the exterior excavated in the peristyle houses west of the Lower Agora (Pl. 4.24).⁵⁵

1.7 Mold-blown glass

The glass pipe was invented in the second quarter of the 1st century BCE in the Levant. This invention revolutionized the glass technology, as it allowed a mass production of different vessel forms and types with a broad variety of decorations.⁵⁶ The technique spread quickly across the whole of the Mediterranean region; however, in Pergamon, it was presumably not introduced until the mid-1st century CE. Blowing glass into a mold, for which two- or four-part molds were used, is a special technique that was most likely not familiar to Pergamene glass workers.⁵⁷ Some examples of such exquisite vessels include cups and bowls with ribbed decoration, the latter being reminiscent of cast models.⁵⁸ In Pergamon, there are only a few extant specimens, for instance, the rim of a cup from the Stadtgrabung (Pl. 4.25).⁵⁹

Cups with Greek inscriptions represent a group of mold-blown vessels that were produced in the first half of the 1st century CE, presumably, mainly in the Levant; they appear in different variants.⁶⁰ Remarkable is a type displaying an encircling band with the words “ΕΥΦΡΑΙΝΟΙ ΕΦ Ω ΠΑΡΕΙ” (“Rejoice in that at which you are present”) above a row of vertical petals.⁶¹ Until now, only a little more than 20 specimens were known; but recently four new pieces from Pergamon were added.⁶² They came to light in the Asklepieion and in the Stadtgrabung (Pl. 4.26–4.29); this concentration at one site is unique. Another type bears the inscription “ΛΑΒΕ

48 Personal communication (5 February 2013).

49 Two unique but rather similar bowl fragments made of such white glass, probably from the same model, in the Metropolitan Museum of Art in New York and the British Museum in London, show a continuously meandering pattern, instead of the wave-like pattern: Lightfoot and Picón 2015.

50 von Saldern 2004, 182–185. For models and imitations of glass vessels in ceramics and toreutics generally, see Wabersich 2014; Löbbing 2015.

51 Published in: Ziegenaus and de Luca 1975, 139, No. 779, Pl. 74, 3; 80, 2. – Cf. Matheson 1980, 17, No. 47; Harden 1988, 44, No. 20; Grose 1989, 304, No. 414, color Fig. p. 224; Rütli 1991, 34, No. 731, Pl. 31; 208; Beretta and Di Pasquale 2004, 226, No. 2.2; 242, No. 2.50. – For emerald green vessels of the Early Imperial Period and their chemical composition, see Jackson and Cottam 2015; Jackson, Cottam, and Lazar 2015.

52 von Saldern 2004, 185–186.

53 Cf. Stern and Schlick-Nolte 1994, 326–327, No. 98; Masseroli 1998, 46, No. 1, Fig. 11, Pl. 9, 1; Arveiller-Dulong and Nenna 2000, 204, No. 256, color Fig. p. 163; Czurda-Ruth 2007, 47–48, No. 82, Pl. 5; 34.

54 Cf. Rütli 1991, 38, No. 794, Pl. 35; No. 798, 801, Pl. 36; Stern and Schlick-Nolte 1994, 334–335, No. 103; Ravagnan 1994, 224, No. 451.

55 Published in: Honroth 1984, 159, No. G 79, Pl. 34. – Cf. Masseroli 1998, 86, No. 3, Pl. 22, 2.

56 von Saldern 2004, 218–224.

57 von Saldern 2004, 231–236.

58 von Saldern 2004, 276–277.

59 Cf. Rütli 1991, 47, No. 972, Pl. 44; 186; Kunina 1997, 277, No. 121–122, color Fig. 93; Antonaras 2012, 76, No. 74. – The rim fragment in Pergamon belongs to the glass group HMT, which appears surprisingly rare in the whole of the analyzed find material: Rehren, Connolly, et al. 2015, 271, Tab. 3 PER 056, Fig. 2 e. This could be an indication for an import possibly brought by Roman soldiers, because Lightfoot 1993b, 36–37, Fig. 52–54 points out that many of such vessels have been found at military sites in the West.

60 von Saldern 2004, 247–248.

61 von Saldern 2004, 248–250. – Cf. Oliver 1980, 70, No. 64; Stern 1995, 97–98, No. 1, color Fig. p. 51; Whitehouse 2001, 23–24, No. 487; Israëli 2003, 129, No. 129; Antonaras 2009b, 136–138, No. 86–88, Pl. IV; Davidson Weinberg and Stern 2009, 80, No. 145, Fig. 8, Pl. 13; Adam-Veleni 2010, 261–262, No. 178; Kolesnychenko 2018 with Fig. 1, 1–2.

62 The fragment from the so-called Podiensaalgebäude in the Stadtgrabung is already published: Schwarzer 2008a, 199, No. G 12, Fig. 50, Pl. 22.

THN NIKHN” (“Seize the victory”), surrounded by laurel wreaths.⁶³ Two related fragments were uncovered in the Stadtgrabung.⁶⁴

Two other body sherds from the same excavation area belong to rare types of cups from the mid-1st century CE. They are very similar to glass vessels from the famous Ennion workshop.⁶⁵ The first is adorned with a net pattern and a Lesbian cymation (Pl. 4.30), while the second – discovered in the Podiensaalgebäude – displays a row of vertical petals (Pl. 4.31).⁶⁶ In the Asklepieion, a large body sherd of a so-called mythological beaker was unearthed (Pl. 4.32). It can be dated to the second half of the 1st century CE. Such vessels, subdivided into four groups, show mythological figures separated by architectural frames.⁶⁷ The piece from Pergamon can be assigned to Group I, and displays the legs of Heracles between two columns.⁶⁸ The provenance remains unclear, as these beakers were produced both in the west and in the east of the Roman Empire. The same is true for a beaker fragment of the so-called Pompeii group with a floral decoration; it was excavated in the Peristyle House III west of the Lower Agora (Pl. 4.33).⁶⁹ So-called lotus beakers were frequent in the second half of the 1st century CE. Despite the name, the decoration was not inspired by lotus buds, but by the knotholes of the mace of Heracles.⁷⁰ Some sherds of such beakers were unearthed in the Stadtgrabung; they probably stem from the Levant or Italy (Pl. 4.34).⁷¹

Jugs and bottles, blown in half-molds and decorated with geometric designs on the base, can be dated to the mid-1st until the mid-3rd century CE.⁷² They were un-

covered primarily in the Stadtgrabung, for example, in the so-called Bau Z (Pl. 4.35),⁷³ but also in the peristyle houses west of the Lower Agora and in the Asklepieion. The original function of these base marks is still not clarified. They are interpreted as the logogram of the glass vessel manufacturers or of the vessels’ content and/or as the identification of the supplier of goods.

1.8 Free-blown glass

The free-blown glass in Pergamon offers a wide repertoire of forms and types; in many cases, they are equipped with different kinds of decorations. One example is the so-called Zarte Rippenschalen, a type that is represented by more than three dozen fragments.⁷⁴ The production of these elegant drinking vessels commenced in the Augustan period and continued until the Neronian and Flavian periods. Models might have been the mold-formed and the mold-blown ribbed bowls. The main production centers are believed to have been situated in Northern Italy. Usually, the light blue-, purple-, or amber-colored bowls have a decoration consisting of a white spiral thread (Pl. 4.36);⁷⁵ however, there are also undecorated pieces, as illustrated by an example from the Asklepieion (Pl. 5.37).⁷⁶ A very rare variant is the body sherd of a small ribbed bowl with a strong shoulder bulge from the Stadtgrabung (Pl. 5.38), for which parallels are only known from Magdalensberg,⁷⁷ Corinth,⁷⁸ Ephesus,⁷⁹ Jerusalem,⁸⁰ and Palmyra.⁸¹ They may have been produced in Italy.

63 von Saldern 2004, 252. – Cf. von Saldern et al. 1974, 163, 166, No. 454; Auth 1976, 63, No. 57; Matheson 1980, 53–54, No. 134; Ravagnan 1994, 124, No. 231, Pl. 15; Stern 1995, 98–100, No. 2–4; Kunita 1997, 275, No. 113, color Fig. 73; Whitehouse 2001, 26–27, No. 491; Israeli 2003, 129, No. 130; Arveiller-Dulong and Nenna 2005, 194, No. 536, Pl. 38.

64 One sherd was analyzed; it is made of manganese-decolored glass: Rehren, Connolly, et al. 2015, 269, Tab. 2 PER 070.

65 Cf. Lightfoot 2014, 138–139, No. 41.

66 Already published in: Schwarzer 2008a, 198, No. G 9, Fig. 50, Pl. 22.

67 von Saldern 2004, 278–280, Fig. 34.

68 Cf. von Saldern 1974, 66–67, No. 50; Harden 1988, 163–164, No. 85; Whitehouse 2001, 54–56, No. 527.

69 Already published in: Honroth 1984, 160, No. G 83, Pl. 34. – Cf. von Saldern 1968, 52, No. 36.

70 von Saldern 2004, 273–276.

71 For the archaeometric analysis of the fragment shown here, made of antimony-decolored glass, see Rehren, Connolly, et al. 2015, 269, Tab. 2 PER 019, Fig. 2 a. – For comparable beakers, see Matheson

1980, 49, No. 126; Whitehouse 2001, 28, No. 494; Caron and Zoi-topoulou 2008, 64–65, No. 57; Antonaras 2009b, 140–142, No. 93, Pl. IV; Adam-Veleni 2010, 262, No. 179; Antonaras 2012, 77, No. 77.

72 Klein 1999, 42–48; von Saldern 2004, 500–506. See especially Foy and Nenna 2006a; Foy and Nenna 2006b; Foy and Nenna 2011.

73 Cf. Foy and Nenna 2006a, 89, No. F-CAR.024. F-CAR.025, Pl. 5; Foy and Nenna 2011, 220, No. GR-COR 5. GR-COR 6, Pl. 1; 252, No. PO-LI 80, Pl. 1.

74 von Saldern 2004, 227–228.

75 Cf. von Saldern et al. 1974, 101, No. 265, color Pl. p. 103; Whitehouse 2001, 203, No. 759.

76 Cf. von Saldern 1974, 58, No. 37; Caron and Zoi-topoulou 2008, 26–27, No. 23; Antonaras 2009b, 112–114, No. 37, Pl. I. I.

77 Cf. Czurda-Ruth 1979, 34, No. 317, Pl. 2, 317.

78 Cf. Davidson 1952, 80, 96, No. 605–606, Fig. 7, 605–606.

79 Cf. Czurda-Ruth 2007, 57, No. 102, Pl. 6.

80 Cf. Gorin-Rosen 2005, 197, Fig. 1, 6.

81 Cf. Ployer 2013, 174, No. 46, Fig. 121. 140, 46.

Painted glass vessels are rare, not only in Pergamon itself.⁸² Therefore, one body sherd of a blue vessel displaying a fish and a lobster is of special interest (Pl. 5.39). It was found in the Stadtgrabung, and can be dated to the first half of the 1st century CE. Worldwide, there are only a few known examples with similar motifs from distant sites, such as Berenice on the Red Sea or Xanten on the Rhine.⁸³ The original provenance of these vessels is still unknown. The same applies to the fragment of a cylindrical beaker from the Early Imperial Period, decorated with enameled tendrils and oak leaves (Pl. 5.40).⁸⁴ The so-called sandwich gold-glass is also rare; only one small dichromatic body sherd came to light in the soundings at the Traianeum (Pl. 5.41).⁸⁵ The same is true for so-called Überfangglas from the Julio-Claudian Era, which is mainly known from the western provinces of the Roman Empire. In the Eastern Mediterranean, there is hardly any evidence of such glass; only two body sherds of indefinite vessel shapes from the Stadtgrabung in Pergamon testify to its distribution in Asia Minor (Pl. 5.42).⁸⁶

Vessel fragments with an ornamental facet-cut decoration occur somewhat more frequently; however, they are still too rare to assume a local production in Pergamon. Therefore, these vessels, adorned with such elaborate decoration and used as dinner service, were presumably imported.⁸⁷ It is sometimes not easy to distinguish between mold-formed and free-blown specimens, even though the former often show a thicker body wall. This

always decolored glass, imitating rock crystal, appears in the second half of the 1st century CE, and was popular until the 4th century CE, notwithstanding stylistic changes during this time span.⁸⁸ The early pieces, probably made in Italy, display a net of oval or spherical facets like a body sherd from the Stadtgrabung (Pl. 5.43).⁸⁹ Later examples are characterized by a more zonal composition, and the earlier net-like design is replaced by single rows of narrow vertical facets, as illustrated by a rim excavated in the Asklepieion (Pl. 5.44).⁹⁰ The fragment of a bowl from the Stadtgrabung shows a herringbone pattern followed by two horizontal incised lines and a row of double-lined half-hexagons below the unworked rim (Pl. 5.45).⁹¹ Another fragment of a decolored bowl from the 4th century CE, discovered in the Stadtgrabung, has a horizontal row of narrow diagonal facets followed by letters composed of double lines below the thickened rim. Only the upper part of 'A' or 'Λ' is preserved (Pl. 5.46). From Asia Minor, seven examples with double-lined Greek lettering are known so far.⁹²

Beakers with horizontal grooves and/or incised lines are frequent in Pergamon; therefore, they were most likely produced in local workshops.⁹³ They display a globular, sometimes conical, or cylindrical shape (Pl. 5.47).⁹⁴ The natural blue-green color is predominant, but occasionally pieces with different colors or colorless ones are present. The latter were probably imported to Pergamon, as it can be assumed for the rim of a pale olive-colored beaker from the Early Imperial Pe-

82 von Saldern 2004, 436–437.

83 Cf. Rütli 1980, 198–202, Fig. 1–4 (Vitodurum-Oberwinterthur); Charlsworth 1984, 285, No. C 7497, Pl. 99, 8; 100, 2 (Xanten); Lissia 2000, 62, No. 65, Fig. p. 77–78; Whitehouse 2001, 256–257, No. 849; Nicholson and Price 2003, 390–391, Fig. 1 (Berenice).

84 One sherd of the beaker fragment with horizontal threads and offset dots is already published: Schwarzer 2008a, 205, No. G 64, Fig. 52, Pl. 23. I recognized only later that a second sherd, found at a distance of 35 m, belongs to the same vessel. – Cf. Kunina 1997, 289, No. 178, color Fig. 107–108 (amphora).

85 von Saldern 2004, 120–125, 461–462. – The visible remains of tendrils (?) are reminiscent of motifs known from sandwich gold-glass plates of the late 3rd/early 2nd century BCE, which were probably made in Alexandria: Kunina 1997, 255–257, No. 48, color Fig. 25.

86 Cf. von Saldern 2004, 203 n. 3. See also the preliminary results of a recent study in a poster presentation by Emilie Winckel (Rouen) with a distribution map of such finds: https://www.academia.edu/35075452/Inside_Cased_Glass_from_Julio-Claudian_Era (last visited 17 May 2018). It contains the photograph of one piece shown here that I provided the author, and the following remarks: “Two fragments were found with a translucent

colored internal layer and an opaque white external layer. It's obviously the same technique that the one used for blank cameo glass. Nonetheless the outside layer seem[s] really too thin to be able to be engraved in gradient. Also they are not from workshop contexts (one is from a villa in Spain for example). Those fragments may then have been designed to stay that way?”

87 Regarding the production technique, see Lierke 2009, 75.

88 von Saldern 2004, 360–385.

89 Cf. Rütli 1991, 69, No. 1352, Pl. 62; Gençler Güray 2011, 249, Fig. 8, 6.

90 Cf. Rütli 1991, 68, No. 1327, Pl. 59; Arveiller-Dulong and Nenna 2005, 455, No. 1272, Pl. 115; Davidson Weinberg and Stern 2009, 123, No. 197, Fig. 13, Pl. 19; Adam-Veleni 2010, 193–194, No. 38.

91 Cf. von Saldern 1980, 18, No. 69, Pl. 3; 20. The motif of half-hexagons is also known from contemporaneously produced jugs: Whitehouse 1997, 266–267, No. 455; Stern 2001, 162–163, No. 59.

92 Lightfoot 2013, 355; cf. also Stern 2001, 160–161, No. 58 (jug).

93 Regarding the forms appearing in Pergamon, cf. Gürlér 2000, 65–69, No. 82–89.

94 Cf. von Saldern 1974, 161, No. 246; Matheson 1980, 42, No. 114; Whitehouse 2003, 157, No. 1166.

riod, which was uncovered in the so-called Bau Z in the Stadtgrabung (Pl. 5.48).⁹⁵

In contrast to the sophisticated dinner service that was apparently not of local origin, the majority of the tableware for everyday use was produced on-site. The remarkably broad spectrum of these glass vessels does not allow a complete overview here, therefore, only a few selected forms and types will be presented.

The ordinary flasks and jugs vary in size and shape. The repertoire ranges from small balsamaria (Pl. 5.49)⁹⁶ and aryballoi, with two dolphin-shaped handles (Pl. 6.50),⁹⁷ to large cylindrical flasks and square-shaped jugs. The latter are represented by two almost complete preserved vessels from the Peristyle House II west of the Lower Agora (Pl. 6.51, 6.52).⁹⁸ Perfume bottles of bird-like shape were widespread in the Imperium Romanum during the 1st and 2nd centuries CE.⁹⁹ In Pergamon, only one specimen has been verified until now; it is most likely an import (Pl. 6.53).¹⁰⁰ Fragments of toilet bottles with drop-like bases dated to the Early Imperial Period also stem from an unknown production site,¹⁰¹ including a pale green, almost colorless piece with

a white spiral thread from the Stadtgrabung (Pl. 6.54).¹⁰²

Flasks with a globular or pear-shaped body and a conical neck, which are characterized by a spiral thread of the same color, were common in the 3rd and 4th centuries CE (Pl. 6.55).¹⁰³ Sometimes this decoration extends towards the body and the lower side of the bottom, as one example from the Stadtgrabung displays (Pl. 6.56).¹⁰⁴ Flasks and jugs with a funnel-shaped mouth and a thick horizontal thread below the rim belong to the same period. This vessel type can be observed in the whole Eastern Mediterranean,¹⁰⁵ yet, in Pergamon, it occurs rarely (Pl. 6.57). This is also true for the contemporaneous flasks with a conical or cylindrical neck and an unworked rim, adorned with incised horizontal lines (Pl. 6.58).¹⁰⁶ Additionally, there are some sherds of small bottles and juglets with vertical ribs (Pl. 6.59)¹⁰⁷ or pinched-out 'nipples' (Pl. 7.60)¹⁰⁸ that were produced during the 3rd/4th century CE and the 4th/5th century CE, respectively. Oinochoai appear infrequently in Pergamon as well, where they were in use from the 2nd century CE until the Early Byzantine Period (Pl. 7.61).¹⁰⁹ The later pieces can be distinguished

95 The mentioned rim is made of manganese-decolored glass: Rehren, Connolly, et al. 2015, 269, Tab. 2 PER 098. – For comparable beakers, see Lightfoot 1989, 27, No. 11, Fig. 1, 2, Pl. 2, 2; Özet 2000, 50, No. 17; Stern 2001, 46, 77, No. 19; Atila and Gürler 2009, 130, No. 202.

96 Cf. Platz-Horster 1976, 66, No. 125; Canav 1985, 50, No. 56–57; Barkóczy 1996, 64, No. 164, Pl. 13; 50; Kunina 1997, 325, No. 362, color Fig. 178; Özet 2000, 134, No. 89; Atila and Gürler 2009, 38, No. 44; Höpken and Çakmaklı 2015, 96, No. 184.

97 Honroth 2007, 69–71. – Cf. von Saldern 1974, 133, No. 184 a–c; Barkóczy 1996, 118, No. 380, Pl. 35; 73; Haas-Gebhard and Gebhard 2005, 47–48, No. M 215; Höpken and Çakmaklı 2015, 98, No. 192.

98 The right one is already published in: Honroth 1984, 154, No. G 16, Pl. 34; 41. – Cf. von Saldern 1974, 81, No. 77, color Pl. 6; Ravagnan 1994, 136, No. 259, Pl. 19; Kunina 1997, 285–287, No. 165, color Fig. 96–97; Özet 2000, 111, No. 71; Atila and Gürler 2009, 146, No. 222; Höpken and Çakmaklı 2015, 72, No. 127. – Regarding Roman square-shaped jugs in general, see Klein 1999, 41–42; Honroth 2007, 89–92.

99 von Saldern 2004, 522–523; Honroth 2007, 66–67. – Cf. Atila 2015, 169, No. 5–6, Fig. 2.

100 Already published in: Honroth 1984, 153, No. G 15, Pl. 34. – Cf. von Saldern et al. 1974, 205, No. 574; Canav 1985, 39, No. 24; Israeli 2003, 290, No. 382; Honroth 2007, 62, No. 107, Fig. 62; Arveiller-Dulong and Nenna 2005, 287, No. 866; Antonaras 2009b, 199–202, No. 301–303, Pl. 17, X; Höpken and Çakmaklı 2015, 80, No. 141; Lightfoot 2017, 162, No. 185.

101 Honroth 2007, 46–52. – Cf. Platz-Horster 1976, 70, No. 135; Canav 1985, 44, No. 37–39; Israeli 2003, 116–117, No. 105–108; Arveiller-Dulong and Nenna 2005, 95, No. 177–178; Antonaras 2012, 213, No.

321.

102 Cf. Akat, Firatlı, and Kocabaş 1984, 59, No. 164, Fig. 66; Whitehouse 2001, 170, No. 702; Israeli 2003, 116, No. 104, color Fig. p. 104; Honroth 2007, 42, No. 72, Fig. 34; Antonaras 2012, 214, No. 324.

103 Cf. Hellström 1965, 85, No. 7, Pl. 29; 40; Ziegenaus and de Luca 1975, 139, No. 768, Pl. 74, 4; 80, 12; Canav 1985, 56, No. 76; Davidson Weinberg 1988, 71, No. 274, Fig. 4/32, Pl. 4/13; Lightfoot and Arslan 1992, 144, No. 86; 208, No. 139; Özet 2000, 143, No. 97; Atila and Gürler 2009, 159, No. 239; 185, No. 283.

104 Cf. Nohlen and Radt 1978, 51, Pl. 28D; Lightfoot and Arslan 1992, 146, No. 88; Atila and Gürler 2009, 186, No. 284; Davidson Weinberg and Stern 2009, 131, No. 272, Pl. 4.

105 Cf. Davidson 1952, 104, No. 665, Fig. 9; Auth 1976, 126, No. 156; von Saldern 1980, 85, No. 633, Pl. 15; 27; Davidson Weinberg 1988, 70, No. 262–264, Fig. 4/31, Pl. 4/12; Lightfoot and Arslan 1992, 150, No. 92; Jennings 2006, 113–114, No. 5.27.4; Keller 2006, 199, No. 294–303 (type IV.4b), Pl. 5 e; Schwarzer 2009b, 70, No. 12, Pl. 1; Ployer 2013, 184, No. 246, Fig. 147, 246.

106 Cf. Barkóczy 1988, 145, No. 314, Pl. 26; 87; Lightfoot 1989, 49, No. 74, Fig. 7, 3; Lightfoot and Arslan 1992, 160, No. 98; Whitehouse 1997, 254, No. 434; Özet 2000, 139, No. 93; 140, No. 94; Atila and Gürler 2009, 168, No. 252.

107 Cf. Lightfoot 1989, 46, No. 65; Arveiller-Dulong and Nenna 2005, 410, No. 1127, Pl. 101; Schätzschock 2005, 385, No. G 86, Pl. 232; 235; Atila and Gürler 2009, 154, No. 230; Çakmaklı 2013, 72, No. 15–16, Fig. 1, 1–2; Höpken and Çakmaklı 2015, 146, No. 331.

108 Cf. Platz-Horster 1976, 86, No. 172; Canav 1985, 58, No. 81; Schätzschock 2005, 386, No. G 89, Pl. 232; Atila and Gürler 2009, 174, No. 262; Grossmann 2013, 235, No. G 47, Fig. 46.

109 Cf. von Saldern et al. 1974, 210, No. 598.

from the earlier ones through the intense color (yellow-olive, light blue) and numerous air bubbles they have. Jug handles of the 3rd/4th century CE, decorated with a thread of the same color, are more common in Pergamon. The thread was pulled downwards, then bent back and applied in undulations, as attested by a fragment from the so-called *Temenos für den Herrscherkult* (Pl. 7.62).¹¹⁰ Sometimes the upper end of the thread is formed like a loop.¹¹¹

The original shape of a vessel with an attached base ring found at the *Musalla Mezarlık* remains uncertain. The body is decorated with an irregularly applied thread (Pl. 7.63). The arrangement is reminiscent of glass vessels with snake-thread decoration; however, the characteristic notches on the threads are missing.¹¹² One oval vessel base from the *Stadtgrabung* exhibits a circumferential festoon-like thread at the lower part of the body (Pl. 7.64).¹¹³ Two almost identical decolored flasks with attached base rings from the *Stadtgrabung* and the *Musalla Mezarlık* (Pl. 7.65, 7.66) are undoubtedly imports. The lower part of their bodies show a petal-like thread decoration, the upper part with the snake-thread pattern is lost. Comparable pieces are dated between the second half of the 2nd century CE and the beginning of the 3rd century CE.¹¹⁴

Beakers represent a major part of the Pergamian glass finds. One type is characterized by four vertical oval indentations on the body, and was produced be-

tween the 1st and the 4th centuries CE.¹¹⁵ The foot of a beaker from the so-called *Podiensaalgebäude* in the *Stadtgrabung* came to light in an early Tiberian context, and can be considered as one of the earliest specimens of this type (Pl. 7.67).¹¹⁶ The vessels in question have either a concave (rarely shallow) bottom or a tubular (rarely massive) base ring.¹¹⁷ Several predominantly ovoid beakers from the Middle and Late Imperial Periods bear a horizontal thread of the same color below the rim (Pl. 7.68).¹¹⁸ Chain and net patterns were popular during the 3rd/4th century CE, but were not very frequent in Pergamon (Pl. 7.69).¹¹⁹ Globular beakers with an unworked everted rim of greenish-blue or yellowish-green color occur in Pergamon already in a fill from the 60s of the 3rd century CE.¹²⁰ Younger pieces from the 4th and early 5th centuries CE, uncovered in the *Asklepieion*, have an olive-green or olive-yellow color, numerous air bubbles, and sometimes even reddish streaks (Pl. 7.70).¹²¹ The distribution of beakers with a base ring of pinched-out toes, produced in the 3rd/4th century CE, extended from the Black Sea area to the Middle East.¹²² They were found in Asia Minor at different sites, like in Ephesus, Elaiussa Sebaste, and Zeugma.¹²³ In Pergamon, only two examples were detected; therefore, a local provenance can be excluded (Pl. 7.71). Beakers or bowls with applied blue glass drops originated in western as well as eastern workshops from the end of the 3rd century CE until the beginning of

110 Already published in: Boehring and Krauss 1937, 124, Pl. 60 a. – Cf. von Saldern 1980, 49, No. 269, Pl. 11.

111 Cf. Platz-Horster 1976, 61, No. 113.

112 Cf. Auth 1976, 121, No. 150; Stern 2001, 166, No. 62; Whitehouse 2001, 222, No. 791–792.

113 Cf. Grossmann 2013, 247, No. G 87, Fig. 86.

114 Martin Pruvot 2015, 64, Fig. 77.

115 von Saldern 2004, 351; Honroth 2007, 111–113.

116 Already published in: Schwarzer 2008a, 203, No. G 48, Fig. 51, Pl. 23.

117 Cf. von Saldern 1968, 67, No. 51; von Saldern 1974, 106, No. 120–121; Beretta and Di Pasquale 2004, 216, No. 1.48; Schätzschöck 2005, 385–386, No. G 88, Pl. 232; Schätzschöck 2007, 182, No. G 41, Pl. 60; Antonaras 2012, 127, No. 169; Jackson-Tal 2016, 73, Fig. 8, 10–11.

118 Cf. Oliver 1980, 87, No. 120; Özet 2000, 99, No. 59; Israeli 2003, 161, No. 166; Atila and Gürler 2009, 192, No. 292; Lightfoot 2017, 179, No. 215.

119 Chain pattern: cf. von Saldern 1980, 21, No. 92, Pl. 4; Kunina 1997, 335–337, No. 416, Fig. 211; Gürler 2000, 111, No. 137; Ployer 2013, 191, No. 421, Fig. 136; 151, 421. – Net pattern: cf. von Saldern et al. 1974, 225, No. 659; Platz-Horster 1976, 58, No. 104.

120 Schwarzer 2008a, 200, No. G 26, Fig. 50, Pl. 23; 201, No. G 36, Fig.

51, Pl. 23. The first one belongs to the chemical group Levantine I that is rarely testified in Pergamon: Rehren, Connolly, et al. 2015, 271, Tab. 3 PER 029.

121 Cf. Shepherd 1999, 333, No. 215, Fig. 11, 9; Arveiller-Dulong and Nenna 2005, 332, No. 941, Pl. 71; Jacenko 2005, 305, No. 137, Fig. 11.

122 Cf. Barkóczy 1988, 91–92, No. 130, Pl. 12; Davidson Weinberg 1988, 59–60, No. 161, Fig. 4/22, color Pl. 4A; Arveiller-Dulong and Nenna 2005, 436, No. 1211; Jacenko 2005, 303, No. 120, Fig. 10; Jennings 2006, 193, No. 8.8.1–3; Keller 2006, 235, No. 2061–2070 (type VII.83), Pl. 22 t; Gorin-Rosen and Katsnelson 2007, 108, Fig. 15, 3; Davidson Weinberg and Stern 2009, 130, No. 264–268, Fig. 16, Pl. 23; Ployer 2013, 191, No. 414, Fig. 133; 151, 414; Grossmann 2013, 235, No. G 46, Fig. 45.

123 Ephesus: Czurda-Ruth 2007, 148–150, No. 614–624, Pl. 18; Schätzschöck 2014, 623, No. G 114, Pl. 221; 624, No. G 124, Pl. 222; 625, No. G 129, Pl. 222; 629, No. G 176, Pl. 223. 405; 633, No. G 225, Pl. 224; 635–636, No. G 252, Pl. 225. 405; Schätzschöck 2016, 437, No. G 76–G 77, Pl. 219. 467; 439, No. G 98, Pl. 219. – Elaiussa Sebaste: Gençler Güray 2011, 252, Fig. 8, 25–26. – Zeugma: Erten and Gençler Güray 2015, 305, Fig. 2, 9.

the 5th century CE.¹²⁴ These vessels appear in Asia Minor at several locations, such as Zeugma, Ephesus, Iasos, Alexandria Troas, and Assos.¹²⁵ Due to their altogether small number, a local production in the mentioned cities is very unlikely. This applies also to Pergamon, where only three small decolored or yellow-olive-colored body sherds with blue drops have been found until now (Pl. 7.72). The body fragment of a conical beaker from the Stadtgrabung also seems to be an import. It stems from the 4th century CE, and is adorned with threads of different colors not common in Pergamon: a white zigzag thread runs between two horizontal olive-green threads (Pl. 7.73).¹²⁶ In the Stadtgrabung and in the Asklepieion, several fragments of beakers were excavated, revealing a special production technique. In this case, the parison was inflated into a dip mold, decorated with spiral ribs, and then withdrawn and blown out in the desired shape (Pl. 7.74). Parallels are known, for instance, from Amorium.¹²⁷ Some of the Pergamian specimens have a conically tapered form and were probably used as lamps. Olive-green or olive-yellow colors dominate these specimens; however, there are some examples with greenish-blue and cobalt blue colors. The bottom of a cylindrical beaker that came to light in the Stadtgrabung requires special interest (Pl. 8.75); it was used for mixing white paint, as proven by the preserved content.

Bowls and plates are extant in Pergamon in different variants. Those with two antithetic grips in the form

of applied crimped threads attached to the rim were especially popular (Pl. 8.76).¹²⁸ Moreover, jars of different sizes should be mentioned, for example, one by fire-damage melted vessel in miniature size was found during older excavations at the acropolis (Pl. 8.77).¹²⁹ A characteristic element of pans (*trullae*) is a long, flattened grip. One remarkable piece made of decolored glass is decorated with a shell at the end (Pl. 8.78). It was found at the Musalla Mezarlık, and can be regarded as an import.¹³⁰ One cast and perforated grip from the so-called Bau Z in the Stadtgrabung might have belonged to a *trulla* or *simpulum* (Pl. 8.79).¹³¹ From the same find spot stems the upper part of an extremely rare glass lamp with the filling hole, dated to the 1st century CE (Pl. 8.80).¹³²

Beaker-shaped glass lamps from the Late Antique and Early Byzantine Periods appear frequently in Pergamon. Thereby, a distinction between separately hanging lamps with small handles and those without handles, used in sets with a metal hanger (*polycandela*), must be made. The former were found, especially, in the Stadtgrabung. They are characterized by a rounded rim (Pl. 8.81), with only one example from the Musalla Mezarlık displaying a thickened out-folded rim (Pl. 8.82). Green colors predominate, whereas purple and decolored lamps are considered to be exceptions. Generally, the duration of the production of the pieces in question ranges from the 4th to the 7th centuries CE throughout the whole Eastern Mediterranean.¹³³ However, in Pergamon this type occurred sig-

124 von Saldern 2004, 347–351; cf. Platz-Horster 1976, 90–91, No. 179–182; Auth 1976, 151, No. 196; Whitehouse 1997, 213–218, No. 366–376; Shepherd 1999, 337, No. 257–268, Fig. 11, 11; Stern 2001, 293–296, No. 157–159; Israeli 2003, 195, No. 229–230; Arveiller-Dulong and Nenna 2005, 375, No. 994–996, Pl. 80; 456, No. 1276; Keller 2006, 197, No. 201–202 (type IV.1c), Pl. 3 m; Lightfoot 2017, 124, No. 129.

125 Zeugma: Grossmann 2013, 245, No. G 81, Fig. 80. – Ephesus: Czurda-Ruth 2007, 101–104, No. 365–368, Pl. 13. – Iasos: Contardi 2009, 126, Fig. 14–15. – Alexandria Troas: Schwarzer 2009b, 71–72, No. 31–32, Pl. 2. – Assos: unpublished. The head of the excavation, Nurettin Arslan (Çanakakale), allowed me to look at the material.

126 Already published in: Schwarzer 2008a, 198, No. G 2, Fig. 50, Pl. 22.

127 Gill 2002, 43, No. 94, Fig. 1/8; 141, No. 109, Fig. 2/7; cf. also Whitehouse 2001, 115, No. 612; Arveiller-Dulong and Nenna 2005, 376, No. 997, Pl. 80.

128 Cf. von Saldern et al. 1974, 207, No. 584; Canav 1985, 87, No. 144; Kunina 1997, 295, No. 203, color Fig. 128; Whitehouse 1997, 75, No. 93; Israeli 2003, 156, No. 154, color Fig. p. 143; Atila and Güler 2009, 140, No. 218; Gençler Güray 2011, 243–244, Fig. 4, 11–12; Schätzschock 2016, 456, No. G 259, Pl. 223.

129 Cf. Canav 1985, 76, No. 116; Ravagnan 1994, 55, No. 74; Whitehouse

1997, 165, No. 288; Haas-Gebhard and Gebhard 2005, 92, No. M 150. M 258; Adam-Veleni 2010, 399, No. 484.

130 For the vessel form, cf. von Saldern et al. 1974, 200, No. 557, color Pl. p. 241; Canav 1985, 84, No. 135; Scatozza Höricht 1986, 38, No. 56, Pl. 8, 1; 27; Whitehouse 1997, 198, No. 346; Arveiller-Dulong and Nenna 2005, 43, No. 36, color Fig. p. 51, Pl. 7; 197, No. 547; Haas-Gebhard and Gebhard 2005, 51, No. M 203. – For the shell design, cf. Whitehouse 2003, 174, No. 1198; Arveiller-Dulong and Nenna 2005, 336, No. 950.

131 I do not know direct parallels in glass; however, cf. strip handles of casseroles made of bronze: Beretta and Di Pasquale 2004, 235, No. 2.27. 2.29; 240, No. 2.43; 243, No. 2.54.

132 Cf. Goethert 1997, 192, No. 149 (3rd/4th century CE); Beretta and Di Pasquale 2004, 284, No. 3.9; 285, No. 3.10 (1st century CE); Lightfoot 2017, 297, No. 447 (ca. second half of 1st century CE).

133 Cf. Lightfoot 1993a, 177, No. 31, Fig. 122; Gill 2002, 36, No. 4, Fig. 1/1; 132, No. 6, Fig. 2/2; Turnovsky 2003, 239 (type 4), Fig. 231; Jennings 2006, 149, No. 6.22.6; Keller 2006, 223, No. 1449–1492 (type VII.48), Pl. 18 c. d; Schätzschock 2007, 185, No. G 60, Pl. 61; Davidson Weinberg and Stern 2009, 164, No. 371, Pl. 33; Gençler Güray 2010, 220, Fig. 4, 7–8.

nificantly early, as attested by finds in the so-called Podiensaalgebäude: in a fill installed after the earthquake of 262 CE, fragments of two such lamps came to light.¹³⁴ Several beaker-shaped lamps from the Stadtgrabung display small loops in the upper part of the body, instead of the small handles attached to the rim. These loops belong to crimped threads that were vertically applied on the body (Pl. 8.83).¹³⁵ Two such body sherds were found in the fill mentioned above, and testify to the early occurrence of this type of lamp in the 3rd century CE in Pergamon.¹³⁶ In the case of two similar beaker-shaped lamps from the Stadtgrabung, a part of the bottom with an applied base ring is even preserved (Pl. 8.84). Unfortunately, the metal chains are always missing.

The already mentioned *polycandela*, with their greenish tinge, have a characteristic stem below that was inserted into the metal hanger.¹³⁷ They can be dated between the 4th and the 7th centuries CE. Most of them were unearthed at the castle mountain (Pl. 8.85, 8.86), while some pieces came to light in the Asklepieion and the Red Hall. Generally, the stems are massive or hollow; however, in Pergamon, only the hollow version is known.¹³⁸ One exception is a twisted decolored piece (Pl. 8.87) that has only few comparisons, for example, lamps from Ephesus.¹³⁹ The form of the stem is al-

ways cylindrical or conical; the lower end is flattened or rounded.¹⁴⁰ One base with a solid bulb and a part of the bell-shaped body appears to be unique in Pergamon, though it remains vague whether the small vessel served as a lamp or a bottle (Pl. 8.88).¹⁴¹ Metal hangers have not been found in Pergamon so far.

Goblets are the predominant Early Byzantine vessel form of the 5th to 7th centuries CE. They were uncovered in all excavated areas in the city, with a concentration in the Asklepieion that seems noteworthy.¹⁴² Among the goblets, one can distinguish three main types.¹⁴³ The most common specimens have a massive foot; it should be emphasized that this type belongs to the minority at other sites in the Eastern Mediterranean, for example in Ephesus.¹⁴⁴ The foot is directly connected with the body (Pl. 8.89)¹⁴⁵ or has a stem (Pl. 8.90).¹⁴⁶ In few cases, the stem exhibits a knob (Pl. 8.91);¹⁴⁷ one piece from the older excavations at the acropolis possesses even two knobs, maybe it was originally part of a beaker-shaped lamp (Pl. 8.92).¹⁴⁸ Some feet have an irregular contour, while other show spiral-like impressions (Pl. 9.93).¹⁴⁹ The second, much rarer, goblet type has a foot with a tubular base ring that is by far the most frequent type found at other sites.¹⁵⁰ Some-

134 Schwarzer 2008a, 200, No. G 17–18, Fig. 50, Pl. 22.

135 Cf. Lamm 1929–1930, 93, No. 16, Pl. 28, 16 (Saqqara, 6th/7th century CE); Stern 2001, 321, No. 183; Gill 2002, 37, No. 18–20, Fig. 1/1; 134, No. 28, Fig. 2/2; Antonaras 2008, 25, Pl. 3, 3.ii (4th/5th century CE); Canav-Özgümüş 2015, 74, Fig. 6. This shape was adopted by Early Islamic glass workshops, cf. Tait 1991, 122, Fig. 154 (probably 9th/10th century CE); Zahlhaas 2003, 111, No. 167, color Pl. 8 (7th/9th century CE).

136 Schwarzer 2008a, 199–200, No. G 14. G 16, Fig. 50, Pl. 22. The second piece (No. G 16) belongs to the newly defined chemical glass group HLiBAL, see Rehren, Connolly, et al. 2015, 270, Tab. 2 PER 036, Fig. 2 g.

137 Cf. Whitehouse 1997, 194–195, No. 340.

138 Cf. von Saldern 1980, 51, No. 274, 280, Pl. 11; 23; Whitehouse 1997, 196, No. 343; Gill 2002, 37, No. 21–22, 24, Fig. 1/2; 134, No. 30, Fig. 2/2; Jennings 2006, 142, No. 6.16.1–11; Keller 2006, 225, No. 1724–1730 (type VII.51a), Pl. 19 d.

139 Czurda-Ruth 2007, 184–185, No. 824, Pl. 21; 36.

140 Cf. Hayes 1992, 402, No. 14, Fig. 150; 403, No. 31, Fig. 150; 403, No. 37–38, Fig. 151; Shepherd 1999, 340, No. 290–308, Fig. 11, 12; Turnovsky 2003, 238 (type 1), Fig. 231; Czurda-Ruth 2007, 181–184, No. 811–823, Pl. 21; Gorin-Rosen and Katsnelson 2007, 116–117, Fig. 22, 6; 22, 8; Schätzschock 2007, 185, No. G 61–62, Pl. 61.

141 Cf. von Saldern 1980, 53, No. 298, Pl. 23; Czurda-Ruth 2007, 185, No. 825, Pl. 21; Schätzschock 2007, 185, No. G 63, Pl. 61; 65; Schätzschock 2016, 444, No. G 147, Pl. 220; Özgümüş 2008, 730, Tab. 1, 2; Golofast 2009, 308, Fig. 9, 6–10. For similar lamps, with

a bell-shaped body and a bottom in the shape of a teardrop, from today's Serbia, dated to the 5th to 6th centuries CE, see Jeremić, Golubović, and Drča 2017, 115–116, Pl. 6, 27–29.

142 This concentration corresponds with the frequency of contemporary coins, pottery, and clay lamps found there, cf. de Luca 1984, 156. Unfortunately, the late phase of use in the Asklepieion is almost unexplored so far.

143 Regarding a typology, see Çakmakçı and İnanan 2009.

144 Czurda-Ruth 2007, 151. In Alexandria Troas the massive foot is also prevalent like in Pergamon, cf. Schwarzer 2009b, 72.

145 Cf. Whitehouse 1997, 105, No. 157; Schwarzer 2009b, 72, No. 38, Pl. 3.

146 Cf. von Saldern 1980, 57, No. 323, Pl. 12; No. 336, Pl. 24; Hayes 1992, 402, No. 7, Fig. 150; Whitehouse 1997, 104–105, No. 155; Davidson Weinberg and Stern 2009, 126, No. 221–222, Fig. 15, Pl. 21; Schwarzer 2009b, 72, No. 37, Pl. 3.

147 Cf. Jennings 2006, 130, No. 6.3.16; Çakmakçı and İnanan 2009, 64, Tab. 7 type B1d; Schwarzer 2014, 95, No. 170, Fig. on p. 88.

148 Cf. Whitehouse 1997, 105–106, No. 158; Gill 2002, 39, No. 46, Fig. 1/4.

149 Cf. Lightfoot 1989, 41, No. 44, Fig. 4, 6; Gill 2002, 138, No. 75, Fig. 2/5; Jennings 2006, 129, No. 6.3.17, Fig. 6, 4; Çakmakçı and İnanan 2009, 63, Tab. 4 type B1a; Schwarzer 2009b, 72, No. 39, Pl. 3.

150 Cf. Vessberg 1952, 124, No. 17–18, Pl. 4; Hellström 1965, 85, No. 30, Pl. 30; 40; von Saldern 1980, 58, No. 351, Pl. 24; Mackensen 1984, 57, Pl. 17, 6–9; 18, 18–23; 23, 29–34; Hayes 1992, 402, No. 17, Fig. 150; Lightfoot 1993a, 176, No. 25, 28, Fig. 122; Whitehouse 1997,

times, the corresponding vessels display a stem, sometimes not; however, the quantity of knob-like stems, again, appears small (Pl. 9.94, 9.95). The third type comprises goblets where the foot was formed separately, together with a long stem, and then fused to the body.¹⁵¹ In Pergamon, this type is hardly found (Pl. 9.96). The main colors of all three goblet types are olive-green and olive-yellow; in addition, some decolored and blue-green/green-blue examples exist.

Vessels with a horizontal blue thread decoration (Pl. 9.97) or an attached blue base ring (Pl. 9.98), as known in Amorium from find complexes of the 7th to 11th centuries CE,¹⁵² are almost entirely lacking in Pergamon. Therefore, one might think that the few pieces (half a dozen) could be imports, perhaps from the Levant, where such vessels were already common in the 6th century CE.¹⁵³ The archaeometric investigations have yielded, however, that the rim of a colorless bowl or beaker adorned with a blue thread (Pl. 9.97) consists of HLiBAI-glass, a newly defined type of glass, which suggests a local or regional production.¹⁵⁴ Also very rare are vessel fragments with a spiral thread decoration in a different color, dated to the 6th/7th century CE.¹⁵⁵ They belong to bowls and flasks made of decolored or olive-green glass entwined with blue, white, or red threads. One conical neck of a flask found in the Asklepieion, adorned with a red thread in fifteen turns, should be mentioned (Pl. 9.99); this also applies to a colorless rim from the Traianeum, with a blue handle and a blue spiral thread decoration that extends from the body to the lip (Pl. 9.100).¹⁵⁶

Fragments of fifteen opaque dark red vessels with brown streaks, lending them a marbled appearance, require special attention. Rims of bowls, necks of bottles/juglets, concave bottoms with pontil marks, and tubular base rings are preserved. Most of them were discovered in the Stadtgrabung (Pl. 9.101, 9.102); one sherd stems from the so-called Temenos für den Herrscherkult, and another piece came to light at the Musalla Mezarlık. No parallels in Asia Minor are known to me, except a few sherds from Amorium.¹⁵⁷ The National Museum in Kuwait holds eight similar sherds, for which a provenance from Syria is assumed.¹⁵⁸ Comparable vessels excavated in Jerusalem can be dated to the 8th/9th century CE. They are probably of an Early Islamic origin.¹⁵⁹ In this case, the emergence of such vessels in Pergamon could have been associated with the conquest of the city by the Arabs in the early 8th century CE.¹⁶⁰ However, archaeometric analyses of two corresponding sherds have shown that they stand for the newly defined chemical glass group HBAI, which is connected with a regional/local glass production.¹⁶¹ For this reason, it seems apparent that these vessels belonged to the repertoire of Byzantine glass workshops in Pergamon. The body sherd of a small bottle with marvered white festoon-like threads, from older excavations at the acropolis, is reminiscent of similarly decorated Islamic vessels from the 8th/9th century CE (Pl. 9.103).¹⁶²

The depopulation following the Arab invasion led to a discontinuation in settlement for almost 200 years, which is reflected by the absence of glass finds. Not until the Middle/Late Byzantine Period a local glass

103–104, No. 154; 105, No. 156; Shepherd 1999, 337–339, No. 271–275, Fig. 11, 12; Stern 2001, 310, No. 173; 311, No. 174; Gill 2002, 39, No. 52, Fig. 1/5; 138, No. 69–70, Fig. 2/4; Israeli 2003, 198, No. 237; Jennings 2006, 124–127, No. 6.1.1–28; Keller 2006, 222, No. 1425 (type VII.43), Pl. 17 n; Czurda-Ruth 2007, 151–172, No. 626–780, Pl. 18–20; Gorin-Rosen and Katsnelson 2007, 93, Fig. 11, 5–7; Davidson Weinberg and Stern 2009, 161–162, No. 347–352, Fig. 20, Pl. 31.

151 Cf. Fünfschilling 1999, 493, No. 465, Fig. 14; Jennings 2006, 127–129, No. 6.3.1–11.

152 Gill 2002, 44–46, No. 99–116, Fig. 1/9; 142–144, No. 111–134, Fig. 2/8–9, Pl. 9; Lightfoot 2005, 175–176, Fig. 4 h–j; cf. also finds from Myra: Ödekan 2007, 45–47, Fig. 3.

153 Cf. Jennings 2006, 155–165.

154 Cf. Rehren, Connolly, et al. 2015, 270, Tab. 2 PER 076. For a typological comparison of the vessel fragment shown here, cf. Antonaras 2009a, 91, Pl. 5, 1 (11th–12th century).

155 Cf. Jennings 2006, 165–169.

156 Whitehouse 2001, 186–187, No. 732; Jennings 2006, 164, No. 7.8.15.

157 Gill 2002, 59, No. 292–293, Fig. 1/20; Lightfoot 2005, 178–179 (8th–early 9th century CE).

158 Carboni 2001, 153, No. 3.3 a–h. Jens Kröger (Berlin) kindly pointed out to me a similar neck of a small bottle in the depot of the Museum für Islamische Kunst of the Staatliche Museen zu Berlin (inv. I 6353).

159 Carboni 2001, 161 n. 38; Brosh 2004.

160 It cannot be completely excluded that these vessels were produced in a later period, perhaps in the 13th/14th century CE, cf. Brosh 2004, 58. Vessels with a similar appearance and corresponding dating from Corinth (cf. Davidson Weinberg 1975, 141, Fig. 30), Apulia (cf. Harden 1966, 75, No. 10, Fig. 11–12, Tab. 1), and Braunschweig (cf. Baumgartner and Krueger 1988, 420–421, No. 528) might indicate a later emergence. For red glass from archaeological contexts of the Middle Ages and early modern times in Europe, cf. Steppuhn 2012.

161 Rehren, Connolly, et al. 2015, 270, Tab. 2 PER 043. PER 096.

162 Cf. Carboni 2001, 301, No. 78 b.

production in Pergamon was re-established, discernible based on finds from that time at the castle mountain.¹⁶³ The material includes, for example, single lamps of different sizes with a conical neck, a globular or stocky body and a bottom with a solid bulb, dated to the 12th/13th century. Several pieces display a horizontal thread of the same color in the middle part of the body (Pl. 9.104, 9.105); below the thread, three lugs for suspension were attached at regular intervals, their lower ends merging into a thread of the same color that runs to the bottom. Similar lamps were found in Ephesus, Kadıkalesi, and Corinth.¹⁶⁴ Some fragments of small thick-walled bottles with a slightly concave bottom, a conical or cylindrical body and a long neck originate from the 12th and 13th centuries (Pl. 10.106, 10.107). They have parallels, *inter alia*, in Corinth and Kadıkalesi.¹⁶⁵ A complete neck of a thick-walled cobalt-blue bottle belongs to the same time-span; it was perhaps formerly gilded (Pl. 10.108).¹⁶⁶

During the 12th and 13th centuries, conical and cylindrical beakers occurred in Pergamon too, decorated with horizontal threads and prunts of the same color. Almost all specimens have an applied base ring (Pl. 10.109, 10.110). These vessels were found in large numbers, especially in the Stadtgrabung, but a handsome crowd of fragments is also attested in the area of the so-called Temenos für den Herrscherkult.¹⁶⁷ Generally, the glass is always transparent and displays an olive-

green or yellow-green color, as well as several air bubbles. Comparisons in Asia Minor are only known from very few sites.¹⁶⁸ However, parallels exist in the Orient as well as in the Occident. It seems that prunted beakers spread within a short period of time from the Near East (for example Hama/Syria) via Asia Minor (for example Pergamon/Turkey) to Europe (for example Corinth/Greece).¹⁶⁹ The high concentration of finds in Pergamon suggests a local production of these beakers, which is confirmed by the archaeometric analyses. The pieces in question belong to the newly defined chemical glass group HLiBAL, which was used in regional/local glass workshops.¹⁷⁰ Usually, the Pergamenian beakers are characterized by two horizontal threads of the same color and a zone with prunts in between. This kind of decoration can also be observed on similar vessels from the Black Sea area.¹⁷¹ Only a few examples from Pergamon have a constriction in the upper part of the body, as is often visible on vessels from Corinth and other European find spots.¹⁷² Whether these vessels represent a Frankish import, must remain an open question. However, this provenance might be assumed for an olive-green beaker from the Stadtgrabung, whose body is adorned with two rows of small offset arranged prunts between a thread of the same color below and a horizontal blue thread above (Pl. 10.111). Apart from that single piece, threads of different colors are not common on prunted beakers in Pergamon, in contrast to numerous

163 Holger Schwarzer. „Medieval Glass Vessels from Pergamon (Turkey)“. *Journal of Glass Studies* 63 (2021), in press.

164 Ephesus: Turnovsky 2003, 240 (tomb 32, No. 3), Fig. 232. – Kadıkalesi: Çakmakçı 2012b, 114, Fig. 4. – Corinth: Williams II and Zervos 1993, 23, No. 20 a, b, Fig. 6, Pl. 8.

165 Corinth: Davidson 1952, 119–120, No. 789, 791, Pl. 59. – Kadıkalesi: Çakmakçı 2013b, 154–158, Fig. 1–4; Hazinedar Coşkun 2017b, 158–159, Pl. 3. Comparable but unpublished material came to light in the excavations in Magnesia on the Meander. It was brought to my attention by Orhan Bingöl (Ankara). – Surprisingly, the archaeometric analyses showed that these bottles are made of plant ash-based glass and not of HBAL- or HLiBAL-glass, the two newly defined chemical groups that are typical for the glass of the 12th and 13th centuries in Pergamon, cf. Rehren, Connolly, et al. 2015, 270, Tab. 2 PER 017. This fact could be an indication of an Islamic import, as plant ash-based glass is extremely rare in Middle and Late Byzantine Pergamon, and has only been detected in Mamluk and Ottoman glass vessels.

166 Cf. Antonaras 2009a, 91–92, Pl. 5, 4 (12th–13th century).

167 See Boehringer and Krauss 1937, 124, Pl. 60 a.

168 Öney 1990, 68, Fig. 1 a; 69, Fig. 2 e, f; a few fragments in Alexandria Troas (Schwarzer 2009b, 74, No. 50–52, Pl. 3), Kadıkalesi (Çakmakçı and İnanan 2009, 58–59, Fig. 5 with other mentioned examples in Metropolis, Aigai, and Yumuktepe, see Çakmakçı and İnanan 2009, 59 n. 21–23; Çakmakçı 2012b, 114, Fig. 6; Çakmakçı 2013a, 139, Fig.

8, 4; Hazinedar Coşkun 2017b, 161, Fig. 5), Nif-Olympus (Canav-Özgümüş 2015, 74–75, Fig. 8), Myra (Çömezoğlu 2010, 509, Fig. 4 e–g), Alanya (Bakirer 2009), and Çoban Kalesi (Vroom 2015, 369, No. F31, Fig. 12, 5).

169 Hama: Riis, Poulsen, and Hammershaimb 1957, 58–59, Fig. 157–160. – Corinth: Davidson 1940, 308–310, Fig. 11, 1–3; Fig. 12, 1, 3; Davidson Weinberg 1975, 136–137, Fig. 16–20; Williams II and Zervos 1993, 26–28, No. 25–30, Fig. 8. The originally considered dating of the ‘Agora South Centre’ glass workshop into the 11th/12th century has become obsolete in the meantime, as the production took place only during the Frankish occupation of Corinth between 1210 and the early 14th century, cf. Krueger 1997, 280–281. – Cf. finds on the territory of former Yugoslavia (Kojić and Wenzel 1967) and in Italy (Harden 1966; Whitehouse 1983, 115–116, Fig. 1; Newby 2000, 258–259, Fig. 1–2); cf. further Clairmont 1977, 79–80, No. 270–271, Pl. 19. – For the general distribution in Europe, see Baumgartner and Krueger 1988, 192–204, No. 166–183; Dreier 1988a.

170 Rehren, Connolly, et al. 2015, 270, Tab. 2 PER 037. PER 048. PER 051. PER 078. PER 081.

171 Cf. Lamm 1929–1930, 89–90, No. 15, Pl. 27, 15 = Dreier 1988a, 38, Fig. 2 (Kerch/Crimea, around 1300); Whitehouse 2010, 152, No. 49.

172 Corinth: Davidson 1952, 114, No. 744, Fig. 14, Pl. 58. – For find spots in Switzerland, see Schneider 1980, 222, Fig. 9; 11 (Basel).

vessels from Europe.¹⁷³ In the case of a massive green beaker with reddish streaks, decorated with a horizontal thread and a zigzag thread of the same color above, a local origin also seems unlikely. It has an applied base ring with pinched-out toes (Pl. 10.112). The latter feature is – except for two other small fragments – unique on medieval vessels from Pergamon. However, several parallels are extant, for example, in Corinth and other European sites.¹⁷⁴ Perhaps this beaker can be associated with the assumed but archaeologically not proven Frankish occupation of Pergamon at the beginning of the 13th century.¹⁷⁵

A group of enameled beakers of the 13th century deserves closer attention as well. Altogether, 28 fragments came to light, exclusively from the Stadtgrabung (Pl. 10.113, 10.114). No comparable objects have been found in Asia Minor that are known to me, except for two fragments from Kadikalesi and the lower part of a beaker from Nif-Olympos, which have the same dating.¹⁷⁶ These conical or cylindrical beakers can be assigned to a special type, formerly called ‘Syro-Frankish’.¹⁷⁷ Such vessels were verifiably produced in Venetian Murano and most likely in glass workshops north of the Alps as well.¹⁷⁸ The glass is always transparent, yellow-green and olive-green colors dominate. The European beakers of this type normally show figural, floral, or heraldic motifs; in contrast, the Pergamenian specimens are invariably characterized by ornamentally arranged dots. This kind of decoration is attested in Europe by only one piece found in Germany (Regensburg).¹⁷⁹ Similarities that are more significant can be seen between the Pergamenian finds and enameled Mamluk beakers from the late 13th/early 14th cen-

tury, which have comparable dotted patterns.¹⁸⁰ However, archaeometric analyses have made clear that the Pergamenian beakers are neither of European nor Mamluk origin, because they belong to the newly defined chemical group HLiBaI, which is typical for the regional/local glass production of this period.¹⁸¹ Therefore, the Pergamenian dotted beakers – analogous to the aforementioned pruned beakers – represent a link to European glass, on the one hand, and the Mamluk glass, on the other.

Due to supra-regional contacts of the inhabitants of Late Byzantine Pergamon, especially to the Ayyubid and Mamluk realm, several Islamic glass vessels came into the city. They have been found solely at the castle mountain. Under the material in question are four fragments of small bottles made of purple glass, characterized by marvered white festoon-like threads. One of them was unearthed in the area above the northern peristyle hall of the so-called Bau Z in the Stadtgrabung (Pl. 10.115). These Ayyubid or early Mamluk vessels can be dated to the 12th/13th century.¹⁸² The same provenance and dating apply to a fragment of a mold-blown bowl with vertical ribs, decorated with a marvered white thread that is spirally arranged in a wavy pattern (Pl. 10.116).¹⁸³ Moreover, the rim of a plate or a flat bowl, consisting of very rare opaque white glass with remains of gilded decoration on the interior, should be mentioned. It was discovered in the area of the Traianum and can be identified as a Mamluk import as well, presumably stemming from Egypt (Pl. 10.117).¹⁸⁴ Of special interest are some sherds of enameled Mamluk vessels that were produced in the second half of the 13th century or the beginning of the 14th century, probably in Syria (Raqqah, Hama,

173 Baumgartner and Krueger 1988, 204–206, No. 184.

174 Davidson 1952, 114, No. 742, Fig. 14, Pl. 57; Harden 1966, 73–74, No. 4, Fig. 5–7; Kojić and Wenzel 1967, 76–77, Fig. 4–5; Baumgartner and Krueger 1988, 195–204, No. 168–183.

175 Rheidt 1991, 248.

176 Kadikalesi: Çakmakçı 2012b, 114, Fig. 8 (with an ornamental pattern like in Pergamon). – Nif-Olympos: Canav-Özgümüş 2015, 75, Fig. 9 (with the incomplete preserved depiction of an eagle).

177 Cf. Baumgartner and Krueger 1988, 126–160, No. 72–119; cf. further Krueger 1997, 283–285; Boas 2017, 161–162.

178 Cf. Dreier 1988b.

179 Baumgartner and Krueger 1988, 153, No. 110. The authors would like to thank the head of the archaeological department of the Museen der Stadt Regensburg, Andreas Boos, for providing a sample of this beaker. The chemical analysis, undertaken by Thilo Rehren (see his contribution below), showed that the vessel in Regensburg has a completely different material composition than the compar-

isons in Pergamon. It is made of plant ash-based glass that probably indicates an Islamic-Levantine provenance.

180 Cf. Lamm 1929–1930, 277, No. 3, Pl. 97, 3 (Baalbek, ca. 1180–1200); Musée de Damas 1964, 23, No. 196, Fig. 22; Dusenbery 1971, 32, No. 66, Fig. 65; von Gladiß 1986, 97, No. 150, color Fig. p. 31; Ward 1998, 47, color Pl. I, Fig. 12, 5; Kühn 2010, 158–159, No. 48.

181 Rehren, Connolly, et al. 2015, 272, Tab. 3 PER 032.

182 Cf. Clairmont 1977, 59, No. 183, Pl. 11; Oliver 1980, 140, No. 241; von Saldern 1980, 102–103, No. 789, Pl. 18; Meyer 1992, 90, 178, No. 548–553, Pl. 19; Carboni 2001, 304, No. 80 a. b; 312–313, No. 84; Carboni and Whitehouse 2001, 139, No. 55.

183 Cf. von Saldern 1974, 223, No. 340; Carboni 2001, 308–309, No. 82 a. b; 318, No. 365 c; Carboni and Whitehouse 2001, 140, No. 56; Israeli 2003, 383, No. 521.

184 Cf. Ward 1998, 28–29, color Pl. P, Fig. 8–9.

Aleppo, or Damascus). The rim of one beaker is adorned with a horizontal band bearing a cursive Arabic inscription (*neskbi*) (Pl. 10.118).¹⁸⁵ The readable word “al-ʿadil” (“the just man”) represents a typical epithet of Mamluk sultans.¹⁸⁶ Two other body sherds are decorated with floral and figural motifs (Pl. 10.119, 10.120).¹⁸⁷ These specimens belong – as expected – to the plant ash-based glass group.¹⁸⁸ Among the latest examined glass finds in Pergamon is the fragment of a small Ottoman tulip vase from the area of the Stadtgrabung (Pl. 10.121).¹⁸⁹ It can be dated to the 18th century and is also made of plant ash glass.¹⁹⁰

1.9 Miscellaneous objects and utensils

Aside from innumerable vessel fragments, the excavations in Pergamon also uncovered several utensils and other objects made of glass. Gaming pieces and gaming piece-like inlays, with a convex cross-section, appear very frequently;¹⁹¹ solely from the Stadtgrabung, altogether, more than 100 pieces have been recorded. Most of them date to the Hellenistic and Roman era, whereas others were probably still in use during the Early Byzantine Period. The gaming pieces and inlays are usually monochrome, but they display a wide range of colors.¹⁹² Only a few are bi-colored, such as one example from the Traianeum (Pl. 11.122).¹⁹³ Four specimens made of mo-

saic glass can be viewed as extremely rare in Pergamon; it is difficult to decide whether they stem from the Roman or from the Early Islamic Period because comparisons exist in both cases (Pl. 11.123).¹⁹⁴ This also applies to a unique gaming piece with embedded white and yellow glass drops (Pl. 11.124).¹⁹⁵

Glass imitations of the anklebones of sheep and goats in different colors were used for the game of *astragali*.¹⁹⁶ In Pergamon, only four such pieces have been recorded from the acropolis (Pl. 11.125, 11.126) and the Asklepieion, respectively.¹⁹⁷ Two glass marbles found at the castle mountain can be interpreted as children’s toys (Pl. 11.127).¹⁹⁸ Moreover, at the acropolis, especially in the Stadtgrabung, some Early Imperial glass rods came to light (Pl. 11.128–11.130).¹⁹⁹ These objects are generally considered to be stirring rods; however, their use as *Fingerkunkel* might be possible as well.²⁰⁰ Spindle whorls were usually made of bone, steatite, or clay; those of glass are exceptions.²⁰¹ The Pergamenian find material comprises only two examples: one cobalt-blue-colored whorl from the Stadtgrabung and a light purple one from the Asklepieion (Pl. 11.131).²⁰² It remains unclear whether they date to the Roman Imperial Period or to the Early Byzantine Period.

An Augustan phalera, with the portrait of the crown prince and later emperor Tiberius, was found in the

- 185 Cf. Lamm 1929–1930, 348, No. 3, Pl. 141, 3; Riis, Poulsen, and Hamershaimeb 1957, 81–82, Fig. 245; Clairmont 1977, 121, No. 425, Pl. 25; Oliver 1980, 134, 152, No. 272; Öney 1990, 68, Fig. 1 b; 69, Fig. 2 a; Ward 1998, 47–48, color Pl. I, Fig. 12, 6; Carboni 2001, 346–347, No. 93 b; Jackson-Tal and Tal 2013, 91–93, Fig. 7.
- 186 I am very grateful to Julia Gonnella (Doha) for the translation.
- 187 Cf. Lamm 1929–1930, 333, No. 1, Pl. 130, 1; Clairmont 1977, 120, No. 420, Pl. 23; Ward 1998, 41–44, color Pl. F, Fig. 11, 6–7; Carboni 2001, 330–332, No. 86 a.
- 188 Rehren, Connolly, et al. 2015, 270, Tab. 2 PER 016, Fig. 2 h.
- 189 Cf. Bayramoğlu 1990, 83, Fig. 100.
- 190 Rehren, Connolly, et al. 2015, 276, Tab. 2 PER 025.
- 191 Cf. Davidson Weinberg 1988, 251, No. 168, Fig. 8/19; Czurda-Ruth 2007, 216–217, No. 1046–1053; partly identified as jewelry inlays by Davidson 1952, 226, No. 1781–1795, Pl. 101; von Saldern 1980, 104–105, No. 797–819, Pl. 19.
- 192 Honroth 2007, 141–143. – Cf. Sternini 1998, 110, No. V108–V110, Pl. 12; Özet 2000, 92, No. 53; Spaer 2001, 236, No. 548, Pl. 41; Bianchi et al. 2002, 287–288, No. GR-10a–d; Beretta and Di Pasquale 2004, 334, No. 4.68; Adam-Veleni 2010, 373, No. 430; 386–387, No. 453; Arveiller-Dulong and Nenna 2011, 336–340, No. 553–558 (*inter alia* from Pergamon); Antonaras 2012, 299, No. 508–509.
- 193 Cf. Beretta and Di Pasquale 2004, 210, No. 1.30.
- 194 Cf. Davidson 1952, 226, No. 1794 (Roman); Carboni 2001, 45, No. 1.13 a(c) (Mesopotamian, 8th–9th century CE); Spaer 2001, 236, No.

- 549–551, Pl. 41 (Persian [?], 9th–11th century CE [?]).
- 195 Cosyns 2015, 199, Fig. 18, 5.
- 196 Honroth 2007, 140–141.
- 197 Cf. Auth 1976, 157, No. 212; Canav 1985, 35, No. 11; Stern and Schlick-Nolte 1994, 338–339, No. 104; Sternini 1998, 108–109, No. V107, Pl. 12; Nenna 1999, 147–148, No. E204–E215, Pl. 54; Spaer 2001, 234, No. 541–542, Pl. 41; Bianchi et al. 2002, 288–289, No. GR-12a–c; Whitehouse 2003, 57, No. 982; 58, No. 983; Adam-Veleni 2010, 209–210, No. 65; 359, No. 392; 400, No. 487; Platz-Horster 2012, 105, No. 124, Pl. 26.
- 198 Cf. Beretta and Di Pasquale 2004, 297, No. 3.26; Lightfoot 2017, 307, No. 468.
- 199 a) cf. von Saldern et al. 1974, 214, No. 619; Platz-Horster 1976, 63, No. 117; Bianchi et al. 2002, 289, No. GR-13a–c; Höpken and Çakmaklı 2015, 136, No. 306; Lightfoot 2017, 300, No. 452. – b) cf. von Saldern et al. 1974, 215, No. 620; Canav 1985, 36, No. 15; Ravagnan 1994, 117, No. 215; Gürlér 2000, 117, No. 141. – c) cf. Nenna 1999, 151, No. E262, Pl. 55.
- 200 Stern 2001, 365–366; Honroth 2007, 136–138.
- 201 Cf. Davidson 1952, 304, No. 2629–2630, Pl. 125 (Late Roman); Wamser 2004, 274, No. 416 (7th–12th century).
- 202 Cf. Spaer 2001, 261, No. 617–621, Pl. 48; Arveiller-Dulong and Nenna 2011, 333, No. 540; Lightfoot 2017, 305–307, No. 458–467.

Stadtgrabung; it is of great importance (Pl. 11.132).²⁰³ Such glass portrait disks, framed by a metal setting, were part of military decorations bestowed on deserved men by the Roman Emperor.²⁰⁴ Only ten examples of the presented portrait type are known worldwide. Despite the poor state of preservation, this phalera exhibits two special features: it is the first one with an assured find spot in the Eastern Mediterranean and, moreover, the only one made of white glass.

A glass fragment with garment folds that originally belonged to a chryselephantine statue (Pl. 11.133), should also be mentioned.²⁰⁵ This seems to be unique in Pergamon, which also applies to the glass eye of a bronze statue (Pl. 11.134);²⁰⁶ both were uncovered in the Stadtgrabung. The fragment of a glass base with a finely polished profile found in the Asklepieion has no parallels known to me; on the upper side, a sloping round spot with a rough surface is noticeable, where once a glass bust was presumably attached (Pl. 11.135).²⁰⁷ The turquoise-colored head of an animal figure, broken at the neck, was found in the Asklepieion as well (Pl. 11.136). The visible seam between the two halves of the skull suggests a production process in a two-part mold; the iconography and function of this animal figure remain uncertain. In the so-called Diodoreion, situated in the Stadtgrabung, a glass imitation of a seedpod of the locust bean tree came to light in an Augustan-Tiberian find context (Pl. 11.137). Perhaps it served as a votive offering; imitations in terracotta are known in Pergamon as well.²⁰⁸

Three Early Byzantine coin weights of the 5th to 7th centuries CE were found in Pergamon. The first one, with a blue tinge, stems from older excavations in the eastern *thermae* of the Great Gymnasium.²⁰⁹ It dis-

plays a bust, *en face*, inside an 8-unit rosette, surrounded by the name ΘΕΟΔΩΡΟΥ.²¹⁰ The second piece, made of green glass, exhibits a bulged frame; unfortunately, its find spot is unknown.²¹¹ The inscription ΕΙΠΙ ΙΩ-ΑΝΝΟΥ ΕΠΙΛΧΟΥ and a cross are arranged concentrically around a monogram in the center. The third weight, unearthed in the Stadtgrabung, has an ultramarine color and a bulged frame (Pl. 11.138). It bears a cross monogram containing (counterclockwise from above) the Greek letters Υ, Ρ, and Ο; the letter on the right cross arm can be deciphered as Ε.²¹²

1.10 Jewelry

Aside from glass vessels, the excavations in Pergamon brought to light a lot of glass jewelry, predominantly bracelets. Around 1000 pieces were registered from the Stadtgrabung, forming almost one-twentieth of all recorded glass objects in this area.²¹³ Nonetheless, the dating of these bracelets is occasionally difficult. Generally, one can say that seamless bracelets, made in a centrifugal process, and open bracelets are not existent in Pergamon. Instead, a (sometimes decorated) gob of molten glass was stretched and then formed into a round shape to fuse the ends together, as indicated by a pontil scar. Ever since the Roman Imperial Period, undecorated black-olive-colored bracelets of probably local origin were especially common. They display a semi-circular or semi-oval cross section; in most cases, they have a smooth exterior, but sometimes the latter is furrowed. Their production extended to the Late Byzantine Period (Pl. 12.139).²¹⁴ The same is true for monochrome bracelets of different colors (such as green, yellow, red, and brown) which already occurred in Ro-

203 Already published in: Schwarzer 2008b, 633–637, Pl. 77.

204 Cf. Boschung 1987; von Saldern 2004, 192–193; Buljević 2013.

205 Cf. Schiering 1999, 39–48.

206 Cf. Lahusen and Formigli 2001, 187–189, No. 112, color Fig. p. 396–397; 462–463; cf. furthermore Adam-Veleni 2010, 242–243, No. 125.

207 Regarding such busts, cf. Harden 1988, 23, No. 3; Barkóczy 1996, 113–114, No. 372, Pl. 72; Bianchi et al. 2002, 292–293, No. GR-20. For a perhaps comparable kind of bases for small-sized portraits of the Roman Imperial Period in bronze, see Dahmen 2001, 187, No. 164, Pl. 164.

208 Cf. Schwarzer 2008a, 223, No. TC 82 a. b, Pl. 30.

209 Conze 1913, 332, No. 5 (missing).

210 An identical coin weight was found in Hadrianoupolis in Phaphlagonia, see Laflı 2009, 163, Fig. 7.

211 Conze 1913, 333, No. 6 (missing).

212 Cf. Whitehouse 2003, 936, No. 36; Wamser 2004, 367, No. 863; Tobias 2015, Pl. 197, No. 734. The name is read as ‘Sergiou’.

213 Only a few bracelets are documented from the older excavations at the acropolis, for example, from the area of the so-called Temenos für den Herrscherkult, see Boehringer and Krauss 1937, 124, Pl. 60 c.

214 Cf. von Saldern 1980, 100, No. 763–767; Lightfoot and Arslan 1992, 233, No. 175; Schätzschock 2005, 388, No. G 100–100A, Pl. 232; Lightfoot 2017, 317–318, No. 487; Çakmakçı 2012a, 119–120 type I/1, Fig. 2. – One analyzed undecorated black-olive-colored bracelet from the Stadtgrabung in Pergamon belongs to the newly defined chemical glass group HBAl: Rehren, Connolly, et al. 2015, 270, Tab. 2 PER 008.

man settlement contexts (Pl. 12.140).²¹⁵ Monochrome light blue or cobalt blue bracelets were fashionable not until the Early Byzantine Period.²¹⁶ In addition, there are some monochrome spirally twisted specimens, predominantly in green (Pl. 12.141).²¹⁷ One piece excavated in the Stadtgrabung is distinguished by cross ribs and has parallels from the Late Roman Period, but it could also be an import from the Early Islamic Levant (Pl. 12.142).²¹⁸ Among the Middle and Late Byzantine bracelets found in Pergamon (as at other sites), two main types with thread decoration of different colors dominate:²¹⁹ the first type is characterized by spirally twisted threads (Pl. 12.143)²²⁰ and the second one by threads running lengthwise along the exterior (Pl. 12.144).²²¹ These threads are of red, white, or light green color and appear in different combinations. The base color of the bracelets is often black-olive, rarely light green to light blue, or decolorized. Almost all pieces belonging to these two groups came to light at the castle mountain, whereas only a few were excavated in the

Asklepieion and at the Musalla Mezarlık. Seven fragments of painted bracelets, unearthed in the arsenals, the Traianeum, the Stadtgrabung, and the Asklepieion, can be considered as rare objects, and date predominantly to the 12th and 13th centuries (Pl. 12.145, 12.146).²²² From the peristyle houses west of the Lower Agora stems a light blue bracelet with embedded white glass drops unique in Pergamon, for which an Islamic provenance seems probable (Pl. 12.147).²²³ Another unique piece from the Stadtgrabung, with polychrome inclusions, represents perhaps an import from the Mamluk realm (Pl. 12.148).²²⁴ The fragments of five turquoise bracelets with a pressed-in snakeskin-like decoration are particularly noteworthy; one was uncovered at the Musalla Mezarlık and the other four in the area of the peristyle houses west of the Lower Agora (Pl. 12.149, 12.150).²²⁵ The only parallels known to me were found in Tyana (Cappadocia), dated to the 14th century onwards, and in Stratonicea (Caria).²²⁶

215 Cf. Clairmont 1977, 19, No. 61 a, Pl. 4; von Saldern 1980, 100, No. 768–775, Pl. 18; Gürlér 2000, 120, No. 145–146; Spaer 2001, 199, No. 439, Pl. 33; Gill 2002, 80–88, No. 323–422, Fig. 1/22; 185–201, No. 399–562, Fig. 2/27–29; Atila and Gürlér 2009, 197, No. 299; Antonaras 2009a, 93, Pl. 6, 3 (12th–13th century); Adam-Veleni 2010, 297–298, No. 272–275. – Two other undecorated monochrome bracelet fragments from the Stadtgrabung in Pergamon – one in reddish-brown and one in yellowish-green color – can also be assigned to the chemical glass group HBAI: Rehren, Connolly, et al. 2015, 270, Tab. 2 PER 011. PER 040.

216 Cf. Gürlér 2000, 122–124, No. 150–154; Özet 2000, 156–157, No. 109 a–e; Atila and Gürlér 2009, 194–196, No. 293–298; Antonaras 2009a, 93, Pl. 6, 3 (12th–13th century); Hazinedar Coşkun 2017a, 152, Fig. 1.

217 The specimen shown here was identified through chemical analyses as HLiBAI-glass: Rehren, Connolly, et al. 2015, 270, Tab. 2 PER 041. – For comparable bracelets, see Davidson 1952, 263, No. 2140, Pl. 112; Mackensen 1984, 59, Pl. 32, 20; Hayes 1992, 404, No. 54, Fig. 152; Spaer 2001, 201, No. 462–465, Pl. 35; Gill 2002, 88–90, No. 423–448, Fig. 1/23; 201–203, No. 563–591, Fig. 2/30; Gorin-Rosen and Katsnelson 2007, 123–124, Fig. 24, 2; Atila and Gürlér 2009, 198, No. 301; Çakmakçı 2012a, 120–121, type I/3, Fig. 4; Grossmann 2013, 254, No. G 111, Fig. 110; No. G 112, Fig. 111; Lightfoot 2017, 320, No. 493.

218 Cf. Ravagnan 1994, 160, No. 314 (1st–4th century CE); Spaer 2001, 199, No. 446, Pl. 33; Hadad 2005, 29–30, No. 461, Pl. 137 (Umayyad period); Kucharczyk 2007, 65, Fig. 6, 3 (4th–mid 5th century CE); Arveiller-Dulong and Nenna 2011, 259, No. 369 (4th–5th century CE); Lightfoot 2017, 320, No. 494 (4th century CE).

219 All examined specimens of these two types could be identified as HBAI glass: Rehren, Connolly, et al. 2015, 270, Tab. 2 PER 031. PER 038 (first type). PER 091 (second type).

220 Honroth 1984, 160, No. G 89, Pl. 34; moreover, cf. Davidson 1952,

264, No. 2145, Pl. 112; Clairmont 1977, 19–20, No. 61 b, Pl. 4; von Saldern 1980, 98–99, No. 738–750, Pl. 18; Canav 1985, 92, No. 154–156; Bischof 1993, 224–225, No. 43–47, Fig. 5, Pl. 30, 1; Gill 2002, 90–91, No. 449–467, Fig. 1/23; 203–204, No. 592–604, Fig. 2/31, Pl. 14; Ödekan 2007, 265; Schwarzer 2009b, 74, No. 60–64, Pl. 4; Antonaras 2009a, 93, Pl. 6, 4 (12th–13th century); Çakmakçı 2012a, 121–123 type I/4, Fig. 5; Hazinedar Coşkun 2017a, 153–154, Fig. 5–6.

221 Cf. von Saldern 1980, 99, No. 751–756, Pl. 18; Lightfoot and Arslan 1992, 232, No. 174; Gill 2002, 91–92, No. 470–486, Fig. 1/24; 204–206, No. 605–633, Fig. 2/32, Pl. 13; Schwarzer 2009b, 74, No. 65–69, Pl. 4; Çakmakçı 2012a, 124 type II/A-2, Fig. 7; 126 type III/A-2, Fig. 9; Hazinedar Coşkun 2017a, 156, Fig. 12.

222 Cf. Davidson 1952, 265, No. 2156. 2161, Pl. 113; Hellström 1965, 85–86, No. 33–34, Pl. 30; 40; Platz-Horster 1976, 98, No. 202; von Saldern 1980, 101, No. 779, Pl. 18; Canav 1985, 93–94, No. 160–166; 95, No. 170–172; Lightfoot and Arslan 1992, 221, No. 150; Gürlér 2000, 126–130, No. 158–166; Wamser 2004, 327, No. 631–633; Ödekan 2007, 263–264; Atila and Gürlér 2009, 197, No. 300. An impressive number of painted bracelets were found in the excavations in Amorium: Gill 2002, 92–98, No. 489–556, Fig. 1/25–29; 207–219, No. 649–763, Fig. 2/33–37, Pl. 11–12. Regarding the stylistic development, see Çakmakçı 2010.

223 Mentioned by Honroth 1984, 160, No. G 88. Bracelets with inclusions are extant in Sardis and Amorium, as well: von Saldern 1980, 100, No. 760–762, Pl. 18; Gill 2002, 92, No. 487–488, Fig. 1/24 supposes an Islamic origin; cf. also Gebhard 1989, 234, No. 592, Pl. 43.

224 Cf. al-Bashaireh 2016, 19, No. S.4 with further references from the Levant. But see also Dévai 2015, 108, Fig. 4 (left below).

225 One fragment from the area of the peristyle houses west of the Lower Agora is already published in: Honroth 1984, 160, No. G 87, Pl. 34.

226 Tyana: Zanon 2013, 188. 191, Fig. 7, 35 type 6 c. – Stratonicea: Öztaşkın 2015, 179–180, Fig. 2, 35–36.

Glass beads are surprisingly rare in Pergamon; altogether, only 150 specimens were registered.²²⁷ Similar to the bracelets, the dating of the beads, especially of the undecorated ones, is difficult to determine. This relates to simple spherical beads (Pl. 12.151) as well as to rod-shaped rectangular and cylindrical beads (Pl. 12.152).²²⁸ Melon-shaped beads (Pl. 12.153) and eye beads (Pl. 12.154) stem from the Roman Imperial Period,²²⁹ whereas the latter could even be from earlier times. Some double-conical and cylindrical beads are characterized by a marvered white zigzag decoration (Pl. 12.155, 12.156).²³⁰ Regarding flat beads, one can find parallels in Late Antiquity as well as in the Byzantine Era (Pl. 12.157).²³¹ Two spherical beads from the Stadtgrabung – one of them notched – are decorated with marvered white threads; they possibly date to the Late Byzantine Period (Pl. 12.158).²³² Another bi-colored notched bead, without a thread decoration, was probably produced in the Early Islamic Period (Pl. 12.159).²³³ One bead with yellow and white combed threads from the Stadtgrabung can presumably be identified as an Arabic import of the 11th/12th century (Pl. 12.160).²³⁴ In the case of two cylindrical beads with combed yellow spiral threads from the Stadtgrabung and the Musalla Mezarlık, it is difficult to decide whether they were made in Byzantine or Early Islamic workshops (Pl. 13.161, 13.162);²³⁵ even an Ancient origin seems conceivable.²³⁶ Another cylindrical bead

discovered in the ruins of the Traianum displays a polychrome zigzag motif (Pl. 13.163); most likely, it stems from the Early or Middle Islamic Period.²³⁷ The older excavations at the acropolis brought to light a double-conical bead with a similar decoration (Pl. 13.164). This piece – like a comparable one in Sardis²³⁸ – eludes dating; however, it might have been produced in an Islamic Period workshop. This is also probably true for two notched spherical beads with polychrome zigzag threads found in the Stadtgrabung (Pl. 13.165). The comparisons for these specimens can be traced from Central Europe, as far as from the Middle East.²³⁹

Glass finger rings, and corresponding glass inlays, are extremely rare in Pergamon, although the chronological frame ranges from the Hellenistic until the Byzantine Period. Of special interest is a large nearly colorless finger ring from older excavations at the acropolis (Pl. 13.166). It has an oval bezel with a deep concave face; the associated gem is unfortunately missing. Some parallels, mostly from Cyprus, are known; they date to the late 3rd/early 2nd century BCE.²⁴⁰ A smaller ring from the so-called Great Peristyle House in the Stadtgrabung stems from a find complex of the early 2nd century CE (Pl. 13.167).²⁴¹ In the case of a silver ring with a spirally twisted cirlet, the blue glass inlay is still preserved (Pl. 13.168).²⁴² It was discovered in the Stadtgrabung, as well as two other blue glass inlays without a ring (Pl. 13.169, 13.170).²⁴³ The fragment of a cobalt-

227 This phenomenon can be observed in Amorium too: Gill 2002, 222.

228 Cf. Arveiller-Dulong and Nenna 2011, 231, No. 313 (spherical beads); 222, No. 300 (rod-shaped beads).

229 Melon-shaped beads: cf. van Lith 1984, 275–278, No. 383–437, Pl. 97; Ravagnan 1994, 174, No. 337; Schätzschock 2005, 388, No. G 98–G 99, Pl. 232; 235; Schätzschock 2016, 442, No. G 128, Pl. 220; 466; Adam-Veleni 2010, 231, No. 101. – Eye beads: cf. Arveiller-Dulong and Nenna 2011, 84, No. 150, 10 (Pergamon); Schätzschock 2016, 455, No. G 249, Pl. 223; 466.

230 Cf. Nenna 1999, 131, No. E71, Pl. 52; Spaer 2001, 109–110, No. 156–157, Pl. 12.

231 Davidson 1952, 295, No. 2494 (Late Roman). 2496 (not later than the 12th century), Pl. 122; Arveiller-Dulong and Nenna 2011, 226, No. 303 (Hellenistic).

232 Cf. von Saldern 1980, 107, No. 836–837, Pl. 19.

233 Cf. Hadad 2005, 62, No. 1122, Pl. 55.

234 Cf. Spaer 2001, 115, No. 185, Pl. 14.

235 Cf. Davidson 1952, 294, No. 2481–2482, Pl. 122 (Byzantine [?]); Spaer 2001, 113, No. 176, Pl. 14 (Near East, Early Islamic [7th–9th century CE]).

236 Cf. Fünfschilling 1999, 502, No. 557, Fig. 15 (Punic – Early Imperial Period); Schätzschock 2005, 387–388, No. G 97, Pl. 232; 235 (building phase I: late Augustan Period); Arveiller-Dulong and Nenna

2011, 211, No. 294 (2nd century BCE–2nd century CE); Lightfoot 2017, 327, No. 513–514 (Hellenistic, ca. 330–70 BCE, or later).

237 Cf. Spaer 2001, 117, No. 195, Pl. 15 (Eastern Mediterranean [Syria?], Middle Islamic [?]); Bianchi et al. 2002, 337, No. VA-12 (Sassanian or Islamic, perhaps 6th–10th century CE).

238 Cf. von Saldern 1980, 107, No. 833, Pl. 19.

239 Cf. Stern 2001, 388, No. 221 (area of the river Elbe, probably second half of the 3rd–early 4th century CE); Spaer 2001, 114, No. 177, Pl. 14 (Persia, Early Islamic [9th–10th century CE]); Bianchi et al. 2002, 336, No. VA-10 (Sassanian or Islamic, perhaps 6th–10th century CE [?]).

240 Cf. von Saldern et al. 1974, 192, No. 526; Sternini 1998, 101–102, No. V89, Pl. 11; Stern 2001, 357, 368, No. 202; Spaer 2001, 206, Fig. 87; 209, No. 486–487, Pl. 37; Adam-Veleni 2010, 230, No. 98; Arveiller-Dulong and Nenna 2011, 247, No. 346; Lightfoot 2017, 316–317, No. 485 (with the corresponding gem).

241 Cf. Ravagnan 1994, 29, No. 15.

242 Cf. Antonaras 2009a, 90, Pl. 4, 5 (11th–12th century CE); 92, Pl. 6, 2 (11th–12th century CE).

243 Cf. Davidson 1952, 226, No. 1792, Pl. 101; Sternini 1998, 102, No. V90, V92, Pl. 11; Beretta and Di Pasquale 2004, 336, No. 4.73; Grossmann 2013, 255, No. 116, Fig. 115.

blue-colored finger ring with remains of painted ornaments presumably belongs to the Middle Byzantine Period (Pl. 13.171).²⁴⁴

In Pergamon, only four – certainly imported – glass gems were documented.²⁴⁵ The first, blue-colored specimen is pierced lengthwise. This scaraboid of the 4th century BCE shows a sitting lion turned to the right (Pl. 13.172).²⁴⁶ Another piece of the same color, dated to the late 3rd/early 2nd century BCE, came to light in the fill of a cistern in the bath building, situated in the western part of the Stadtgrabung. It displays a female figure in a high-girded chiton, holding a bowl in the raised left hand and a stick-like object in the lowered right hand (Pl. 13.173).²⁴⁷ On the third gem, probably from the mid-1st century BCE, appears a mythological couple. The naked bearded man with the rested foot, on the right, and the woman dressed in a chiton leaning against a rock, on the left, might be interpreted as Poseidon and the Danaid Amydone (Pl. 13.174).²⁴⁸ The figure playing the lyre on the fourth gem can be identified as Apollo Musagetes (Pl. 13.175).²⁴⁹ That piece is made of bi-colored glass, and stems from the Late Republican/Early Imperial Period.

Pendants and pinheads made of glass must certainly be considered as imports because of their great rarity. Two pendants in the shape of Harpocrates were found in the Stadtgrabung (Pl. 13.176, 13.177); they can be dated to the late 2nd/early 1st century BCE.²⁵⁰ Two pin heads – one from the Stadtgrabung (Pl. 13.178), the other one from older excavations at the acropolis (Pl. 13.179) – are decorated on both sides with a female head, characterized by a Hathor-like wig. They were presumably produced in Carthage during the late 4th and the 3rd cen-

turies BCE.²⁵¹ Another Hellenistic pin head from the so-called Podiensaalgebäude in the Stadtgrabung depicts, on one side, the head of Medusa, and on the other one, the figure of Apollo (Pl. 13.180).²⁵² The fragment of a small blue-green pendant, found in the Stadtgrabung, which has the form of a small pitcher (Pl. 13.181), derives from the Early Byzantine Period, more precisely from the second half of the 4th or the beginning of the 5th century CE.²⁵³ Such pendants were probably produced in Palestine as amulets or souvenirs for Christian pilgrims.

Completely unique is an (unfortunately now lost) small panel from the Late Hellenistic/Early Imperial Period, found in older excavations at the acropolis (Pl. 14.182).²⁵⁴ This dark blue cameo glass was bifacially decorated in white, yellow, and brown colors: it depicted, on one side, a crouching woman between a tree and a column with a vessel standing on it, and on the other side, a little straw hut and a tree. Comparisons are not known to me. The larger-sized Ariadne panels in Pompeii and Rome were presumably used as coverings for walls or furniture, in view of their smooth reverse side,²⁵⁵ whereas the elaborate Pergamenian piece, decorated on both sides and once certainly framed by a metal setting, can be interpreted as a pendant.

1.11 Mosaics and panels

After the examination of vessels, utensils, and jewelry, now some other glass objects should be mentioned that were a part of architectural decoration. Mosaics made of glass tesserae belonged to the interior equipment of luxurious buildings in Roman Pergamon, similar

244 Cf. Gill 2002, 99, No. 563, Fig. 1/30; 221–222, No. 784, Fig. 2/39.

245 I would like to thank Erika Zwierlein-Diehl (Bonn) for helpful remarks concerning these pieces.

246 Cf. Boardman 2001, 210–211 (regarding scaraboids made of glass in general), 399, No. 1052, Fig. on p. 393 (two antithetic lions).

247 Cf. Boardman and Vollenweider 1978, 87–88, No. 303, Pl. 51.

248 Cf. Schlüter, Platz-Horster, and Zazoff 1975, 67–68, No. 244, Pl. 39; Platz-Horster 2012, 119, No. 171, Pl. 31.

249 Cf. Krug 1980, 193, No. 102, Pl. 81; 219, No. 246, Pl. 102; Boussac 1992, 34, No. Ap 110, Pl. 8; Bianchi et al. 2002, 251–252, No. I-38b (identified as Erato or Terpsichore); Berges 2002, 59, No. 295, Pl. 53; Wünsche and Steinhart 2010, 73, Fig. 52.

250 Naked Harpocrates: cf. Nenna 1999, 141, No. E170, Pl. 54; Spaer 2001, 169, No. 331, Pl. 26; M. Fischer and Jackson-Tal 2003, 35–40, Fig. 3; Arveiller-Dulong and Nenna 2011, 39, No. 28. – Dressed Harpocrates: cf. Эрмитаж 1980, 78, No. 318, 15.

251 Cf. Sternini 1998, 105–106, No. V101–V102, Pl. 11; Spaer 2001, 167,

No. 321, Pl. 26; Adam-Veleni 2010, 405, No. 495; Arveiller-Dulong and Nenna 2011, 301–304, No. 481–486 (No. 485; Magnesia on the Meander). Such double-sided female heads that might represent the goddess Tanit also occur as pendants, cf. Platz-Horster 2012, 110, No. 138, Pl. 28.

252 Already published in: Schwarzer 2008a, 202, No. G 44, Fig. 51, Pl. 23.

253 Cf. Spaer 2001, 170, 178, No. 343–354, Pl. 28; Stern 2001, 361–362, 376, No. 209; 377, No. 210; Whitehouse 2003, 48–50, No. 961–966; Wamser 2004, 319, No. 593–595; Lightfoot 2017, 322–323, No. 502.

254 Conze 1903, 9–10. I would like to thank Agnes Schwarzmaier for her (unfortunately unsuccessful) enquiries in the archives of the Antikensammlung of the Staatliche Museen zu Berlin. Regarding the technique of cameo glass, see Lierke 2009, 63–69.

255 Pompeii: Harden 1988, 70–73, No. 32. – Rome: Arveiller-Dulong and Nenna 2011, 404, No. 677 (Camee Carpegna).

to those at other Ancient sites in the Eastern Mediterranean. Nevertheless, nothing is preserved, except for some small remains of a depiction in the Lower Rotunda of the Asklepieion, displaying green branches on a white ground.²⁵⁶ Otherwise, there are only innumerable loose tesserae that have come to light in all excavation areas in the city. An assignment of these pieces to the Roman or Byzantine Period is almost impossible. The tesserae have a broad color spectrum, as demonstrated by examples from the Stadtgrabung (Pl. 14.183 a–f).²⁵⁷

Wall coverings made of glass panels is another type of luxurious interior equipment in Roman and Early Byzantine Asia Minor. However, usually they did not survive the times. In Pergamon, only a few pieces could be registered, including a dichromatic panel from the peristyle houses west of the Lower Agora (Pl. 14.184)²⁵⁸ and a fragment of a Late Antique mosaic glass panel from the Stadtgrabung (Pl. 14.185).²⁵⁹

1.12 Window panes

In the Roman Imperial Period, window panes were common in Pergamon as shown by thousands of fragments from all excavation areas.²⁶⁰ They were found in public buildings, especially in *thermae*, and in dwelling houses as well.²⁶¹ Most often, the glass has a natural light green-blue/blue-green tinge; however, several intensely colored pieces are extant too, for example, in

dark blue. Two different production techniques can be observed: the first technique was to cast the panes by means of baking tray-like boxes, as evidenced by thickened rims and rolling marks on the surface.²⁶² As a consequence of this production process, one side of the glass is rough, while the other side is smooth.²⁶³ In the case of the second technique, the glass was cylinder-blown; it is smooth on both sides.²⁶⁴ In the so-called Bau Z in the Stadtgrabung, such a window pane with arched segments could be reconstructed based on several fragments (Pl. 14.186).²⁶⁵ The demand for window panes was probably not covered by local workshops alone; archaeometric analyses suggest that panes were partly imported from the Levant, based upon their chemical composition.²⁶⁶

In the Byzantine Period, cast window panes predominated in Pergamon. The high amount of air bubbles, as well as the often strong colors and the sometimes considerable thickness, represent characteristic features (Pl. 14.187). In the 4th century CE, round panes with a central pontil mark ('crown glass') emerged in the Eastern Mediterranean.²⁶⁷ They were made as follows: The glassblower knocked off a glass bulb from the blowpipe, took the bulb onto the pontil and hurled it rotating till a flat disc was formed. Some fragments of this type, having a folded rim and dated to the 12th and 13th centuries, were found in the Stadtgrabung (Pl. 14.188).²⁶⁸

256 Ziegenaus 1981, 100, Pl. 45 a. b. Friendly note of Dieter Salzmann (Münster), who is preparing a corpus of the Ancient mosaics from Pergamon.

257 Cf. Schwarzer 2009b, 75–76, No. 83, Pl. 4 (example of single glass tesserae in Alexandria Troas); Adam-Veleni 2010, 300, No. 279; 301, No. 280 (examples of parts of mosaics with glass tesserae).

258 Not published in Honroth 1984; cf. Antonaras 2012, 291, No. 490.

259 Cf. Sardis: von Saldern 1980, 88–89, No. 657–662. 664–666, Pl. 16; 28. – Ephesus: Czurda-Ruth 2007, 23–24, No. 1. – Alexandria Troas: Schwarzer 2009b, 76, No. 87, Pl. 4. – Constantinopolis: Canav-Özgümüş 2009, 19, Fig. 19. – Robert R. R. Smith (Oxford) and Christopher Ratté (Ann Arbor) showed me the unpublished pieces in Aphrodisias, for which I am grateful.

260 For windows in the Stadtgrabung, see Wulf 1999, 14–17; Schwarzer 2008a, 27, color Pl. 5, 2. Relating to Roman window panes generally, see von Saldern 2004, 200–202; Komp 2009.

261 Cf. Adam-Veleni 2010, 299, No. 277–278; 340–341, No. 356.

262 Cf. Bishop 1993, 243, No. 104, Fig. 11; Beretta and Di Pasquale 2004, 280, No. 3.3; Schwarzer 2009b, 76, No. 88, Pl. 4; Kanyak 2009, 26–33; Arveiller-Dulong and Nenna 2011, 414, No. 708.

263 For another theory of production process ('Streckglas'), see Wiesenberg 2016, 268–269.

264 Kanyak 2009, 38–43.

265 Bachmann 2011, 135–138, Fig. 13, thought erroneously that the glass panes were cast; however, they are cylinder-blown.

266 Cf. Rehren, Connolly, et al. 2015, 270, Tab. 2 PER 100 (Levantine I). PER 065 (Levantine II). PER 099 (HIMT). These glass groups are otherwise extremely rare in Pergamon, cf. Schwarzer and Rehren 2015, 116.

267 Cf. Davidson 1952, 144–145, No. 1061–1066, Pl. 73; Davidson Weinberg 1988, 254–255, No. 187–198, Fig. 8/22, Pl. 8/13; Gill 2002, 102–103, No. 597–609, Fig. 1/32; 225–228, No. 821–842, Fig. 2/43; Kanyak 2009, 33–38; cf. also Lamm 1928, 127–128, No. 367–376, Fig. 72–75.

268 The chemical composition as HLiBAL-glass speaks for a local or regional production: Rehren, Connolly, et al. 2015, 270, Tab. 2 PER 087 (mistakenly labeled as cast glass). – In Kadikalesi, numerous fragments of 'crown glass' from the same period came to light: Hazinedar Coşkun 2013. Other examples were found in the area of Nif-Olympus: Canav-Özgümüş 2015, 75, Fig. 10; cf. furthermore Antonaras 2009a, 91, Pl. 4, 6 (Chilandar Monastery, Mount Athos, 14th–16th century).

1.13 Résumé and perspectives

Even if Pergamon was one of the most important metropolises in the Ancient world, and widely known for specific products such as pottery, cloth, and parchment,²⁶⁹ the local glass makers obviously did not possess the necessary know-how in order to produce luxurious goods like mold-formed mosaic glass or network glass vessels. In addition, glass workshops apparently did not exist there until the end of the Attalid kingdom (133 BCE); they were probably established only at the beginning of the Roman rule. This situation differs from that, for example, of Alexandria in Egypt. The Pergamene glassware corresponds rather to the common picture of the Aegean ‘glass koiné’, even though the variety of the local goods is remarkable. Furthermore, the amount and the high quality of imports reveal the city’s

far-reaching contacts during almost all settlement periods. In the case of the Late Byzantine Period, the enameled beakers and the pruned beakers – both locally produced – provide completely new insights, because they can be recognized as a hitherto unknown link between similar European and Mamluk vessels.

The combined archaeological and archaeometric investigations on the material were able to yield an idea of the origin and the varied use of glass in Pergamon throughout the ages. It is hoped that such interdisciplinary research regarding Ancient and, especially, Byzantine glass production in the Eastern Mediterranean will be intensified in the future. This is particularly important for Asia Minor, where glass finds still have not received the attention they deserve.

269 Cf. Radt 2011, 284–288.

2 The composition of the glass from Pergamon: an archaeometric perspective

By Thilo Rehren

2.1 Introduction

Relatively little is known about the chemical composition of early glass from Asia Minor, compared to other parts of the Hellenistic, Roman, Late Antique, Byzantine, and Early Islamic worlds. The availability of 100 samples from the excavations in Pergamon, therefore, was a major opportunity to address this lacuna, even if they only represent a small percentage of the total assemblage studied. Detailed results have been recently published elsewhere,²⁷⁰ so here, a brief summary has to suffice.

The art historical and morpho-typological study of the glass presented above has shown that it matched the developments in style and tastes seen elsewhere, beginning with the earliest Hellenistic finds in the late first millennium BCE, continuing through the Islamic Period. The presence of fragments that most likely came from objects that were imported from the major production centers of their time in Italy, Syria, and elsewhere, demonstrated that Pergamon was well integrated into the wider trade networks, while the presence of glass working waste is evidence of local glass manufacturing, at least for some of this period.

The chemical analysis aimed to determine whether the composition of the glass also matches the pattern of glass used elsewhere, and whether preferences can be seen for the use of glass from some of the glass making centers of the time over others. In this, the research is based on the widely accepted organizational model of the first millennium CE glass industry that has emerged over the past two decades through the work of French and British colleagues on Roman and Byzantine glass, mostly from Northern and Western Europe and the Eastern Mediterranean.²⁷¹ According to this model,

during these periods, glass was made almost exclusively by fusing mineral natron obtained from the Wadi Natrun in Lower Egypt with sand procured in the vicinity of the glass furnaces. These primary glass furnaces are known from both Lower Egypt and the Levantine coast at sites such as Bet Eli'ezer²⁷² and up to Beirut²⁷³ (Fig. 1), and typically produced huge slabs of glass, often reaching in the order of ten to fifteen tons of glass in a single firing. The broken-up raw glass was then shipped and traded across the Empire for re-melting and working into artefacts in numerous secondary glass workshops.²⁷⁴ These secondary glass kilns varied in size and customer base, and often used both fresh raw glass, as well as recycled broken glass, to manufacture finished artefacts.²⁷⁵ Major glass working centers, such as Alexandria, Cologne, and Thessaloniki, would produce large quantities of high-quality objects that were traded long distance, as well as dominating their regional environment, while small-scale local workshops may have been operated at a much lower level of quantity and quality of objects produced, serving a different clientele.²⁷⁶ Thus, the form and quality of an individual glass object would reflect the skills and tastes of the glassworkers who made it, while the chemical composition would reflect the composition of the sand used at the primary glass furnace, often far away from where the glass itself had been made. In effect, this model allows for three different provenances of an archaeological glass find to be distinguished, namely: first, the primary production origin of the glass itself as preserved in its chemical composition; then, the production origin of the object, as indicated by the morpho-typological and craft criteria of its shaping; and finally, the actual find spot, which indicates where the glass was used and discarded.²⁷⁷ These three layers of provenance complement each other in their information value, and the judicious combination of the results obtained through archaeological, artefactual, and chemical study will enable a more comprehensive understanding of the social and economic conditions under which glass was procured and used at sites such as Pergamon, and the

270 Rehren, Connolly, et al. 2015.

271 E.g. Foy, Picon, et al. 2003; Freestone 2005; Rehren and Freestone 2015.

272 Gorin-Rosen 2000.

273 Kouwatli et al. 2008.

274 See, e.g. Fontaine and Cibecchini 2014, and the literature therein.

275 Rehren and Brüggler 2015.

276 See, e.g. Cholakova, Rehren, et al. 2017; Cholakova and Rehren 2018, 56–57.

277 In the late 1st millennium BCE, primary glassmaking and secondary working appear to have taken place at the same workshops, as documented for Hellenistic Rhodes, for instance.



Fig. 1 Map of the Eastern Mediterranean with the region of major borate deposits east of Pergamon (shaded in grey).

flow of glass and glass objects in general. The archaeological and artefactual elements of this study have been presented in the preceding part of this manuscript, to be complemented here by the chemical analysis. These analyses were done using a combination of electron microprobe (EPMA), for major and minor oxides, and laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry (LA-ICPMS), for trace element determination.²⁷⁸ Since most glass objects are chemically very homogenous, it is sufficient to use tiny fragments, with just a few millimeters maximum, for this type of analysis.

2.2 Results

The analyzed glass samples can be separated into two main clusters and two much smaller ones, as well as a few non-glass samples. About half of the analyzed material, and almost all glass dated to before the 6th century CE, forms a cluster of samples matching compositional glass groups well known from elsewhere in the Hellenistic, Roman, and Late Antique worlds. Within this first cluster, there is a dominance of colorless glass, decolorized either by adding antimony or manganese oxide, as well as glass that shows only the natural light aqua color, due to

278 Schibille 2011; Rehren, Connolly, et al. 2015, 268–272.

impurities in the glass making sand. Interestingly, there is good evidence for the mixing of the different types of glass, particularly antimony-decolored with manganese-decolored and manganese-decolored with natural aqua, indicative of substantive and conscientious local recycling and reworking of glass in a situation where all primary raw glass had to be imported from afar. Several of the glass fragments were actively colored by cobalt oxide, to obtain a deep blue; there appear to be at least two different sources of cobalt that were used, but we do not have sufficient comparative material available to fully interpret this.

The period covered by this material spans either side of the introduction of glass blowing at around the turn of the eras, and the analyzed assemblage includes both early glass worked through slumping and core-forming, and blown glass. The two working modes are often thought to require somewhat different properties of the soft glass: stiffer for the molding and core forming, and more fluid over a longer temperature range for blowing. We, therefore, compared the levels of soda and lime of slumped/core formed glass with those of blown glass from the first few centuries immediately after the transition, covering both antimony-decolored and other glass. It is important to stress that, in Pergamon, there is no compositional difference between glass worked in the two modes (Fig. 2). This stands in opposition to an observation elsewhere, where the introduction of glass blowing coincides with a change in glass composition used.²⁷⁹

Another very interesting observation is that the compositional groups from the 4th century CE onwards that dominated glass use in the Eastern Mediterranean, the western provinces, and Egypt, such as Levantine I and II, Egypt I and II, and HIMT, are nearly absent in the analyzed Pergamon assemblage. A cluster of only six samples can be firmly assigned to either of these mass-produced compositional groups. This is in stark contrast to the earlier situation, where the pattern of glass composition and glass quantities found at Pergamon was indistinguishable from the glass used elsewhere in the Hellenistic and Roman world. For a city so close to the heart of the Early Byzantine Empire, this is astonishing, and requires an explanation. Part of the explanation may

be found in the general economic decline of Pergamon during this time, resulting in a general decline of the amount of glass imported and used, and possibly also in differences in archaeological recovery and selection for analysis. The analysis of glass from the second half of the first millennium CE, however, provided a further explanation for this glaring absence of the well-established glass groups at Pergamon.

Nearly a third of all samples, and the large majority of those from the later periods of settlement at Pergamon, form a cluster comprising very distinct and previously little recognized glass compositions characterized by very high boron values. Boron occurs in all glass as a trace element, typically in the order of 100 to 200 ppm (0.01 to 0.02 wt%), as a natural impurity in the raw materials. In these glass samples, however, boron concentrations are tenfold higher, indicating the use of a very different and specific raw material to make the glass; as such, these concentrations are still low in absolute terms, and would not have made a difference in the properties of the glass. It is very likely that even these higher boron levels are due to specific impurities in the glass making materials, rather than some intentional addition. This indicates that glass from the traditional glass making regions in Lower Egypt and the Levant no longer dominated the glass supply of Pergamon, but that another glass making region must have stepped in. We do not know where exactly these other glass furnaces were situated, but it is safe to assume that they were somewhere to the northeast of Pergamon, in the region that holds, to this day, the world's largest boron deposits (see Fig. 1). We also know that within this region, there must have been at least two different sites producing glass, since the high-boron glass from Pergamon can be further split into two sub-groups based on differences in the concentrations of lithium, aluminum, strontium, and other elements (Fig. 3). The recognition of this previously unknown glass making region in western Turkey is a major discovery that significantly changes our understanding of the Byzantine glass industry. The importance of this new source region is still to be fully established through further analyses of glass from Turkey and the surrounding regions. So far, this high-boron glass has been identified as far away as Bulgaria and close to the border with

279 A. Fischer and McGray 1999.

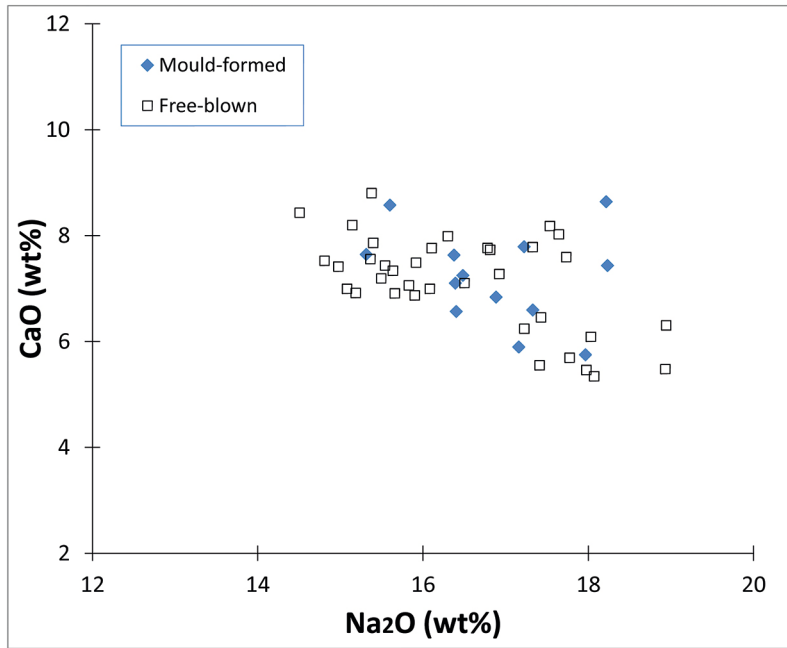


Fig. 2 Na₂O vs. CaO: no compositional difference between mold-formed and free-blown glass.

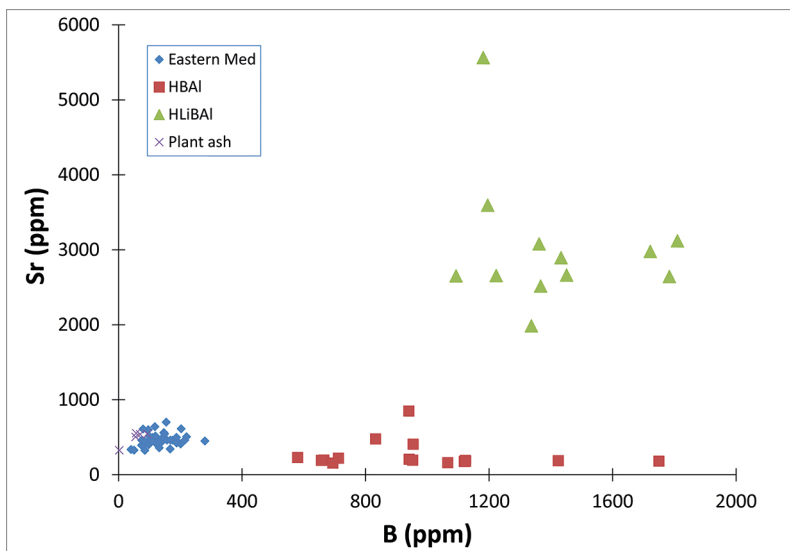


Fig. 3 B vs. Sr: the newly defined high-boron glass from Pergamon with its two sub-groups in comparison to other glass groups.

Syria.²⁸⁰ If this is confirmed through further analyses, then it seems that the high-boron glass is of considerable regional importance, but not as widely used and traded across the Empire as the glass of the established main glass groups, such as Levantine I or HIMT.

The dominance of this new regional glass composition for Pergamon is also apparent from the scarcity of plant ash-based glass during the Islamic Period. Else-

where in the Middle East, mineral natron-based glass was completely replaced by plant ash-based glass around the 9th century CE.²⁸¹ In contrast, there are only five such glass samples among the 25 fragments dating to this late period in the analyzed assemblage, indicating that plant-ash glass played a much smaller role in Pergamon than elsewhere, the others being of the new high-boron glass. This is not surprising given that plant ash-based glass

280 Swan et al. 2018.

281 Whitehouse 2002; Shortland et al. 2006; Phelps 2018.

was produced in the same regions as the earlier mineral natron-based glass, namely in Lower Egypt and the Syro-Palestine coastal plains. Thus, from a Pergamenian trade perspective plant-ash glass has the same disadvantage as mineral-natron glass, once the regionally produced high-boron glass becomes available.

Finally, three of the analyzed samples were found not to be true glass. One was a highly vitrified piece of ceramic, possibly from a destructive fire or as a random formation in a domestic hearth. While technically glass, and often appearing in droplets reminiscent of beads, such finds are not intentionally made, even though they can look confusingly similar to colored glass. The same visual similarity led to the inclusion also of a fragment of obsidian and a piece of rock crystal in the analyzed assemblage. Their identification as geological material during the analysis reminds us of the fact that glass has, from the beginning, been made to resemble precious stones. Both water-clear rock crystal and black obsidian have been successfully imitated in glass, as well as being used in their own right for creating beads and other artefacts. The obsidian found in Pergamon can be sourced to the Sakaeli-Orta region, ca. 400 km NE of Pergamon,²⁸² while the origin of the rock crystal is unknown.

2.3 Conclusion

In summary, the analysis of a well-selected and documented set of about 100 glass fragments from Pergamon has shone new light onto the glass industry of the first millennium CE, and economic circumstances in Pergamon more generally. For Pergamon, it has illustrated the changing fortunes of the city, as reflected in the quantities and quality of glass used, and the level of integration into the wider economic systems over time. The early finds are indicative of a prosperous period when Pergamon's inhabitants were importing luxury items from major glass ateliers in Italy, Egypt, and elsewhere, and with ample access to fresh glass from Egypt and the Levant for local glass manufacture. However, there is a noticeable reduction in the amount and quality of glass available as part of a general shift towards more regional interactions after the integration of the previously inde-

pendent kingdom into the Roman Empire, and the political and economic problems of the subsequent Byzantine Empire. This is seen in the virtual disappearance of glass from the traditional glass making centers in the Southeastern Mediterranean, and the emergence in the middle of the first millennium CE of glass made regionally that later went on to dominate glass supply in Pergamon towards the Late Byzantine and Early Islamic periods. It is important, here, to note that this new regional glass source started to produce glass several centuries before the documented scarcity of mineral natron towards the end of the 1st millennium CE, and persisted uninterrupted well into the early 2nd millennium, when the supply of natron from Egypt was supposed to have all but ceased. It is, therefore, feasible that the high-boron glass not only used local sand, but also local natron. To test this hypothesis, however, more fieldwork and glass analyses are clearly necessary. For the wider picture, the analysis of glass from Pergamon has enabled us to recognize and define a previously unknown and potentially quite significant glass making region away from the traditional centers in Lower Egypt and the Levant. This, in turn, has substantively refined our picture of there being just a few large-scale glass making centers that, between them, supplied the entire glass-using world, by identifying a more regional industry that complemented the inter-regional producers.

Figures and Plates

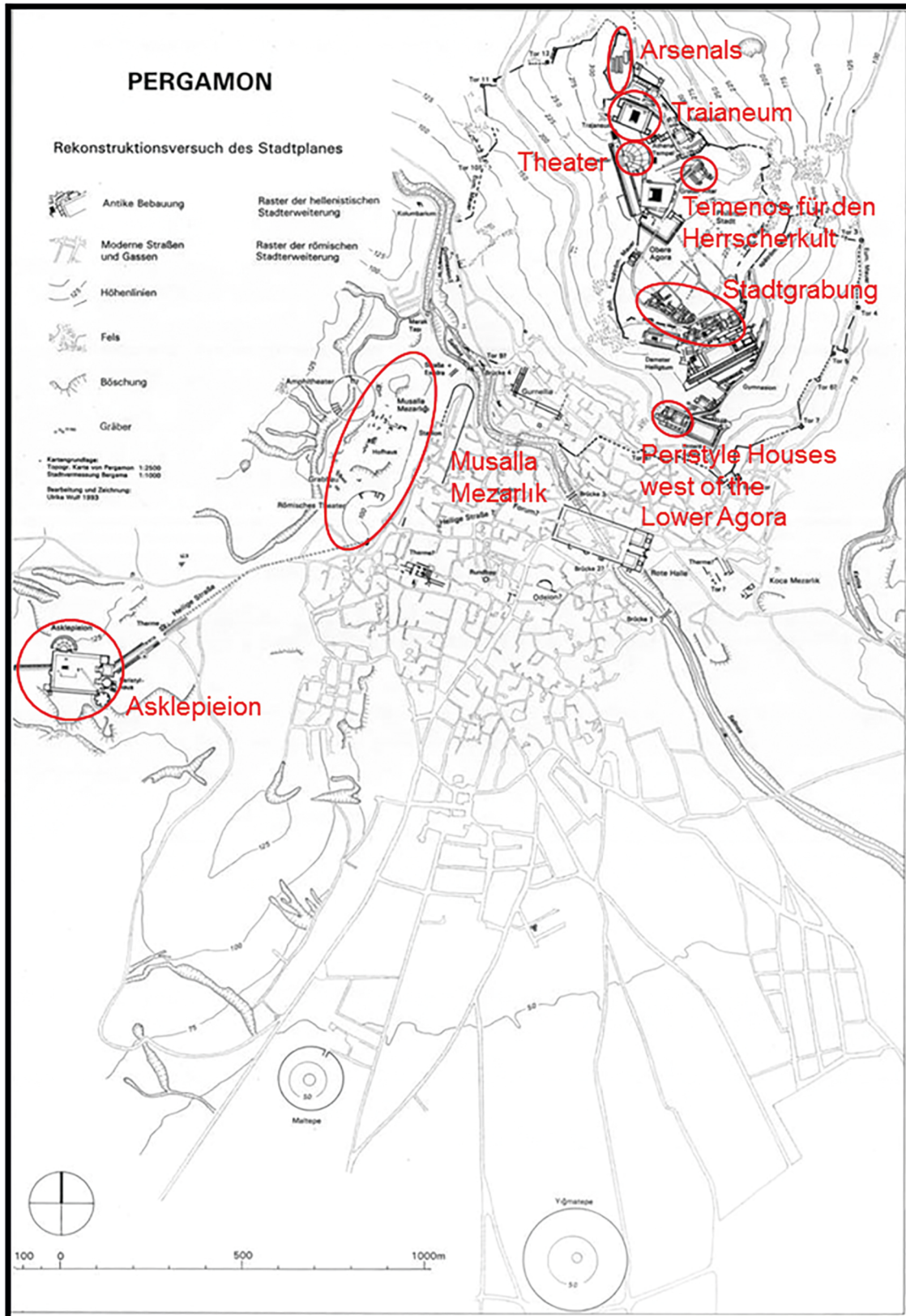
All plates and photographs of the plates were made by Holger Schwarzer. They are not true to scale. Robert Dylka edited the images; he also kindly prepared the colored reconstruction of the cameo glass (Pl. 14, 182, based on Conze 1903, 9) and the map of the Eastern Mediterranean (Fig. 1). The map of the excavation areas of examined glass finds was arranged by Holger Schwarzer (Pl. 1, based on Wulf-Rheidt 1994, insert 6). Moreover, he generated the table with the concordance of the object numbers and their inventory numbers (tab. on p. 203). Thilo Rehren created both graphs (Fig. 2–3).

²⁸² Düring and Gratuze 2013. We are grateful for Bernard Gratuze (Orléans) for pointing this out to us.

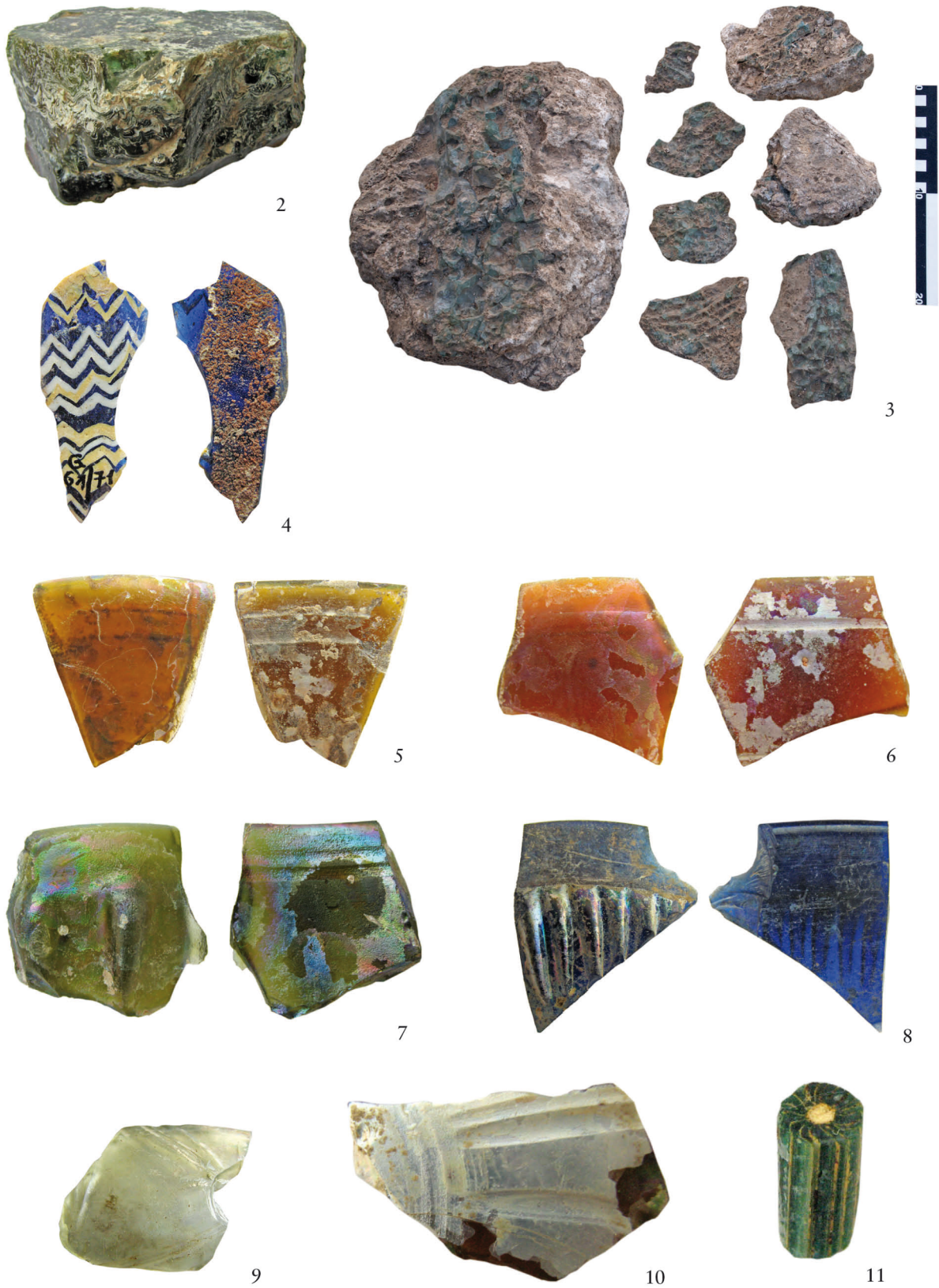
The following abbreviations of find spots in Pergamon are used in the captions (see Pl. 1):

AKR	Acropolis/castle mountain (older excavations without detailed provenance, soundings, stray finds)
AR	Arsenals
ASKL	Asklepieion
GS	so-called Gassensondagen
MM	Musalla Mezarlık
PH	Peristyle Houses west of the Lower Agora
SG	so-called Stadtgrabung
TH	Theater at the acropolis
THK	so-called Temenos für den Herrscherkult
TR	Traianeum

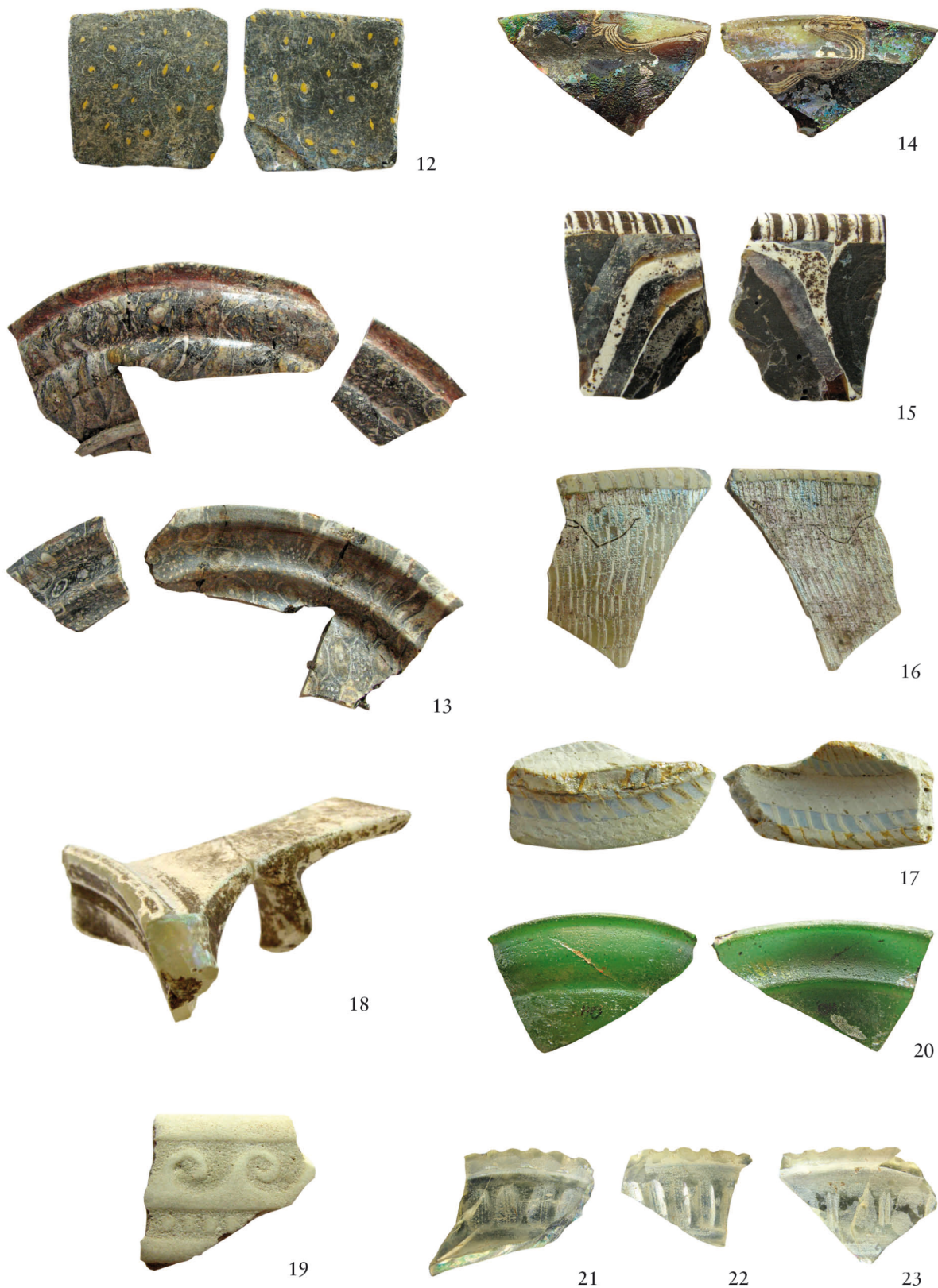
All presented objects are stored in the depots of the German excavation house, except Pl. 7, 62 (inv. A.4001), Pl. 11, 129 (inv. A.5323), Pl. 13, 172 (inv. 44.10.89), Pl. 13, 173 (inv. PE 74 G 7), and Pl. 13, 179 (inv. 4002), which are kept in the store rooms of the museum in Bergama. The cameo glass (Pl. 14, 182) is missing.



Pl. 1 Excavation areas of examined glass finds in Pergamon.



Pl. 2 2 Glass chunk (AKR); 3 Remains of a glass furnace (MM); 4 Alabastron (ASKL); 5 Grooved bowl (GS); 6 Linear-cut bowl (SG); 7 Ribbed bowl (SG); 8 Ribbed bowl (MM); 9 Omphalos bowl (SG); 10 Fluted bowl (SG); 11 Mosaic rod (ASKL).



Pl. 3 12 Mosaic glass bowl (SG); 13 Mosaic glass bowl (SG); 14 Gold-band glass bowl (ASKL); 15 Striped mosaic glass bowl (SG); 16 Network glass bowl (SG); 17 Footed network glass bowl (SG); 18 Skyphos (SG); 19 Bowl with wave-like pattern (ASKL); 20 Monochrome bowl with pottery-like shape (ASKL); 21–23 Three plates with faceted decoration (SG).



Pl. 4 24 Hemispherical cup with grooves (PH); 25 Cup with ribbed decoration (SG); 26–29 Four cups with Greek inscription (ASKL+SG); 30 Cup (SG); 31 Cup (SG); 32 Mythological beaker (ASKL); 33 Beaker of the so-called Pompeii group (PH); 34 Lotus beaker (SG); 35 Jug with base mark (SG); 36 So-called Zarte Rippenschale (SG).



Pl. 5 37 So-called Zarte Rippenschale (ASKL); 38 Ribbed bowl with strong shoulder bulge (SG); 39 Painted glass vessel (SG); 40 Enameled beaker (SG); 41 Sandwich gold-glass vessel (TR); 42 Body sherd of a so-called Überfangglas (SG); 43 Vessel with spherical facet-cut decoration (SG); 44 Vessel with narrow vertical facets (ASKL); 45 Bowl with cut decoration (SG); 46 Bowl with cut decoration (SG); 47 Beaker with horizontal grooves and incised lines (SG); 48 Beaker with horizontal grooves and incised lines (SG); 49 Balsamarium (SG).



Pl. 6 50 Aryballos (SG); 51–52 Two square-shaped jugs (PH); 53 Perfume bottle of bird-like shape (PH); 54 Toilet bottle with drop-like base (SG); 55 Flask with spiral thread (AKR); 56 Neck and bottom of a flask with spiral thread (SG); 57 Jug with funnel-shaped mouth and thick horizontal thread (SG); 58 Flask with unworked rim and incised horizontal lines (AKR); 59 Bottle or juglet with ribbed decoration (MM).



Pl. 7 60 Flask or jug with pinched-out 'nipples' (MM); 61 Oinochoe (SG); 62 Handle of a jug with snake-thread decoration (THK); 63 Vessel with ornamental thread decoration (MM); 64 Bottom with circular festoon-like thread (SG); 65 Vessel with petal-like thread decoration (MM); 66 Vessel with petal-like thread decoration (SG); 67 Beaker with four vertical oval indentations (SG); 68 Beaker with horizontal thread (SG); 69 Vessel with chain pattern (PH); 70 Globular beaker with unworked rim (ASKL); 71 Beaker with base ring of pinched-out toes (SG); 72 Beaker with blue drops (AKR); 73 Beaker with white zigzag thread (SG); 74 Beaker with spiral ribs (ASKL).



Pl. 8 75 Bottom of a beaker with remains of white paint (SG); 76 Vessel with grip in form of a crimped thread (ASKL); 77 Fire-damaged jar (AKR); 78 Grip (MM); 79 Grip (SG); 80 Glass lamp with filling hole (SG); 81 Lamp with small handle (SG); 82 Lamp with small handle (MM); 83 Lamp with snake-thread decoration and loop (SG); 84 Lamp with snake-thread decoration (SG); 85–87 Three polycandelon stems (SG / AKR / SG); 88 Vessel with solid bulb (SG); 89–91 Three feet of goblets (ASKL / ASKL / MM); 92 Stem of a goblet or lamp with two knobs (AKR).



Pl. 9 93 Foot of a goblet (ASKL); 94 Foot of a goblet (AKR); 95 Foot of a goblet (TR); 96 Foot of a goblet (SG); 97 Rim with horizontal blue thread decoration (SG); 98 Bottom with spiral blue thread decoration (ASKL); 99 Neck of a flask with spiral red thread decoration (ASKL); 100 Rim with blue handle and spiral thread decoration (TR); 101 Foot of a dark red vessel with brown streaks (SG); 102 Neck of a dark red juglet with brown streaks (SG); 103 Bottle with marvered white festoon-like threads (AKR); 104–105 Lamps with lugs (SG).



Pl. 10 106 Neck of a thick-walled bottle (SG); 107 Bottom of a thick-walled bottle (SG); 108 Neck of a thick-walled bottle (SG); 109–110 Beakers with horizontal threads and prunts (SG); 111 Prunted beaker with horizontal blue thread (SG); 112 Beaker with horizontal thread, zigzag thread, and applied base ring of pinched-out toes (SG); 113–114 Enameled beakers with ornamentally arranged spots (SG); 115 Bottle with marvered white festoon-like threads (SG); 116 Bowl with vertical ribs and marvered white spiral thread (SG); 117 Vessel with gilded decoration (TR); 118–120 Enameled vessels with an Arabic inscription (118) as well as floral (119) and figural motifs (120) (SG); 121 Tulip vase (SG).



Pl. 11 122 Gaming piece (TR); 123 Gaming piece (SG); 124 Gaming piece (AKR); 125–126 Two astragals (AKR); 127 Marble (AKR); 128–130 Three twisted rods (SG / AKR / SG); 131 Spindle whorl (AKR); 132 Phalera with portrait of Tiberius (SG); 133 Fragment with garment folds of a statue made in chryselephantine technique (SG); 134 Glass eye of a bronze statue (SG); 135 Glass base with finely polished profile (ASKL); 136 Glass head of an animal (ASKL); 137 Glass imitation of a seedpod of the locust bean tree (SG); 138 Coin weight (SG).



Pl. 12 139–144 Bracelets (SG); 145 Bracelet (AR); 146 Bracelet (ASKL); 147 Bracelet (PH); 148 Bracelet (SG); 149 Bracelet (MM); 150 Bracelet (PH); 151 Spherical bead (SG); 152 Rod-shaped bead (SG); 153 Melon-shaped bead (SG); 154 Eye bead (AKR); 155 Double-conical bead (SG); 156 Cylindrical bead (AKR); 157 Flat bead (SG); 158–159 Notched beads (SG); 160 Spherical bead (SG).



Pl. 13 161 Cylindrical bead (SG); 162 Cylindrical bead (MM); 163 Cylindrical bead (TR); 164 Double-conical bead (AKR); 165 Notched bead (SG); 166 Finger ring (AKR); 167 Finger ring (SG); 168 Silver finger ring with blue glass inlay (SG); 169–170 Two finger ring inlays (SG); 171 Finger ring (SG); 172 Gem with impression (SG); 173 Gem (SG); 174 Gem with impression (SG); 175 Gem (SG); 176–177 Two pendants in shape of Harpocrates (SG); 178 Pin head with female head (SG); 179 Pin head with female head (AKR); 180 Pin head with head of Medusa and figure of Apollo (SG); 181 Pendant in form of a small pitcher (SG).



182



183 a-f



186



184



185



187



188

Pl. 14 182 Cameo glass panel (AKR); 183 a-f Glass tesserae (SG); 184 Dichromatic glass panel (PH); 185 Mosaic glass panel (SG); 186 Cylinder-blown window pane (SG); 187 Cast window pane (ASKL); 188 Window pane ('crown glass') (SG).

Object no.	Inventory no.	Object no.	Inventory no.	Object no.	Inventory no.
Pl. 2.2	without inv. no.	Pl. 7.64	SG 1613	Pl. 11.126	without inv. no.
Pl. 2.3	MM 143	Pl. 7.65	1958.MM.G0084	Pl. 11.127	without inv. no.
Pl. 2.4	without inv. no.	Pl. 7.66	SG 0312	Pl. 11.128	SG 0142
Pl. 2.5	SG 2203	Pl. 7.67	SG 2255	Pl. 11.129	A.5323
Pl. 2.6	SG 1699	Pl. 7.68	SG 1672	Pl. 11.130	SG 1790
Pl. 2.7	SG 0809	Pl. 7.69	GGG 63.52	Pl. 11.131	without inv. no.
Pl. 2.8	1957.MM.G0003	Pl. 7.70	without inv. no.	Pl. 11.132	SG 0648
Pl. 2.9	SG 2272	Pl. 7.71	SG 1911	Pl. 11.133	SG 2142
Pl. 2.10	SG 0851	Pl. 7.72	without inv. no.	Pl. 11.134	SG 1390
Pl. 2.11	without inv. no.	Pl. 7.73	SG 0267	Pl. 11.135	G 61/51
Pl. 3.12	SG 0127	Pl. 7.74	without inv. no.	Pl. 11.136	without inv. no.
Pl. 3.13	SG 0249	Pl. 8.75	SG 1682	Pl. 11.137	SG 0251
Pl. 3.14	without inv. no.	Pl. 8.76	G 58/182	Pl. 11.138	SG 1883
Pl. 3.15	SG 1370	Pl. 8.77	without inv. no.	Pl. 12.139	SG 1702
Pl. 3.16	SG 0568	Pl. 8.78	1957.MM.G0006	Pl. 12.140	SG 0572
Pl. 3.17	SG 0250	Pl. 8.79	SG 2113	Pl. 12.141	SG 0551
Pl. 3.18	SG 1924	Pl. 8.80	SG 2161	Pl. 12.142	SG 2018
Pl. 3.19	K 1326/1557	Pl. 8.81	SG 1076	Pl. 12.143	SG 0618
Pl. 3.20	OH 65 G 0/10	Pl. 8.82	1957.MM.G0029	Pl. 12.144	SG 0395
Pl. 3.21	SG 1275	Pl. 8.83	SG 0077	Pl. 12.145	without inv. no.
Pl. 3.22	SG 1604	Pl. 8.84	SG 1918	Pl. 12.146	without inv. no.
Pl. 3.23	SG 2073	Pl. 8.85	SG 1190	Pl. 12.147	without inv. no.
Pl. 4.24	GGG 63.4	Pl. 8.86	without inv. no.	Pl. 12.148	SG 2092
Pl. 4.25	SG 0948	Pl. 8.87	SG 1601	Pl. 12.149	1958.MM.G0018
Pl. 4.26	SG 0464	Pl. 8.88	SG 1360	Pl. 12.150	GGG 63.5
Pl. 4.27	without inv. no.	Pl. 8.89	without inv. no.	Pl. 12.151	SG 1697
Pl. 4.28	G 59/57	Pl. 8.90	without inv. no.	Pl. 12.152	SG 1454
Pl. 4.29	G 58/17	Pl. 8.91	1957.MM.G0009	Pl. 12.153	SG 2263
Pl. 4.30	SG 0676	Pl. 8.92	without inv. no.	Pl. 12.154	without inv. no.
Pl. 4.31	SG 0470	Pl. 9.93	without inv. no.	Pl. 12.155	SG 0826
Pl. 4.32	without inv. no.	Pl. 9.94	without inv. no.	Pl. 12.156	without inv. no.
Pl. 4.33	GGG 65.19	Pl. 9.95	without inv. no.	Pl. 12.157	SG 2053
Pl. 4.34	SG 0229	Pl. 9.96	SG 2241	Pl. 12.158	SG 0739
Pl. 4.35	SG 2111	Pl. 9.97	SG 1512	Pl. 12.159	SG 2124
Pl. 4.36	SG 1540	Pl. 9.98	without inv. no.	Pl. 12.160	SG 2207
Pl. 5.37	without inv. no.	Pl. 9.99	VTG 65/96	Pl. 13.161	SG 1225
Pl. 5.38	SG 1353	Pl. 9.100	TR 77-631	Pl. 13.162	1958.MM.G0016
Pl. 5.39	SG 0792	Pl. 9.101	SG 2188	Pl. 13.163	without inv. no.
Pl. 5.40	SG 0651+0762	Pl. 9.102	SG 1600	Pl. 13.164	without inv. no.
Pl. 5.41	TR 92-7	Pl. 9.103	without inv. no.	Pl. 13.165	SG 1808
Pl. 5.42	SG 1923	Pl. 9.104	SG 1762	Pl. 13.166	without inv. no.
Pl. 5.43	SG 1037	Pl. 9.105	SG 1761	Pl. 13.167	SG 1229
Pl. 5.44	without inv. no.	Pl. 10.106	SG 1286	Pl. 13.168	SG 1101
Pl. 5.45	SG 1302	Pl. 10.107	SG 1285	Pl. 13.169	SG 1183
Pl. 5.46	SG 1675	Pl. 10.108	SG 1437	Pl. 13.170	SG 1905
Pl. 5.47	SG 0737	Pl. 10.109	SG 1814	Pl. 13.171	SG 1352
Pl. 5.48	SG 2130	Pl. 10.110	SG 0905	Pl. 13.172	44.10.89
Pl. 5.49	SG 0202	Pl. 10.111	SG 0579	Pl. 13.173	PE 74/G 7
Pl. 6.50	SG 0269	Pl. 10.112	SG 1574	Pl. 13.174	SG 0447
Pl. 6.51	without inv. no.	Pl. 10.113	SG 0283	Pl. 13.175	SG 2066
Pl. 6.52	GGG 63.2	Pl. 10.114	SG 0593	Pl. 13.176	SG 0793
Pl. 6.53	GGG 65.11	Pl. 10.115	SG 2084	Pl. 13.177	SG 2205
Pl. 6.54	SG 2120	Pl. 10.116	SG 2002	Pl. 13.178	SG 1268
Pl. 6.55	without inv. no.	Pl. 10.117	TR 87-92	Pl. 13.179	4002
Pl. 6.56	SG 0215	Pl. 10.118	SG 0702	Pl. 13.180	SG 0459
Pl. 6.57	SG 1917	Pl. 10.119	SG 0192	Pl. 13.181	SG 1995
Pl. 6.58	without inv. no.	Pl. 10.120	SG 0191	Pl. 14.182	missing
Pl. 6.59	1958.MM.G0092	Pl. 10.121	SG 0262	Pl. 14.183	SG 1955 + SG 2152 + SG 1867 + SG 2005 + SG 1690 + SG 1973
Pl. 7.60	1958.MM.G0095	Pl. 11.122	without inv. no.	Pl. 14.184	without inv. no.
Pl. 7.61	SG 1304	Pl. 11.123	SG 1568	Pl. 14.185	SG 0643
Pl. 7.62	A.4001	Pl. 11.124	without inv. no.	Pl. 14.186	SG 1990
Pl. 7.63	1957.MM.G0005	Pl. 11.125	without inv. no.	Pl. 14.187	without inv. no.
				Pl. 14.188	SG 2184

Tab. 1 Concordance of the object numbers and their inventory numbers.

Bibliography

Adam-Veleni 2010

Polyxeni Adam-Veleni, ed. *Glass Cosmos*. Thessaloniki Archaeological Museum Publications 6. Thessaloniki: Archaeological Museum of Thessaloniki, 2010.

Akat, Fıratlı, and Kocabaş 1984

Yücel Akat, Nezih Fıratlı, and Hüseyin Kocabaş. *Catalogue of Glass in the Hüseyin Kocabaş Collection*. Istanbul: Arkeoloji ve Sanat Yayınları, 1984.

Antonaras 2008

Anastassios Ch. Antonaras. "Glass Lamps of the Roman and Early Christian Periods. Evidence from the Thessaloniki Area." In *Lychnological Acts 2. Trade and Local Production of Lamps from the Prehistory until the Middle Age (Acts of 2nd International Congress on Ancient and Middle Age Lighting Devices, Zaláu / Cluj-Napoca, 2006)*. Ed. by C.-A. Roman and N. Gudea. Cluj-Napoca: Editura Mega, 2008, 23–30.

Antonaras 2009a

Anastassios Ch. Antonaras. "Old and Recent Finds of Byzantine Glass from Northern Greece." *Journal of the Serbian Archaeological Society* 25 (2009), 83–101.

Antonaras 2009b

Anastassios Ch. Antonaras. *Ρωμαϊκή και Παλαιοχριστιανική Υαλουργία, 1ος αι. π.Χ. – 6ος αι. μ.Χ. Παραγωγή και Προϊόντα. Τα αγγεία από τη Θεσσαλονίκη και την περιοχή της*. Athen: I. Sideris Publications, 2009.

Antonaras 2012

Anastassios Ch. Antonaras. *Fire and Sand. Ancient Glass in the Princeton University Art Museum*. New Haven: Princeton University Art Museum, 2012.

Arveiller-Dulong and Nenna 2000

Véronique Arveiller-Dulong and Marie-Dominique Nenna. *Les verres antiques du Musée du Louvre I. Contenants à parfum en verre moulé sur noyau et vaisselle moulée VIIe siècle avant J.-C – 1er siècle après J.-C*. Les verres antiques du Musée du Louvre 1. Paris: Réunion des Musées Nationaux, 2000.

Arveiller-Dulong and Nenna 2005

Véronique Arveiller-Dulong and Marie-Dominique Nenna. *Les verres antiques du Musée du Louvre II. Vaisselle et contenants du 1er siècle au début du VIIe siècle après J.-C*. Les verres antiques du Musée du Louvre 2. Paris: Musée du Louvre éditions, 2005.

Arveiller-Dulong and Nenna 2011

Véronique Arveiller-Dulong and Marie-Dominique Nenna. *Les verres antiques du Musée du Louvre III. Parures, instruments et éléments d'incrustation*. Les verres antiques du Musée du Louvre 3. Paris: Musée du Louvre éditions, 2011.

Atila and Gürler 2009

Cenker Atila and Binnur Gürler. *Bergama müzesi cam eserleri / Glass Objects from Bergama Museum*. Bergama Belleten 16. Bergama: Çağdaş Matbaa and Reklam Ltd, 2009.

Atila 2015

Cenker Atila. "Roman Glass Vessels in Sivas Museum." *Arkeoloji Dergisi* 20 (2015), 161–179.

Auth 1976

Susan H. Auth. *Ancient Glass at the Newark Museum*. Newark: Newark Museum, 1976.

Bachmann 2011

Martin Bachmann. "Fenster zum Hof – Zur Belichtungsfrage pergamenischer Peristylhäuser." In *Licht-Konzepte in der vor-modernen Architektur : internationales Kolloquium in Berlin vom 26. Februar – 1. März 2009 veranstaltet vom Architekturreferat des DAI*. Ed. by P. I. Schneider and U. Wulf-Rheidt. Regensburg: Schnell & Steiner, 2011, 128–141.

Bakirer 2009

Ömür Bakirer. "Glass from the Seljuk Palace at Alanya." In *Late Antique/Early Byzantine Glass in the Eastern Mediterranean. Conference Papers presented at the International Colloquium Late Antique Glass in Anatolia (4th to 8th cent. A.D.) in October 25–28, 2009 in Izmir*. Ed. by E. Laflı. Colloquia Anatolica et Aegaea. Acta Congressus Internationalis Smyrnensis 2. Izmir: Matbaası, 2009, 199–212.

Barkóczy 1988

László Barkóczy. *Pannonische Glasfunde in Ungarn*. Studia Archaeologica. Budapest: Akadémiai Kiadó, 1988.

Barkóczy 1996

László Barkóczy. *Antike Gläser*. Bibliotheca Archaeologica. Rom: L'erma di Bretschneider, 1996.

al-Bashaireh 2016

Khaled al-Bashaireh. "Production Technology of Glass Bracelets from the West Cemetery of Umm El-Jimal in North-eastern Jordan." *Mediterranean Archaeology and Archaeometry* 16.3 (2016), 17–34.

Baumgartner and Krueger 1988

Erwin Baumgartner and Ingeborg Krueger. *Phönix aus Sand und Asche. Glas des Mittelalters*. München: Klinkhardt & Biermann, 1988.

Bayramoğlu 1990

Fuat Bayramoğlu. "Lâledan – Vases for Tulips." In *1st International Anatolian Glass Symposium, Istanbul 26th–27th April 1988*. Istanbul: TSCFAS Belge ve Bilgi Merkezi, 1990, 81–83.

Beretta and Di Pasquale 2004

Marco Beretta and Giovanni Di Pasquale, eds. *Vitrum. Il vetro fra arte e scienza nel mondo romano, Exhibition Florence*. Florenz: Giunti, 2004.

- Berges 2002**
Dietrich Berges. *Antike Siegel und Glasgemmen der Sammlung Maxwell Sommerville im University of Pennsylvania Museum of Archaeology and Anthropology, Philadelphia PA*. Mainz: Philipp von Zabern, 2002.
- Bianchi et al. 2002**
Robert S. Bianchi, Birgit Schlick-Nolte, G. Max Bernheimer, and Dan Barag. *Reflections on Ancient Glass from the Borowski Collection*. Mainz: Philipp von Zabern, 2002.
- Bischof 1993**
Dieter Bischof. "Gläser aus griechischer und römischer Zeit." In *Ausgrabungen in Assos 1991*. Ed. by Ü. Serdaroglu and R. Stupperich. Asia Minor Studien 10. Bonn: Habelt, 1993, 211–246.
- Boardman 2001**
John Boardman. *Greek Gems and Finger Rings. Early Bronze Age to Late Classical*. London: Thames & Hudson Ltd, 2001.
- Boardman and Vollenweider 1978**
John Boardman and Marie-Louise Vollenweider. *Catalogue of the Engraved Gems and Finger Rings I. Greek and Etruscan*. Oxford: Oxford University Press, 1978.
- Boas 2017**
Adrian J. Boas. *Crusader Archaeology. The Material Culture of the Latin East*. London: Routledge, 2017.
- Boehringer and Krauss 1937**
Erich Boehringer and Friedrich Krauss. *Das Temenos für den Herrscherkult*. Altertümer von Pergamon 9. Berlin: De Gruyter, 1937.
- Boschung 1987**
Dietrich Boschung. "Römische Glasphalerae mit Porträtbüsten." *Bonner Jahrbücher* 187 (1987), 193–258.
- Boussac 1992**
Marie-Françoise Boussac. *Sceaux publics, Apollon, Hélios, Artémis, Hécate*. Les sceaux de Délos 1. Paris: Ecole française d'Athènes, 1992.
- Bouzek 1974**
Jan Bouzek, ed. *Anatolian Collection of Charles University*. Kyme 1. Prag: Universita Karlova, 1974.
- Brandes 1989**
Wolfram Brandes. *Die Städte Kleinasien im 7. und 8. Jahrhundert*. Berliner Byzantinistische Arbeiten 56. Berlin: Akademie-Verlag, 1989.
- Brosh 2004**
Na'ama Brosh. "Red Glass Vessels from Jerusalem." *Orient* 39 (2004), 52–68.
- Buljević 2013**
Zrinka Buljević. "Glass Phalerae in the Roman Province of Dalmatia." In *Weapons and Military Equipment in Funerary Context. Proceedings of the XVIIIth Roman Military Equipment Conference, Zagreb 24th–27th May 2010*. Ed. by M. Sanader, A. Rendić-Miočević, D. Tončinić, and I. Radman-Livaja. Zagreb: Arheološki muzej u Zagrebu, 2013, 289–297.
- Çakmakçı 2010**
Zeynep Çakmakçı. "On ikinci ve on üçüncü yüzyıl Bizans cam bileziklerinde bezeme ve biçim değişimleri." In *On ikinci ve on üçüncü yüzyıllarda Bizans dünyasında değişim, 1. Uluslararası Sevgi Gönül Bizans Araştırmaları Sempozyumu, İstanbul, 25–28 Haziran 2007*. Ed. by A. Ödekan, E. Akyürek, and N. Necipoğlu. İstanbul: Vehbi Koç Vakfı, 2010, 545–553.
- Çakmakçı 2012a**
Zeynep Çakmakçı. "Kültürlerarası İletişim ve Etkileşim Açısından Ortaçağ Bizans Camcılığına Bakış – An Overview into Glasswork in Medieval Byzantine from the Perspective of Intercultural Communication and Interaction?" In *Dokuz Eylül Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi Dergisi, Cilt: 1 Sayı: 2*. İzmir: Edebiyat Fakültesi Dergisi, 2012, 107–132.
- Çakmakçı 2012b**
Zeynep Çakmakçı. "Kuşadası-Kadıkalesi kazılarında süs amaçlı cam objeler: boncuklar ve bilezikler." In *II. ODTÜ Arkeometri Çalıştayı. Türkiye Arkeolojisinde Cam Arkeolojik ve Arkeometrik Çalışmalar, 6–8 ekim 2011*. Ed. by O. Birgül Anısına. Ankara: ODTÜ Arkeometri Anabilim Dalı, 2012, 114–135.
- Çakmakçı 2013a**
Zeynep Çakmakçı. "Anaia camcılığının geç Bizans cam dünyasındaki yeri / The Place of the Anaian Glass Production in the Late Byzantine Glassworld." In *Bizanslı ustular – Latin patronlar / Byzantine Craftsmen – Latin Patrons*. Ed. by Z. Mercangöz. İstanbul: Ege Yayınları, 2013, 135–152.
- Çakmakçı 2013b**
Zeynep Çakmakçı. "Kuşadası Kadıkalesi/Anaia kazılarında ortaçağ Bizans camcılığına yeni bir grup: cam unguentariumlar." In *Anadolu Antik Cam Araştırmaları Sempozyumu, Kaunos/Kbid Toplantıları*. Ed. by Ç. Gençler Güray. Ankara: Bilgin Kültür Sanat, 2013, 151–164.
- Çakmakçı and İnanan 2009**
Zeynep Çakmakçı and Filiz İnanan. "Ortaçağ Bizans günlük yaşamı ve üretim faaliyetleri açısından Kuşadası Kadıkalesi buluntularının ön değerlendirmesi." *Sanat Tarihi Dergisi* 18.1 (2009), 51–72.
- Çakmaklı 2013**
Ömür Dünya Çakmaklı. "Uşak arkeoloji müzesi'ne kazı dışı yollardan kazandırılmış Roma dönemine ait bir grup cam kap." In *Anadolu Antik Cam Araştırmaları Sempozyumu, Kaunos/Kbid Toplantıları 2*. Ed. by Ç. Gençler Güray. Ankara: Bilgin Kültür Sanat, 2013, 65–82.
- Canav 1985**
Üzelifat Canav. *Türkiye şişe ve cam fabrikaları A.Ş. Ancient Glass Collection*. İstanbul: Türkiye şişe ve cam fabrikaları, 1985.
- Canav-Özgümüş 2009**
Üzelifat Canav-Özgümüş. "Late Roman/Early Byzantine Glass from the Marmaray Rescue Excavations at Sirkeci, İstanbul." In *Late Antique/Early Byzantine Glass in the Eastern Mediterranean. Conference Papers presented at the International Colloquium Late Antique Glass in Anatolia (4th to 8th cent. AD) in October 25th–28th, 2009 in Izmir, Turkey*. Ed. by E. Lafli. Colloquia Anatolica et Aegaea. Acta Congressus Internationalis Smyrnenensis 2. İzmir: Matbaası, 2009, 17–24.

- Canav-Özgümüş 2015**
 Üzlifat Canav-Özgümüş. "Glass Finds from Nif-Olympus." In *Recent Studies on the Archaeology of Anatolia*. Ed. by E. Laffi and S. Pataci. British Archaeological Reports International Series 2750. Oxford: Archaeopress, 2015, 71–79.
- Carboni 2001**
 Stefano Carboni. *Glass from Islamic Lands. The al-Sabah Collection Kuwait National Museum*. London: Thames & Hudson, 2001.
- Carboni and Whitehouse 2001**
 Stefano Carboni and David Whitehouse. *Glass of the Sultans*. Metropolitan Museum of Art Series. New York: Metropolitan Museum of Art, 2001.
- Caron and Zoitopoulou 2008**
 Beaudoin Caron and Eleni P. Zoitopoulou. *Montreal Museum of Fine Arts, Collection of Mediterranean Antiquities. The Ancient Glass*. Monumenta Graeca Et Romana. Leiden: Brill, 2008.
- Charlsworth 1984**
 Dorothy Charlsworth. "The Xanten Glass." *Beiträge zur Archäologie des römischen Rheinlands* 4 (1984), 283–300.
- Cholakova and Rehren 2018**
 Anastasia Cholakova and Thilo Rehren. "A Late Antique Manganese-decoloured Glass Composition: Interpreting Patterns and Mechanisms of Distribution." In *Things that Travelled – Mediterranean Glass in the First Millennium CE*. Ed. by D. Rosenow, M. Phelps, A. Meek, and I. C. Freestone. London: UCL Press, 2018, 46–71.
- Cholakova, Rehren, et al. 2017**
 Anastasia Cholakova, Thilo Rehren, Bernard Gratuze, and James Lankton. "Glass Coloring Technologies of Late Roman Cage Cups: Two Examples from Bulgaria." *Journal of Glass Studies* 59 (2017), 117–133.
- Clairmont 1977**
 Christoph Walter Clairmont. *Benaki Museum. Catalogue of Ancient and Islamic Glass*. Athen: Benaki Museum, 1977.
- Çömezöğlü 2010**
 Özgü Çömezöğlü. "Myra-Demre Aziz Nikolaos kilisesi'nde on ikinci ve on üçüncü yüzyıl cam buluntuları." In *On ikinci ve on üçüncü yüzyıllarda Bizans dünyasında değişim, 1. Uluslararası Sevgi Gönül Bizans Araştırmaları Sempozyumu, İstanbul, 25–28 Haziran 2007*. Ed. by A. Ödekan, E. Akyürek, and N. Necipoğlu. İstanbul: Vehbi Koç Vakfı, 2010, 505–510.
- Contardi 2009**
 Simona Contardi. "Late Antique Glass from Iasos (Caria)." In *Late Antique/Early Byzantine Glass in the Eastern Mediterranean. Conference Papers presented at the International Colloquium Late Antique Glass in Anatolia (4th to 8th cent. AD) in October 25th–28th, 2009 in Izmir, Turkey*. Ed. by E. Laffi. Colloquia Anatolica et Aegaea. Acta Congressus Internationalis Smyrnensis 2. İzmir: Matbaası, 2009, 123–132.
- Conze 1903**
 Alexander Conze. *Die Kleinfinde aus Pergamon*. Abhandlungen der Königlich-Preussischen Akademie der Wissenschaften Berlin 1902. Berlin: Verlag der Königlichen Akademie der Wissenschaften, 1903.
- Conze 1913**
 Alexander Conze. *Stadt und Landschaft*. Altertümer von Pergamon 1.2. Berlin: Reimer, 1913.
- Cosyns 2015**
 Peter Cosyns. "Beyond the Channel! That's Quite a Different Matter. A Comparison of Roman Black Glass from Britannia, Gallia Belgica and Germania Inferior." In *Glass of the Roman World*. Ed. by J. Bayley, I. C. Freestone, and C. Jackson. Oxford: Oxbow Books, 2015, 190–204.
- Czurda-Ruth 1979**
 Barbara Czurda-Ruth. *Die römischen Gläser vom Magdalensberg*. Kärntner Museumsschriften 65. Klagenfurt: Verlag des Landesmuseums für Kärnten, 1979.
- Czurda-Ruth 2007**
 Barbara Czurda-Ruth. *Hangbaus 1 in Ephesos. Die Gläser*. Forschungen in Ephesos 8.7. Wien: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, 2007.
- Dahmen 2001**
 Karsten Dahmen. *Untersuchungen zu Form und Funktion kleinformatiger Porträts der römischen Kaiserzeit*. Münster: Scriptorium, 2001.
- Davidson 1940**
 Gladys R. Davidson. "A Medieval Glass-factory at Corinth." *American Journal of Archaeology* 44 (1940), 297–324.
- Davidson 1952**
 Gladys R. Davidson. *The Minor Objects*. Corinth 12. Princeton: American School of Classical Studies at Athens, 1952.
- Davidson Weinberg 1975**
 Gladys Davidson Weinberg. "A Medieval Mystery: Byzantine Glass Production." *Journal of Glass Studies* 17 (1975), 127–141.
- Davidson Weinberg 1988**
 Gladys Davidson Weinberg. *Excavations at Jalame. Site of a Glass Factory in Late Roman Palestine*. Columbia: University of Missouri Press, 1988.
- Davidson Weinberg and Stern 2009**
 Gladys Davidson Weinberg and E. Marianne Stern. *Vessel Glass*. The Athenian Agora 34. Princeton: American School of Classical Studies at Athens, 2009.
- de Luca 1984**
 Gioia de Luca. *Das Asklepieion. Via Tecta und Hallenstrasse. Die Funde*. Altertümer von Pergamon 11.4. Berlin: De Gruyter, 1984.
- de Luca and Radt 1999**
 Gioia de Luca and Wolfgang Radt. *Sondagen im Fundament des Grossen Altars*. Pergamenische Forschungen 12. Berlin: De Gruyter, 1999.
- Dévai 2015**
 Kata Dévai. "New Data to the Products of the Glass Workshop of Brigetio." In *Studia archaeologica Nicolae Szabó LXXV annos nato dedicate*. Ed. by L. Borhy. Budapest: L'Harmattan, 2015, 105–112.

Dreier 1988a

Frans Adrian Dreier. "Venezianischer Glaselexport ins Gebiet des Schwarzen Meeres und in den Nahen Osten. 1. Teil: Ein Perlrippenbecher der Sammlung M. de Massonneau." *Kunst und Antiquitäten* 2 (1988), 38–48.

Dreier 1988b

Frans Adrian Dreier. "Venezianischer Glaselexport ins Gebiet des Schwarzen Meeres und in den Nahen Osten. 2. Teil: Weitere Beispiele des 14. bis 16. Jahrhunderts." *Kunst und Antiquitäten* 3 (1988), 54–62.

Düring and Gratuze 2013

Bleda Düring and Bernard Gratuze. "Obsidian Exchange Networks in Prehistoric Anatolia: New Data from the Black Sea Region." *Paléorient* 39 (2013), 173–182.

Dusenbery 1971

Elisabeth B. Dusenbery. "Ancient Glass in the Collections of Wheaton College." *Journal of Glass Studies* 13 (1971), 9–33.

Erten and Gençler Güray 2015

Emel Erten and Çiğdem Gençler Güray. "Glass Finds from Villa-A in Zeugma, Gaziantep – Turkey." In *Annales du 19e Congrès de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre 2012*. Ed. by I. Lazar. Koper: Association Internationale pour l'Histoire du Verre, 2015, 304–313.

Erten Yağcı 1990

Emel Erten Yağcı. "Hatay müzesindeki bir grup cam eser." In *1st International Anatolian Glass Symposium, Istanbul 26th–27th April 1988*. Istanbul: TSCFAS Belge ve Bilgi Merkezi, 1990, 30–36.

A. Fischer and McGray 1999

Alysia Fischer and W. Patrick McGray. "Glass Production Activities As Practised at Sepphoris, Israel (37 BC–AD 1516)." *Journal of Archaeological Science* 26 (1999), 893–905.

M. Fischer and Jackson-Tal 2003

Moshe Fischer and Ruth E. Jackson-Tal. "A Glass Pendant in the Shape of Harpokrates from Yavneh-Yam, Israel." *Journal of Glass Studies* 45 (2003), 35–40.

Fontaine and Cibecchini 2014

Souen Fontaine and Franca Cibecchini. "An Exceptional Example of Maritime Glass Trade: The Deep Wreck Cap Corse 2 (France, Corsica)." *Journal of Glass Studies* 56 (2014), 354–357.

Foy and Nenna 2006a

Danièle Foy and Marie-Dominique Nenna, eds. *Corpus des signatures et marques sur verres antiques 1. La France*. Aix-en-Provence: Association Française pour l'Archéologie du Verre, 2006.

Foy and Nenna 2006b

Danièle Foy and Marie-Dominique Nenna, eds. *Corpus des signatures et marques sur verres antiques 2. Belgique, Luxembourg, Allemagne, Suisse, Slovénie, Hongrie, Croatie, Espagne, Portugal, Maghreb, Grèce, Chypre, Turquie, mer Noire, Proche-Orient, Égypte, Soudan, Cyrénaïque, France (addenda)*. Aix-en-Provence: Association Française pour l'Archéologie du Verre, 2006.

Foy and Nenna 2011

Danièle Foy and Marie-Dominique Nenna, eds. *Corpus des signatures et marques sur verres antiques 3. Grande-Bretagne et addenda: Pays-Bas, France, Allemagne, Suisse, Croatie, Espagne, Portugal, Grèce, Turquie, mer Noire, Proche-Orient*. Aix-en-Provence: Association Française pour l'Archéologie du Verre, 2011.

Foy, Picon, et al. 2003

Danièle Foy, Amurice Picon, Michèle Vichy, and Valérie Thirion-Merle. "Characterisation des verres de la fin de l'Antiquité en Méditerranée occidentale: l'émergence de nouveaux courants commerciaux." In *Échanges et commerce du verre dans le monde antique, Actes du colloque de l'Association Française pour l'Archéologie du Verre, Aix-en-Provence et Marseille, 7–9 juin 2001*. Ed. by D. Foy and M.-D. Nenna. Monographies Instrumentum 24. Montagnac: Éditions Mergoïl, 2003, 41–85.

Freestone 2005

Ian C. Freestone. "The Provenance of Ancient Glass through Compositional Analysis." In *Materials Issues in Art and Archaeology VII: Symposium held November 30–December 3, 2004, Boston, Massachusetts, USA*. Ed. by P. B. Vandiver. Materials Research Society Symposium Proceedings 852. Warrendale: Materials Research Society, 2005, OO8.1.1–OO8.1.14.

Freyer-Schauenburg 1973

Brigitte Freyer-Schauenburg. "Die Glasfunde aus Pitane (Çandarlı)." *Anadolu* 17 (1973), 141–175.

Fünfschilling 1999

Sylvia Fünfschilling. "Gläser aus den Grabungen des Deutschen Archäologischen Instituts in Karthago. Die Grabungen 'Quartier Magon' und rue Ibn Chabâat sowie kleinere Sondagen." In *Die deutschen Ausgrabungen in Karthago*. Ed. by F. Rakob. Karthago 3. Mainz: Philipp von Zabern, 1999, 435–529.

Gebhard 1989

Rupert Gebhard. *Der Glasschmuck aus dem Oppidum von Manching*. Die Ausgrabungen in Manching 11. Stuttgart: Steiner, 1989.

Gelzer 1903

Heinrich Gelzer. *Pergamon unter Byzantinern und Osmanen*. Abhandlungen der Königlich-Preussischen Akademie der Wissenschaften Berlin 1903, 2. Berlin: Verlag der Königl. Akademie der Wissenschaften, 1903.

Gençler Güray 2010

Çiğdem Gençler Güray. "Kaunos'un erken Bizans dönemi cam buluntuları." *Anatolia* 36 (2010), 215–226.

Gençler Güray 2011

Çiğdem Gençler Güray. "Elaiussa Sebaste'nin Roma dönemi cam buluntuları." *Olba Journal* 19 (2011), 233–266.

Gill 2002

Margaret A. V. Gill. *Amorium Reports, Finds I: The Glass (1987–1997)*. British Archaeological Reports British Series 1070. Oxford: Archaeopress, 2002.

Goethert 1997

Katrin Goethert. *Römische Lampen und Leuchter. Auswablkatalog des Rheinischen Landesmuseums Trier*. Trier: Rheinisches Landesmuseum Trier, 1997.

Golofast 2009

Larissa Golofast. "Early Byzantine Glass from the Tauric Chersonesos (Crimea)." In *Late Antique/Early Byzantine Glass in the Eastern Mediterranean. Conference Papers presented at the International Colloquium Late Antique Glass in Anatolia (4th to 8th Cent. AD) in October 25th–28th, 2009 in Izmir, Turkey*. Ed. by E. Laflı. Colloquia Anatolica et Aegaea. Acta Congressus Internationalis Smyrnenensis 2. Izmir: Matbaası, 2009, 301–335.

Gorin-Rosen 2000

Yael Gorin-Rosen. "The Ancient Glass Industry in Israel: Summary of Finds and New Discoveries." In *La Route du verre. Ateliers primaires et secondaires du second millenaire av. J.-C. au Moyen Age*. Ed. by M.-D. Nenna. Travaux de la Maison de l'Orient 33. Lyon: Maison de l'Orient Mediterranéen, 2000, 49–63.

Gorin-Rosen 2005

Yael Gorin-Rosen. "The Glass." In *Excavations on the Site of the Jerusalem International Convention Center (Binyanei Ha'uma): A Settlement of the Late First to Second Temple Period, the Tenth Legion's Kilnworks, and a Byzantine Monastic Complex. The Pottery and other Small Finds*. Ed. by B. Arubas and H. Goldfus. Journal of Roman Archaeology Suppl. 60. Portsmouth: Journal of Roman Archaeology, 2005, 195–210.

Gorin-Rosen and Katsnelson 2007

Yael Gorin-Rosen and Natalya Katsnelson. "Local Glass Production in the Late Roman–Early Byzantine Periods in Light of the Glass Finds from Khirbat el-Ni'ana." *Atiqot* 57 (2007), 73–154.

Grose 1989

David Frederick Grose. *The Toledo Museum of Art. Early Ancient Glass. Core-formed, Rod-formed, and Cast Vessels and Objects from the Late Bronze Age to the Early Roman Empire, 1600 B.C. to A.D. 50*. New York: Hudson Hills Press, 1989.

Grossmann 2013

Richard A. Grossmann. "Glass." In *Excavations at Zeugma*. Ed. by W. Aylward. Conducted by Oxford Archaeology 2. Los Altos: Packard Humanities Institute, 2013, 218–258.

Gürler 2000

Binnur Gürler. *Tire müzesi cam eserleri*. Ankara: Kültür Bakanlığı, 2000.

Haas-Gebhard and Gebhard 2005

Brigitte Haas-Gebhard and Rupert Gebhard. *Antikes Glas. Sammlung Morell*. Schweinfurt: Dr. Otto-Schäfer-Stiftung, 2005.

Hadad 2005

Shulamit Hadad. *Islamic Glass Vessels from the Hebrew University Excavations at Bet Shean*. Qedem Reports 8. Jerusalem: The Institute of Archaeology, The Hebrew University of Jerusalem, 2005.

Harden 1966

Donald Benjamin Harden. "Some Glass Fragments, Mainly of the 12th–13th Century A. D., from Northern Apulia." *Journal of Glass Studies* 8 (1966), 70–79.

Harden 1988

Donald Benjamin Harden, ed. *Glas der Caesaren, Exhibition Cologne*. Milan: Olivetti, 1988.

Hayes 1975

John W. Hayes. *Roman and Pre-Roman Glass in the Royal Ontario Museum*. Toronto: Royal Ontario Museum, 1975.

Hayes 1992

John W. Hayes. *Excavations at Saraçhane in Istanbul 2*. Princeton: Princeton University Press, 1992.

Hazinedar Coşkun 2013

Tümay Hazinedar Coşkun. "Kuşadası, Kadıkalesi/Anaia kazısı 2007–2010 yılı sezonu cam buluntuları »pencere camları« – The Glass Finds of Kadıkalesi Excavation at Kuşadası during the Seasons of 2007–2010 "Windows Glass?" *Selevcia ad Calycadnum* 3 (2013), 197–210.

Hazinedar Coşkun 2017a

Tümay Hazinedar Coşkun. "Kuşadası, Kadıkalesi/Anaia Bizans cam bilezikleri: Anaia üretimi bileziklerin yapımına ilişkin gözlemler – Byzantine Glass Bracelets of Kadıkalesi/Anaia (Kuşadası): Observations on Production of Anaia Manufactured Bracelets." *TÜBA-KED* 16 (2017), 145–162.

Hazinedar Coşkun 2017b

Tümay Hazinedar Coşkun. "Kuşadası, Kadıkalesi/Anaia Kazısı Bizans dönemi cam buluntularından sofa/masa kapları." In *Uluslararası XVIII. Ortaçağ ve Türk Dönemi Kazıları ve Sanat Tarihi Araştırmaları Sempozyumu, 22–25 ekim 2014*. Ed. by M. Kürüm and N. Akbulut. Aydın: Efeler Belediyesi Kültür Yayınları, 2017, 155–167.

Hellström 1965

Pontus Hellström. *Pottery of Classical and Later Date. Terracotta, Lamps and Glass*. Labraunda. Swedish Excavations and Researches 2.1. Lund: C. W. K. Gleerup, 1965.

Honroth 1984

Margret Honroth. "Glas." In *Peristylhäuser westlich der Unteren Agora*. Ed. by D. Pinkwart and W. Stammenitz. Altertümer von Pergamon 14. Berlin: De Gruyter, 1984, 149–160.

Honroth 2007

Margret Honroth. *Vom Luxusobjekt zum Gebrauchsglas. Vorrömische und römische Gläser*. Stuttgart: Landesmuseum Württemberg, 2007.

Höpken and Çakmaklı 2015

Constanze Höpken and Ömür Dünya Çakmaklı. *Fragile Splendour. Glass in the Medusa Collection in Gaziantep*. Bonn: Habelt, 2015.

Israeli 2003

Yael Israeli. *Ancient Glass in the Israel Museum. The Eliabu Dobkin Collection and Other Gifts*. Jerusalem: Israel Museum, 2003.

- Jacenko 2005
Elena G. Jacenko. "Glasgefäße der Römerzeit und Spätantike aus Tanais." *Eurasia antiqua* 11 (2005), 277–312.
- Jackson and Cottam 2015
Caroline M. Jackson and Sally Cottam. "A Green Thought in a Green Shade: Compositional and Typological Observations Concerning the Production of Emerald Green Glass Vessels in the 1st Century A.D." *Journal of Archaeological Science* 61 (2015), 139–148.
- Jackson, Cottam, and Lazar 2015
Caroline M. Jackson, Sally Cottam, and Irena Lazar. "The Green, Green Glass of Rome." In *Annales du 19e Congrès de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre* 2012. Ed. by I. Lazar. Koper: Association Internationale pour l'Histoire du Verre, 2015, 109–117.
- Jackson-Tal 2016
Ruth E. Jackson-Tal. "The Glass from the 1995 Excavations in Camp F at Masada: The Use of Luxury and Common Early Roman Glass in Military Context." *Levant* 48 (2016), 63–78.
- Jackson-Tal and Tal 2013
Ruth E. Jackson-Tal and Oren Tal. "Crusader Glass in Context: The Destruction of Arsur (Apollonia-Arsuf, Israel), April 1265." *Journal of Glass Studies* 55 (2013), 85–100.
- Jennings 2006
Sarah Jennings. *Vessel Glass from Beirut*. BEY 006, 007 and 045. Berytus Vol. XLVIII–XLIX (2004–2005), *Archaeology of the Beirut Souks* 2. Beirut: Faculty of Arts and Sciences, American University of Beirut, 2006.
- Jeremić, Golubović, and Drča 2017
Gordana Jeremić, Snežana Golubović, and Slobodan Drča. "Unpublished Glass Findings from the Eastern Necropolis of Naissus (Jagodina Mala, Niš)." *Starinar* 67 (2017), 109–130.
- Kanyak 2009
Serra Kanyak. "Late Roman/Early Byzantine Window Glass from the Marmaray Rescue Excavations at Sirkeci, Istanbul." In *Late Antique/Early Byzantine Glass in the Eastern Mediterranean. Conference Papers presented at the International Colloquium Late Antique Glass in Anatolia (4th to 8th cent. A.D.) in October 25–28, 2009 in Izmir*. Ed. by E. Lafi. *Colloquia Anatolica et Aegaea. Acta Congressus Internationalis Smyrnensis* 2. Izmir: Matbaasi, 2009, 25–47.
- Keller 2006
Daniel Keller. "Die Gläser aus Petra." In *Petra. Ez-Zantur III, Ergebnisse der Schweizerisch-Liechtensteinischen Ausgrabungen*. Ed. by A. Bignasca, B. Kolb, M. Grawehr, and S. G. Schmid. *Terra Archaeologica*. Mainz: Philipp von Zabern, 2006, 1–251.
- Klein 1999
Michael J. Klein, ed. *Römische Glaskunst und Wandmalerei*. Mainz: Philipp von Zabern, 1999.
- Klinkott 2001
Manfred Klinkott. *Die byzantinischen Befestigungsanlagen von Pergamon mit ihrer Wehr- und Baugeschichte*. *Altertümer von Pergamon* 16.1. Berlin: De Gruyter, 2001.
- Kojić and Wenzel 1967
Ljubinka Kojić and Marian Wenzel. "Medieval Glass Found in Yugoslavia." *Journal of Glass Studies* 9 (1967), 76–93.
- Kolesnychenko 2018
Anzhelika N. Kolesnychenko. "Стекланные сосуды с надписями I в. н.э. из собрания Одесского археологического музея (некоторые проблемы производства и распространения подобной продукции) / Glass Vessels with Inscriptions of I Century AD in the Collection of Odessa Archaeological Museum (Some Issues of Production and Distribution)." In *Ancient Nikonion and the World of Tribes of North-Western Pontic Area. Proceedings of Round Table, Devoted to Jubilee of N. M. Sekerskaya and the 60th Anniversary of the Beginning of Excavations of Nikonion (Odessa, 18th of May, 2017)*. Ed. by I. V. Bruyako and A. V. Glavenchuk. Odessa: Irbis, 2018, 25–39.
- Komp 2009
Jennifer Komp. *Römisches Fensterglas. Archäologische und archäometrische Untersuchungen zur Glasherstellung im Rheingebiet*. Aachen: Shaker, 2009.
- Kouwatli et al. 2008
Ibrahim Kouwatli, Hans H. Cuvers, Barbara Stuart, Yvette Sablerolles, Julian Henderson, and Paul Reynolds. "A Pottery and Glass Production Site in Beirut (BEY 015)." *Baal* 10 (2008), 103–130.
- Krueger 1997
Ingeborg Krueger. "Research in Medieval Glass. Where Are We Standing Now?" In *Annales du 13e Congrès de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre* 1995. Ed. by International Association for the History of Glass. Lochem: Association Internationale pour l'Histoire du Verre, 1997, 277–288.
- Krug 1980
Antje Krug. "Antike Gemmen im Römisch-Germanischen Museum Köln." *Bericht der Römisch-Germanischen Kommission* 61 (1980), 151–260.
- Kucharczyk 2007
Renata Kucharczyk. "Glass from Area F on Kom el-Dikka (Alexandria)." *Polish Archaeology in the Mediterranean* 19 (2007), 56–70.
- Kühn 2010
Miriam Kühn, ed. *Vorsicht Glas! Zerbrechliche Kunst 700–2010*. München: Edition Minerva, 2010.
- Kunina 1997
Nina Kunina. *Ancient Glass in the Hermitage Collection*. St. Petersburg: The State Hermitage Ars Publishers Ltd, 1997.
- Lafi 2009
Ergün Lafi. "Glass from Hadrianoupolis (Paphlagonia)." In *Late Antique/Early Byzantine Glass in the Eastern Mediterranean. Conference Papers presented at the International Colloquium Late Antique Glass in Anatolia (4th to 8th cent. A.D.) in October 25–28, 2009 in Izmir*. Ed. by E. Lafi. *Colloquia Anatolica et Aegaea. Acta Congressus Internationalis Smyrnensis* 2. Izmir: Matbaasi, 2009, 161–170.

- Laftı and Gürler 2010**
Ergün Laftı and Binnur Gürler. "Frühbyzantinische Glaskunst in Kleinasien." In *Byzanz – das Römerreich im Mittelalter 1*. Ed. by F. Daim and J. Drauschke. Mainz: Verlag des Römisch-Germanischen Zentralmuseums, 2010, 431–449.
- Lahusen and Formigli 2001**
Götz Lahusen and Edilberto Formigli. *Römische Bildnisse aus Bronze. Kunst und Technik*. München: Hirmer, 2001.
- Lamm 1928**
Carl Johann Lamm. *Das Glas von Samarra*. Die Ausgrabungen von Samarra 4. Berlin: Reimer, 1928.
- Lamm 1929–1930**
Carl Johann Lamm. *Mittelalterliche Gläser und Steinschnittarbeiten aus dem Nahen Osten*. Berlin: Reimer, 1929–1930.
- Lazar 2003**
Irena Lazar. *The Roman Glass of Slovenia*. Ljubljana: Založba ZRC, 2003.
- Leskov and Nabačikov 1989**
Aleksandr Mihajlovič Leskov and Vladimir Aleksandrovič Nabačikov. *Gold und Kunsthandwerk vom antiken Kuban, Exhibition Mannheim*. Stuttgart: Theiss, 1989.
- Lierke 2009**
Rosemarie Lierke. *Die nicht-geblasenen antiken Glasgefäße*. Offenbach/Main: Deutsche Glastechnische Gesellschaft, 2009.
- Lightfoot 1989**
Christopher S. Lightfoot. *A Catalogue of Glass Vessels in Afyon Museum*. British Archaeological Reports International Series 530. Oxford: B.A.R., 1989.
- Lightfoot 1993a**
Christopher S. Lightfoot. "A Catalogue of the Glass Finds: Sagalassos 1990." In *Sagalassos I*. Ed. by M. Waelkens. Sagalassos I. Leuven: Leuven University Press, 1993, 173–195.
- Lightfoot 1993b**
Christopher S. Lightfoot. "Some Examples of Ancient Cast and Ribbed Bowls in Turkey." *Journal of Glass Studies* 35 (1993), 22–38.
- Lightfoot 2005**
Christopher S. Lightfoot. "Glass Finds at Amorium." *Dumbarton Oaks Papers* 59 (2005), 173–181.
- Lightfoot 2013**
Christopher S. Lightfoot. "A Glass Vessel with Double-line Lettering in the Metropolitan Museum of Art, New York." In *Orhan Bingöl'e 67. Yaş Armağanı / A Festschrift for Orhan Bingöl on the Occasion of his 67th Birthday*. Ed. by G. Kökdemir. Ankara: Bilgin Kültür Sanat Yayıncılık, 2013, 353–362.
- Lightfoot 2014**
Christopher S. Lightfoot, ed. *Ennion. Master of Roman Glass, Exhibition New York*. New York: The Metropolitan Museum of Art, 2014.
- Lightfoot 2017**
Christopher S. Lightfoot. *The Cesnola Collection of Cypriot Art. Ancient Glass*. New York: The Metropolitan Museum of Art, 2017.
- Lightfoot and Arslan 1992**
Christopher S. Lightfoot and Melih Arslan. *Ancient Glass of Asia Minor. The Yüksel Erimtan Collection*. Ankara: Ünal Offset, 1992.
- Lightfoot and Picón 2015**
Christopher S. Lightfoot and Carlos A. Picón. "A Fragment of a Mold-pressed Glass Bowl in the Metropolitan Museum of Art." *Journal of Glass Studies* 57 (2015), 21–28.
- Lissia 2000**
Domenica Lissia. *La collezione dei vetri romani del Museo "G.A. Sanna" di Sassari*. Piedimonte Matese: Imago Media, 2000.
- Löbbing 2015**
Jan-Pieter Löbbing. "Offene Glasgefäße der frühen römischen Kaiserzeit. Untersuchungen zu Vorbildern und Imitationen in der Keramik und Toreutik." *Kölner Jahrbuch* 48 (2015), 19–42.
- Mackensen 1984**
Michael Mackensen. *Eine befestigte spätantike Anlage vor den Stadtmauern von Resafa*. Resafa 1. Mainz: Philipp von Zabern, 1984.
- Martin Pruvot 2015**
Chantal Martin Pruvot, ed. *FRAGILE. Römische Gläser, Exhibition Römermuseum Avenches*. Documents du Musée Romain d'Avenches 26. Avenches: Association Pro Aventico, 2015.
- Masseroli 1998**
Sara Masseroli. *Vetro e vetri. Preziose iridescenze, Exhibition Milan*. Milan: Electa, 1998.
- Matheson 1980**
Susan B. Matheson. *Ancient Glass in the Yale University Art Gallery*. New Haven: Arthur Schwartz Sales Co, 1980.
- Meyer 1992**
Carol Meyer. *Glass from Quseir al-Qadim and the Indian Ocean Trade*. Studies in Ancient Oriental Civilization 53. Chicago: The Oriental Institute, 1992.
- Musée de Damas 1964**
Musée de Damas, ed. *Exposition des verres Syriens a travers l'histoire: organisée a l'occasion du 3e congrès des journées internationales du verre au musée national de Damas, de 14–21 novembre, 1964*. Damascus: Damas, Direction Générale des Antiquités et des Musées de la République Arabe Syrienne, 1964.
- Nenna 1999**
Marie-Dominique Nenna. *Les verres. Délos 37*. Paris: Ecole française d'Athènes, 1999.
- Newby 2000**
Martine S. Newby. "Some Comparisons in the Form and Function of Glass from Medieval Ecclesiastical and Domestic Sites in Central Italy." In *Annales du 14e Congrès de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre 1998*. Ed. by International Association for the History of Glass. Lochem: Association Internationale pour l'Histoire du Verre, 2000, 258–264.

Nicholson and Price 2003

Paul Thomas Nicholson and Jennifer Price. "Glass from the Port of Berenike, Red Sea Coast, Egypt." In *Échanges et commerce du verre dans le monde antique, Actes du colloque de l'Association Française pour l'Archéologie du Verre, Aix-en-Provence et Marseille, 7–9 juin 2001*. Ed. by D. Foy and M.-D. Nenna. Monographies Instrumentum 24. Montagnac: Éditions Mergoïl, 2003, 389–394.

Nohlen and Radt 1978

Klaus Nohlen and Wolfgang Radt. *Kapıkaya. Ein Felsheiligtum bei Pergamon*. Altertümer von Pergamon 12. Berlin: De Gruyter, 1978.

Ödekan 2007

Ayla Ödekan, ed. *The Remnants. 12th and 13th Centuries Byzantine Objects in Turkey*. Istanbul: Vehbi Koç Vakfı, 2007.

Oliver 1980

Andrew Oliver Jr. *Ancient Glass in the Carnegie Museum of Natural History*. Pittsburgh: Board of Trustees, Carnegie Institute, 1980.

Öney 1990

Gönül Öney. "Anatolian Glass Beakers of the 12th and 13th Centuries." In *1st International Anatolian Glass Symposium, Istanbul 26th–27th April 1988*. Istanbul: TSCFAS Belge ve Bilgi Merkezi, 1990, 64–69.

Özet 2000

Aynur Özet. *Sparkles from the Deep. Glass Vessels of the Bodrum Museum of Underwater Archaeology*. Istanbul: Bericap Kapak Sanayi, 2000.

Özgümüş 2008

Üzlifat Özgümüş. "Byzantine Glass Finds in the Roman Theater at İznik (Nicaea)." *Byzantinische Zeitschrift* 101 (2008), 727–735.

Öztaşkin 2015

Muradiye Öztaşkin. "Stratonikeia Bizans dönemi cam buluntuları." In *Stratonikeia ve çevresi araştırmaları*. Ed. by B. Söğüt. Stratonikeia Çalışmaları 1. Istanbul: Ege Yayınları, 2015, 175–188.

Phelps 2018

Matty Phelps. "Glass Supply and Trade in Early Islamic Ramla: An Investigation of the Plant Ash Glass." In *Things that Travelled – Mediterranean Glass in the First Millennium CE*. Ed. by D. Rosenow, M. Phelps, A. Meek, and I. C. Freestone. London: UCL Press, 2018, 236–282.

Platz-Horster 1976

Gertrud Platz-Horster. *Antike Gläser, Exhibition Berlin*. Berlin: Antikenmuseum, 1976.

Platz-Horster 2012

Gertrud Platz-Horster. *Erhabene Bilder. Die Kameen in der Antikensammlung Berlin*. Wiesbaden: Reichert, 2012.

Ployer 2013

René Ployer. "Gläser." In *Kleinfunde*. Ed. by A. Schmidt-Colinet and W. al-As'ad. Palmyras Reichtum durch weltweiten Handel. Archäologische Untersuchungen im Bereich der hellenistischen Stadt 2. Wien: Holzhausen – Der Verlag, 2013, 127–205.

Radt 2011

Wolfgang Radt. *Pergamon. Geschichte und Bauten einer antiken Metropole*. Darmstadt: Primus, 2011.

Radt 2012

Wolfgang Radt. "Lage und Stadtentwicklung des antiken Pergamon." In *Pergamon. Panorama der antiken Metropole, Exhibition Berlin*. Ed. by R. Grüßinger, U. Kästner, and A. Scholl. Peterberg: Imhof, 2012, 21–27.

Ravagnan 1994

Giovanna L. Ravagnan. *Vetri antichi del Museo Vetrario di Murano*. Venedig: Comitato Nazionale Italiano dell' A. I. H. V., 1994.

Rehren and Brüggler 2015

Thilo Rehren and Marion Brüggler. "Composition and Production of Late Antique Glass Bowls Type Helle." *Journal of Archaeological Science Reports* 3 (2015), 171–180.

Rehren, Connolly, et al. 2015

Thilo Rehren, Philip Connolly, Nadine Schibille, and Holger Schwarzer. "Changes in Glass Consumption in Pergamon (Turkey) from Hellenistic to Late Byzantine and Islamic Times." *Journal of Archaeological Science* 55 (2015), 266–279.

Rehren and Freestone 2015

Thilo Rehren and Ian C. Freestone. "Ancient Glass: From Kaleidoscope to Crystal Ball." *Journal of Archaeological Science* 56 (2015), 233–241.

Rheidt 1991

Klaus Rheidt. *Die byzantinische Wohnstadt*. Altertümer von Pergamon 15.2. Berlin: De Gruyter, 1991.

Riis, Poulsen, and Hammershaimb 1957

Poul Jørgen Riis, Vagn Poulsen, and Erling Hammershaimb. *Les verreries et poteries médiévales. Fouilles et recherches 1931–1938*. Hama 4.2. Kopenhagen: Nationalmuseet, 1957.

Rütti 1980

Beat Rütti. "Ein bemalter Glasbecher aus dem römischen Vicus Vitudurum-Oberwinterthur." *Zeitschrift für schweizerische Archäologie und Kunstgeschichte* 37 (1980), 198–202.

Rütti 1991

Beat Rütti. *Die römischen Gläser aus Augst und Kaiseraugst*. Forschungen in Augst 13.2. Augst: Römermuseum, 1991.

Scatozza Höricht 1986

Lucia Amalia Scatozza Höricht. *I vetri romani di Ercolano*. Rom: Lerma di Bretschneider, 1986.

Schätzschock 2005

Martina Schätzschock. "Glas." In *Hanghaus 2 in Ephesos. Die Wohninheit 4. Baubefund, Ausstattung, Funde*. Ed. by H. Thür. Forschungen in Ephesos 8.6. Wien: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, 2005, 363–388.

Schätzschock 2007

Martina Schätzschock. "Glas." In *Die Basilika am Staatsmarkt in Ephesos, 2. Teil: Funde der klassischen bis römischen Zeit*. Ed. by V. Mitsopoulos-Leon and C. Lang-Auinger. Forschungen in Ephesos 9.2.3. Wien: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, 2007, 170–186.

Schätzschock 2014

Martina Schätzschock. "Glas." In *Hanghaus 2 in Ephesos. Die Wohninheit 6. Baubefund, Ausstattung, Funde*. Ed. by H. Thür and E. Rathmayr. Forschungen in Ephesos 8.9. Wien: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, 2014, 607–638.

Schätzschock 2016

Martina Schätzschock. "Glas." In *Hanghaus 2 in Ephesos. Die Wohninheit 7. Baubefund, Ausstattung, Funde*. Ed. by E. Rathmayr. Forschungen in Ephesos 8.10. Wien: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, 2016, 429–465.

Schibille 2011

Nadine Schibille. "Late Byzantine Mineral Soda High Alumina Glasses from Asia Minor: A New Primary Glass Production Group." *PLoS One* 6.4 (2011), 1–13. DOI: 10.1371/journal.pone.0018970. URL: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0018970>.

Schiering 1999

Wolfgang Schiering. "Glas für eine Göttin. Zum Gewand einer klassischen Kolossalstatue (Nike?) in Olympia – Ein Beitrag zu experimenteller Archäologie." *Antike Welt* 30 (1999), 39–48.

Schlüter, Platz-Horster, and Zazoff 1975

Margildis Schlüter, Gertrud Platz-Horster, and Peter Zazoff. *Antike Gemmen in deutschen Sammlungen. Band 4: Hannover, Kestner-Museum und Hamburg, Museum für Kunst und Gewerbe*. Antike Gemmen in deutschen Sammlungen 4. Wiesbaden: Steiner, 1975.

Schneider 1980

Jürg Schneider. "Noppenbecher des 13. Jahrhunderts." *Zeitschrift für schweizerische Archäologie und Kunstgeschichte* 37 (1980), 217–229.

Schwarzer 2008a

Holger Schwarzer. *Das Gebäude mit dem Podiensaal in der Stadtgrabung von Pergamon. Studien zu sakralen Banketträumen mit Liegepodien in der Antike*. Altertümer von Pergamon 15.4. Berlin: De Gruyter, 2008.

Schwarzer 2008b

Holger Schwarzer. "Eine römische Glasphalera mit dem Porträt des Tiberius aus Pergamon." In *Vom Bosphorus bis zum Euphrat – Kleinasien in der Antike, Festschrift für Elmar Schwertheim*. Ed. by E. Winter. Asia Minor Studien 65. Bonn: Habelt, 2008, 633–637.

Schwarzer 2009a

Holger Schwarzer. "Spätantike und byzantinische Glasfunde aus Alexandria Troas." In *Late Antique/Early Byzantine Glass in the Eastern Mediterranean. Conference Papers presented at the International Colloquium Late Antique Glass in Anatolia (4th to 8th cent. A.D.) in October 25–28, 2009 in Izmir*. Ed. by E. Lafi. Colloquia Anatolica et Aegaea. Acta Congressus Internationalis Smyrnenensis 2. Izmir: Matbaası, 2009, 67–84.

Schwarzer 2009b

Holger Schwarzer. "Spätantike, byzantinische und islamische Glasfunde aus Pergamon." In *Late Antique/Early Byzantine Glass in the Eastern Mediterranean. Conference Papers presented at the International Colloquium Late Antique Glass in Anatolia (4th to 8th cent. A.D.) in October 25–28, 2009 in Izmir*. Ed. by E. Lafi. Colloquia Anatolica et Aegaea. Acta Congressus Internationalis Smyrnenensis 2. Izmir: Matbaası, 2009, 85–109.

Schwarzer 2014

Holger Schwarzer. "Glass Finds." In *The Danish-German Jarash Northwest Quarter Project 2013. Preliminary Registration Report*. Ed. by A. Lichtenberger, R. Raja, and A. H. Sørensen. Annual of the Department of Antiquities of Jordan 58. 2014, 48–49. 88. 91–95.

Schwarzer and Rehren 2015

Holger Schwarzer and Thilo Rehren. "Antikes Glas aus Pergamon. Ergebnisse archäologischer und naturwissenschaftlicher Untersuchungen." In *Pergamon als Zentrum der hellenistischen Kunst. Bedeutung, Eigenheiten und Ausstrahlung*. Ed. by R. Grüßinger, U. Kästner, and A. Scholl. Petersberg: Imhof, 2015, 106–134.

Shepherd 1999

John David Shepherd. "The Glass." In *Nicopolis ad Istrum: A Roman to Early Byzantine City. The Pottery and Glass*. Ed. by A. G. Poulter. London: Leicester University Press, 1999, 297–378.

Shortland et al. 2006

Andrew Shortland, Lukas Amadeus Schachner, Ian C. Free-stone, and Michael Tite. "Natron As a Flux in the Early Vitreous Materials Industry: Beginnings and Reasons for Decline." *Journal of Archaeological Science* 33 (2006), 521–530.

Spaer 2001

Maud Spaer. *Ancient Glass in the Israel Museum. Beads and Other Small Objects*. Jerusalem: The Israel Museum, 2001.

Steppuhn 2012

Peter Steppuhn. "Rotes Glas aus archäologischen Kontexten des Mittelalters und der frühen Neuzeit in Europa." In *Glasproduktion – Archäologie und Geschichte, 4. Symposium zur archäologischen Erforschung mittelalterlicher und frühneuzeitlicher Glasblütten Europas*. Ed. by L. Clemens and P. Steppuhn. Trier: Kliomedien, 2012, 157–170.

Stern 1995

E. Marianne Stern. *The Toledo Museum of Art. Roman Mold-blown Glass. The First through Sixth Centuries*. Rom: Lerma di Bretschneider, 1995.

- Stern 2001**
E. Marianne Stern. *Römisches, byzantinisches und frühmittelalterliches Glas, 10 v. Chr.–700 n. Chr. Sammlung Ernesto Wolf*. Stuttgart: Hatje Cantz, 2001.
- Stern and Schlick-Nolte 1994**
E. Marianne Stern and Birgit Schlick-Nolte. *Frühes Glas der alten Welt, 1600 v. Chr.–50 n. Chr. Sammlung Ernesto Wolf*. Stuttgart: Hatje Cantz, 1994.
- Sternini 1998**
Mara Sternini. *La collezione di antichità di Alessandro Palma di Cesnola*. Bibliotheca Archaeologica 6. Bari: Lerma di Bretschneider, 1998.
- Swan et al. 2018**
Carolyn Swan, Thilo Rehren, Laure Dussubieux, and Asa Eger. “High-boron and High-alumina Middle Byzantine (10th–12th Century CE) Glass Bracelets: A Western Anatolian Glass Industry.” *Archaeometry* 60 (2018), 207–232.
- Tait 1991**
Hugh Tait, ed. *Five Thousand Years of Glass*. London: British Museum Press, 1991.
- Tobias 2015**
Bendeguz Tobias. “Glass Weights.” In *Suna and İnan Kiraç Foundation Collection at the Pera Museum Part 2. Late Roman and Byzantine Weights*. Ed. by O. Tekin. Istanbul: Suna and İnan Kiraç Foundation, 2015, 187–200.
- Tolga Tek 2013**
Ahmet Tolga Tek. “Arykanda kazılarında (1993–2007 sezonları) bulunan mozaik cam kase ve tabaklar.” In *Anadolu Antik Cam Araştırmaları Sempozyumu, Kaunos/Kbid Toplantıları 2*. Ed. by Ç. Gençler Güray. Ankara: Bilgin Kültür Sanat Yayınları, 2013, 213–235.
- Triantafyllidis 2000**
Pavlos Triantafyllidis. *Ροδιακή Υαλουργία Ι. Τα εν θερμώ διαμορφωμένα διαφανή αγγεία πολυτελείας. Οι κλασικοί και οι πρόωμοι ελληνιστικοί χρόνοι*. Athen: Hypourgeio Aigiou, 2000.
- Turnovsky 2003**
Petra Turnovsky. “Glaslampen aus der Marienkirche in Ephesos.” In *Akten des 9. Österreichischen Archäologentages Salzburg 2001*. Ed. by B. Asamer and W. Wohlmayr. Wien: Phoibos, 2003, 237–241.
- van Lith 1984**
Sophia M. E. van Lith. “Glas aus Asciburgium.” *Beiträge zur Archäologie des römischen Rheinlands* 4 (1984), 211–281.
- Vessberg 1952**
Olof Vessberg. “Roman Glass in Cyprus.” *Opuscula Archaeologica* 7 (1952), 109–165.
- von Gladiß 1986**
Almut von Gladiß. *Islamische Kunst. Verborgene Schätze, Exhibition Berlin*. Berlin: Staatliche Museen, Preussischer Kulturbesitz, 1986.
- von Saldern 1968**
Axel von Saldern. *Ancient Glass in the Museum of Fine Arts Boston*. Boston: Museum of Fine Arts, 1968.
- von Saldern 1974**
Axel von Saldern. *Glassammlung Hentrich. Antike und Islam*. Düsseldorf: Kunstmuseum Düsseldorf, 1974.
- von Saldern 1980**
Axel von Saldern. *Ancient and Byzantine Glass from Sardis*. Archaeological Exploration of Sardis 6. Cambridge: Harvard University Press, 1980.
- von Saldern 2004**
Axel von Saldern. *Antikes Glas*. Handbuch der Archäologie. München: C. H. Beck, 2004.
- von Saldern et al. 1974**
Axel von Saldern, Birgit Nolte, Peter La Baume, and Thea Elisabeth Haevernick. *Gläser der Antike. Sammlung Erwin Oppenländer, Exhibition Hamburg/Cologne*. Hamburg: Museum für Kunst und Gewerbe Hamburg, 1974.
- Vroom 2015**
Joanita Vroom. “The Fortress of Çoban Kalesi. Late Medieval Ceramic and Small Finds.” In *Kinetic Landscapes. The Cide Archaeological Project: Surveying the Turkish Western Black Sea Region*. Ed. by B. S. Düring and C. Glatz. Berlin: De Gruyter, 2015, 364–374.
- Wabersich 2014**
Henning Wabersich. “Form und Medium. Überlegungen zu materialübergreifenden Gefäßformen antiken Tafelgeschirrs.” In *Otium cum dignitate. Studien zur Archäologie und Rezeptionsgeschichte der Antike, Festschrift Angelika Geyer*. Ed. by D. Graen, M. Rind, and H. Wabersich. British Archaeological Reports International Series 2605. Oxford: Archaeopress, 2014, 209–237.
- Wamser 2004**
Ludwig Wamser, ed. *Die Welt von Byzanz – Europas östliches Erbe*. Stuttgart: Theiss, 2004.
- Ward 1998**
Rachel Ward, ed. *Gilded and Enamelled Glass from the Middle East*. London: British Museum Press, 1998.
- Whitehouse 1983**
David Whitehouse. “Medieval Glass in Italy: Some Recent Developments.” *Journal of Glass Studies* 25 (1983), 115–120.
- Whitehouse 1997**
David Whitehouse. *Roman Glass in The Corning Museum of Glass*. Vol. 1. New York: Hudson Hills Press, 1997.
- Whitehouse 2001**
David Whitehouse. *Roman Glass in The Corning Museum of Glass*. Vol. 2. New York: Hudson Hills Press, 2001.
- Whitehouse 2002**
David Whitehouse. “The Transition from Natron to Plant Ash in the Levant.” *Journal of Glass Studies* 44 (2002), 193–196.
- Whitehouse 2003**
David Whitehouse. *Roman Glass in The Corning Museum of Glass*. Vol. 3. New York: Hudson Hills Press, 2003.

Whitehouse 2010

David Whitehouse, ed. *Medieval Glass for Popes, Princes, and Peasants*. New York: Corning Museum of Glass, 2010.

Wiesenberg 2016

Frank Wiesenberg. "Rohglas, Mosaikglas, Rippenschalen und römisches Fensterglas – Neues vom experimentalarchäologischen römischen Glasofenprojekt im Archäologiepark Römische Villa Borg (Borg Furnace Project 2015, BFP2015)." In *Archäologie in der Großregion. Internationales Symposium zur Archäologie in der Großregion in der Europäischen Akademie Otzenhausen 19.–22.02.2015*. Ed. by M. Koch. Archäologentage Otzenhausen 2. Nonnweiler: Europäische Akademie Otzenhausen, 2016, 265–272.

Williams II and Zervos 1993

Charles K. Williams II and Orestes H. Zervos. "Frankish Corinth: 1992." *Hesperia* 62 (1993), 1–52.

Wulf 1999

Ulrike Wulf. *Die hellenistischen und römischen Wohnhäuser von Pergamon*. Altertümer von Pergamon 15.3. Berlin: De Gruyter, 1999.

Wulf-Rheidt 1994

Ulrike Wulf-Rheidt. "Der Stadtplan von Pergamon. Zu Entwicklung und Stadtstruktur von der Neugründung unter Philetairos bis in spätantike Zeit." *Istanbuler Mitteilungen* 44 (1994), 135–175.

Wünsche and Steinhart 2010

Raimund Wünsche and Matthias Steinhart, eds. *Zauber in edlem Stein. Antike Gemmen. Die Stiftung Helmut Hansmann*. Forschungen der Staatlichen Antikensammlungen und Glyptothek 2. Lindenberg im Allgäu: Josef Fink, 2010.

Zahlhaas 2003

Gisela Zahlhaas. *Die Sammlung Marie-Luise und Dr. Thomas Drexel*. München: Archäologische Staatssammlung, 2003.

Zanon 2013

Michela Zanon. "Tyana/Kemerhisar (Niğde): Glass Bracelets of the Byzantine and Islamic Period." *Anatolia Antiqua* 21 (2013), 181–197.

Ziegenaus 1981

Oskar Ziegenaus. *Das Asklepieion. Die Kultbauten aus römischer Zeit an der Ostseite des Heiligen Bezirks*. Altertümer von Pergamon 11.3. Berlin: De Gruyter, 1981.

Ziegenaus and de Luca 1975

Oskar Ziegenaus and Gioia de Luca. *Das Asklepieion. Der nördliche Temenosbezirk und angrenzende Anlagen in hellenistischer und frühromischer Zeit*. Altertümer von Pergamon 11.2. Berlin: De Gruyter, 1975.

Эрмитаж 1980

Государственный Эрмитаж, ed. *Художественное ремесло эпохи Римской империи (I в. до н.э. – IV в.)*. Каталог выставки. Leningrad: Искусство, 1980.

HOLGER SCHWARZER

is a Classical Archaeologist who teaches at the Westfälische Wilhelms-Universität Münster since 2010. He conducted archaeological field work for many years in Turkey, especially in Pergamon, as well as in the Near East. Apart from ancient and medieval glass, his research is centred on Graeco-Roman cultic activities, ancient numismatics, iconography and architecture.

Dr. Holger Schwarzer, M.A.
Westfälische Wilhelms-Universität Münster
Institut für Klassische Archäologie und Christliche Archäologie/Archäologisches Museum
Domplatz 20–22
48143 Münster, Germany
E-Mail: Holger.Schwarzer@uni-muenster.de

THILO REHREN

studied Mineralogy before starting his first position at the Deutsches Bergbau-Museum in Bochum. In 1999 he took up the Chair in Archaeological Materials and Technologies at the UCL Institute of Archaeology in London, from where he was seconded for five years to set up UCL Qatar in Doha. Since 2017 he is Director of the Science and Technology in Archaeology and Culture Research Center at The Cyprus Institute. His research is focussed on the archaeometry of ancient metals and glass.

Prof. Dr. Thilo Rehren
Director of Science and Technology in Archaeology and Culture Research Center
The Cyprus Institute
Athalassa Campus
20 Konstantinou Kavafi Street
2121 Aglantzia/Nicosia, Greece
E-Mail: th.rehren@cyi.ac.cy

Marion Brüggler

Glass Working in *Germania secunda*

Summary

This paper presents evidence of glass working in Late Antiquity in the province of *Germania secunda*. Five sites are known so far, three of which have yielded glass furnaces: Goch-Asperden, the Hambach Forest region, and Cologne. The features and finds of the first two of these sites are discussed in more detail. Furthermore, glass working in Cologne is summed up shortly. Also the distribution of three distinct vessel types are described (mold-blown bowls Isings 116, barrel-shaped bottles, and 'Helle' type bowls). The question of local raw glass production at Hambach is addressed, as well as questions concerning the craftsmen and organization of the workshops.

Keywords: Late Antiquity; glass working; glass furnaces; crafts; glass vessels

Der Beitrag bespricht die spätantike Glasverarbeitung in der *Germania secunda*. Von fünf bisher bekannten Fundplätzen erbrachten drei Glasöfen: Goch-Asperden, der Hambacher Forst und jüngst auch Köln. Die Befunde der ersten beiden Plätze werden etwas detaillierter beschrieben und darüber hinaus die Glasverarbeitung in Köln zusammengefasst. Es werden drei Gefäßtypen (Schüsseln vom Typ Isings 116, fassförmige Flaschen und Schüsseln des Typs Helle) diskutiert und die Frage nach einer eventuellen Rohglasproduktion in Hambach angesprochen, ebenso wie die Herkunft der Glasmacher und die Organisation der Werkstätten.

Keywords: Spätantike; Glasverarbeitung; Glasöfen; Handwerk; Glasgefäße

It is well known that Cologne hosted important glass workshops at the time of the High Empire.¹ In Late Antiquity, the provincial capital seems to have lost its dominant position in the glass industry, and workshops were established in rural areas. However, the Rhineland still played an important role in the glass industry. In the following, I will review the evidence for glass working in the 4th and 5th centuries in the Late Antique province of *Germania secunda*, the northernmost province of the diocese of Gaul, comprising the Rhineland, parts of the modern countries of Belgium, and the Netherlands. Even though the province suffered from Germanic invasions in the 4th and 5th centuries, the main centers such as Cologne, Xanten, Nijmegen, and Tongeren retained their importance, and the defensive system along the Lower Rhine was still in use. As we shall see, crafts like the making of glass vessels were sought-after skills, and economic networks still functioned.

In *Germania II*, only three locations with glass furnaces are known so far; workshops were discovered by excavation in Goch-Asperden near Nijmegen, the region of the Hambach Forest west of Cologne, and also recently in Cologne (Fig. 1). While at Asperden, a single site yielded only two consecutive furnaces, the Hambach region has yielded considerably more evidence with ten sites and all-in-all more than 40 furnaces (Fig. 2). Until recently, furnaces had been lacking in Cologne itself, but in 2015 a furnace was excavated in the southern suburbs.² In Aachen, a crucible fragment that is dated ‘probably to the 4th century’ was found near the Minster,³ and in Krefeld a base fragment of a crucible was found near the Late Antique fort.⁴ In summary, workshops seem to have been in operation in major centers, namely the provincial capital, Cologne, as well as, not discussed here, the capital of the neighboring province of Belgica I, in Treves.⁵ Besides these, secondary centers such as Krefeld and Aachen hosted workshops as well.

Most importantly, however, glass workshops were found in rural areas.⁶

1 The Asperden workshop

The site at Goch-Asperden, District of Kleve, is situated on the minor river Niers, a tributary of the Meuse on the southern edge of the Reichswald Forest. The Reichswald is a range of low elevations to the southeast of Nijmegen, created by glacial activities. How it was used in Roman times is not known. Roman presence in the area of the forest is certain; for example, indicated by a coin hoard dated to the 3rd century⁷ and other finds of a Roman date.⁸ A well-dated pollen diagram from Kleefsche Beek in the Netherlands, located a few kilometers to the south of the Reichswald, shows a decrease of agricultural land in the second half of the 3rd century. The area underwent reforestation by AD 500,⁹ and has been a woodland ever since. Asperden features a *burgus*, a military outpost, which was excavated in 1964/65,¹⁰ and must have been a place from which the military monitored traffic along the river Niers. Also, a road is thought to have led past Asperden from Cuijk on the river Meuse in the west, to Kalkar-Burginatum on the Rhine in the east. There are also indications for a crossroads as well as a river crossing near the *burgus*.¹¹ At Cuijk in the Netherlands, a fort existed in the 4th century and a bridge across the river Meuse was constructed in AD 348/49 and repaired in AD 369 and AD 397.¹² The *burgus* at Asperden can be connected to the construction of the Meuse Bridge, since the fort’s earliest, wooden phase probably dates back to the AD 340s. It was then rebuilt in stone during the reign of Valentinian I., before it was abandoned in AD 420/30.¹³ The *burgus* was situated on top of a plateau 17 m above the floodplain of the Niers. Directly below it, on the foot of the slope, lay the remains of a glass workshop. A furnace had already

1 Höpken and F. Schäfer 2006; von Saldern 2004, 590.

2 A. Schäfer and Bernhardt 2016, 145–147. Alfred Schäfer and Ella Magdalena Hetzel and Reinhold Schwarz. “Römische Glasmacherwerkstätten des 3. und 4. Jahrhunderts in Köln”. In *Römische Glasöfen – Befunde, Funde und Rekonstruktionen in Synthese*. Ed. by B. Birkenhagen, C. Höpken, and M. Brüggler (in print).

3 Päßgen 2003, 10. A crucible from Jülich dated to the 3rd to 4th centuries by Päßgen 2003, 10, is more likely older, dating to the 2nd to 3rd century (Gaitzsch, Follmann-Schulz, et al. 2000, 109–110, Fig. 19.5).

4 Museum Burg Linn, Krefeld, Inv.-Nr. 86/1. Gaitzsch, Follmann-Schulz, et al. 2000, 109, give its type as Alzey 28, though only the base

has been found. Another vessel type can, therefore, not be ruled out.

5 Goethert 2010.

6 Grünewald and Hartmann 2014, 46–47.

7 Brüggler, Kemmers, and Klages 2015.

8 Unpublished data, LVR-State Service for Archaeological Heritage in the Rhineland.

9 Kalis et al. 2008, 36.

10 Hinz and Hömberg 1968.

11 Brüggler 2014.

12 Goudswaard, Kroes, and Beek 2000, 482–484, 541.

13 Brüggler 2014; Bakker 2014.

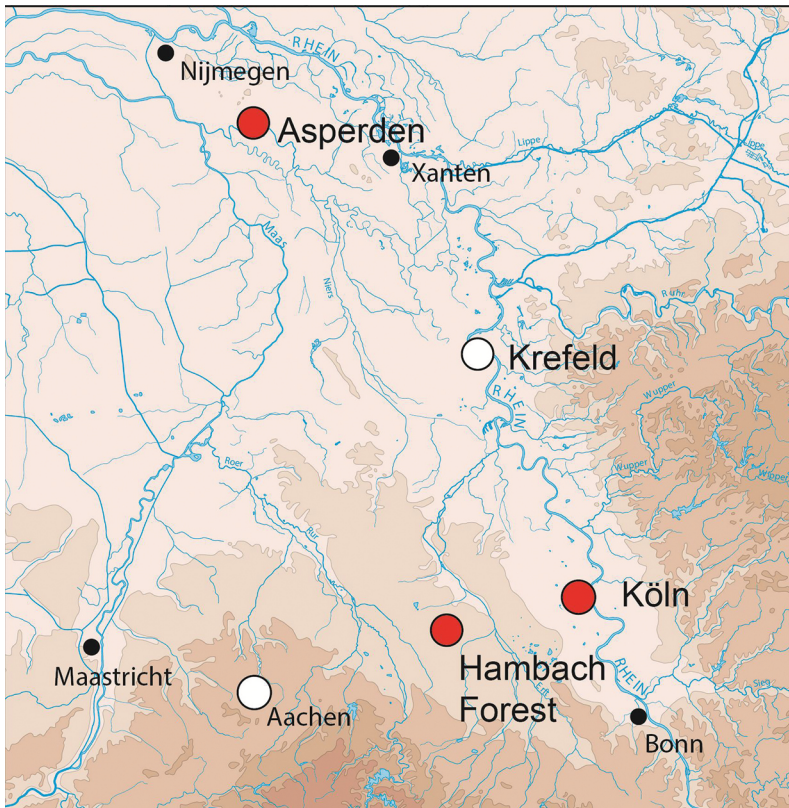


Fig. 1 Distribution of workshops in Germania secunda. Red dots: Furnaces, white dots: evidence of crucibles or production waste.

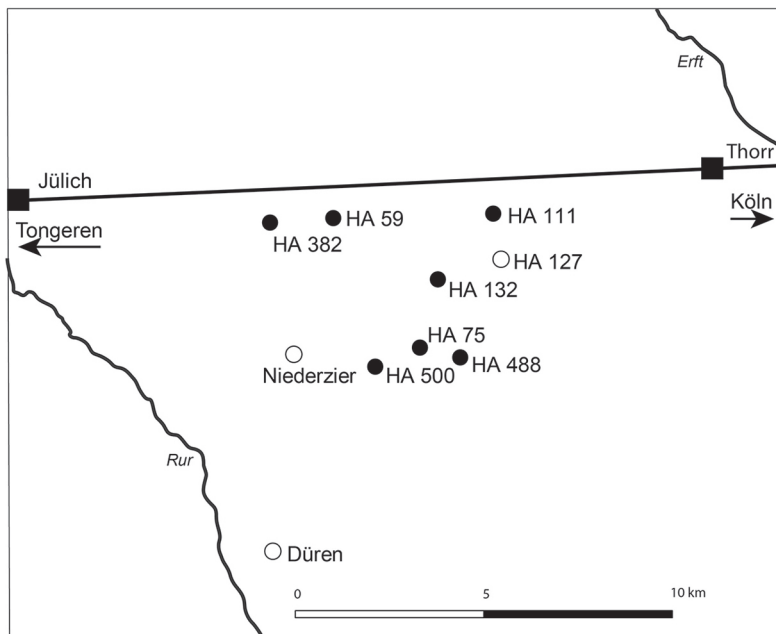


Fig. 2 Workshops in the Hambach Forest. Dots: Furnaces, circles: evidence by crucibles or production waste. Squares: Vici.



Fig. 3 The Asperden-furnaces, to the left the younger furnace (I), partly built on top of an older furnace (II).

been found in 1964 and was correctly identified by the excavators; however, unfortunately it was not documented at all.¹⁴ Plans for an excavation were not realized until 2006, when a team of the LVR-State Service for Archaeological Heritage in the Rhineland, department Xanten, under direction of the author, was able to investigate the structures in more detail.¹⁵

1.1 Structures

Two furnaces made predominantly from tiles laid in loam were discovered, a more recent one partly overlaying an older one (Fig. 3). The later of the two furnaces was the better preserved. Since this is also the best preserved Late Antique glass furnace in the Rhineland so far, it shall be described here in more detail. The furnace had a roughly oval shape of 2.4 x 1.7 m, with an annex on its southern side in the form of a semicircle, adding a further 0.85 m to the width of the structure (Fig. 4). The round fire chamber measured 0.65 m in diameter and a narrow channel led into it from the west (Fig. 4 A). A layer of charcoal-blackened sand covered the whole area to the west of the furnace: a work floor.¹⁶ The channel started from the floor level and sloped 0.3 m downwards, ending level with the floor of the fire chamber. Ashes could be removed through this opening. Imme-

diately to the north of this channel, a second opening (Fig. 4 B) led into the fire chamber. It was level with the work floor, that is to say, it opened into the fire chamber at 0.33 m above floor level. This opening might have been the stoke hole, its construction facilitating the use of cordwood: part of the logs are suspended in the firing chamber allowing the air to circulate easily around them.¹⁷ The fire chamber had yet another opening in the south (Fig. 4 C): a loam-lined channel started above floor level and led over almost 1 m gently downwards, then widened into a rectangular area of 0.3 x 0.25 m that was covered in a layer of fine ash (Fig. 4 D). The function of this structure is not certain; it cannot have been an annealing furnace, since the surface is too small. Maybe it was used for the preparation of food for the workers.¹⁸

East of the fire chamber and half a meter above its floor was situated an oval-shaped flat tank built of loam (0.8 x 0.55 m x 0.08 m). An opaque, shiny substance covered its surface. Within this tank, and on the side away from the fire chamber, excavators found a round tank of 0.35 m in diameter (Fig. 5). This smaller, circular tank was filled with a layer of cracked green glass. How to interpret these tanks is not really clear. Was glass molten in them? It is possible that the small round structure was not a tank at all, but rather the remains of a protective loam-layer surrounding a crucible. The oval tank

14 Hinz and Hömberg 1968, 170.

15 Brüggler 2014, 72.

16 The layer contained debris from glass working as well as several coins.

17 Cf. Taylor and Hill 2008, 260.

18 Suggestion by experimental archaeologist Frank Wiesenberg, Cologne.

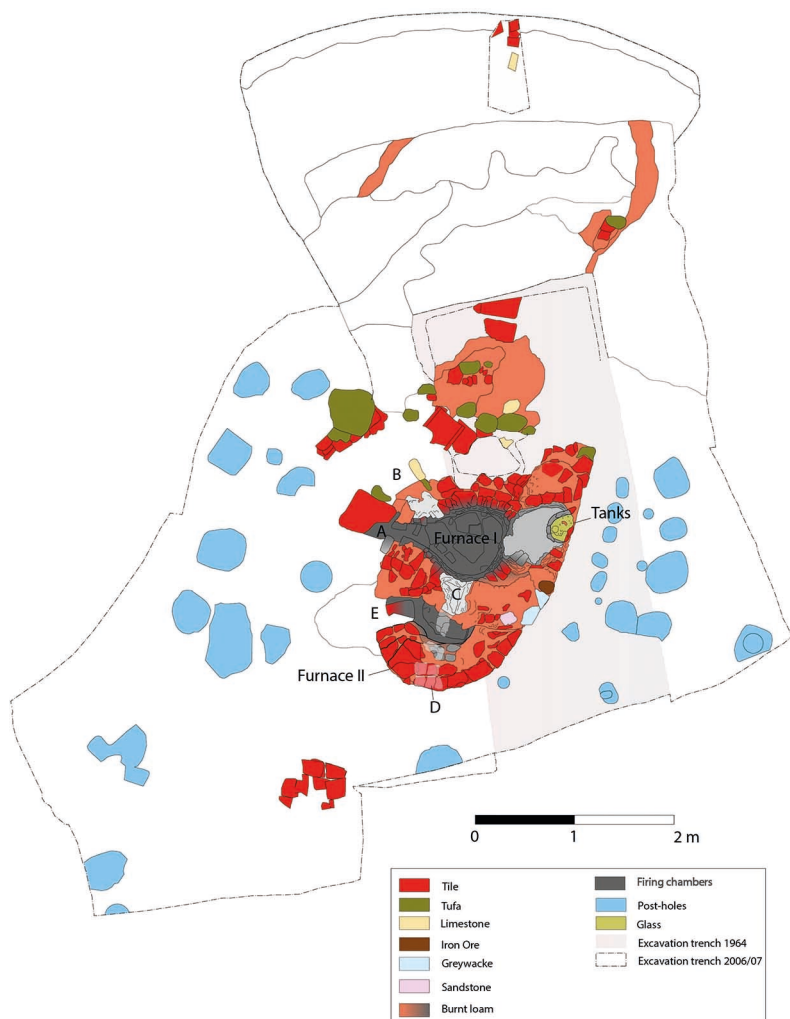


Fig. 4 Plan of the Asperden-furnaces after removal of debris from the demolition of furnace II and the charcoal-layer west of the furnaces.

might also have been a shelf for crucibles. In either case, an opening must have been situated in the wall above the tanks for the extraction of parisons, with a seat for a glass blower in front of it. Regardless of whether these features represented tanks or shelves, the furnace can be reconstructed as a cross draught furnace.

The older of the two furnaces was less well-preserved, since it was partly destroyed during the construction of the younger furnace to the north. Only one opening was documented (Fig. 4 E). As far as could be seen, the construction was similar to the younger one, the only difference being that the bottom of its fire chamber was on the same level as the corresponding working floor.

To the east and west of the furnaces, rows of post-holes were observed, most likely the remains of a shelter. Stratigraphically, most of the postholes belonged

to the older furnace, but it is likely that the younger furnace would also have had a shelter. The excavation trench could not be enlarged to search for evidence further away from the furnaces because of the dense forest in the area. To the north of the furnaces, a chamber with stepped walls had been dug into the slope. The terrace steps were packed with stones in loam, no doubt to stabilize the slope. The dug-out chamber measured one meter in width at ground level, 2.3 m at two meters above the ground, extending into the slope. The sand and loam of the walls of the terraced room, and also of the ground beneath the tiles, was burnt red. It is not clear whether this was on purpose or by accident. As a result of the disturbances by an excavation trench dug in 1964, it was not possible to clarify to which of the two furnaces this structure belonged. Its alignment with the rows of postholes suggests it being part of the aforemen-



Fig. 5 The tanks (?) of the younger Asperden-furnace.

tioned shelter. The chamber may have been used as a storeroom, for example.

1.2 Finds

During the excavations, many crucible fragments were found. One crucible (Fig. 6) could be reassembled to a height of 21 cm, but it must have been higher, since the rim was broken off. It could have contained up to 6.3 liters of glass.¹⁹ The inside is covered with a thin layer of finely crazed glass in various shades of green with opaque red streaks.²⁰ The glass layer is thicker and semi-opaque towards the bottom, also the crucible seems to have been tilted to one side while the glass was still viscous, the glass mass in the bottom was flowing to one side while cooling down. Another crucible base also contained glass that had flowed to one side, so this cru-



Fig. 6 A crucible from Asperden, height 21 cm, diameter 31 cm viewed from above and the side.

cible too must have been tilted while the glass was still viscous. The base is covered with glass on the outside, in one place loam from the furnace shelf adhered to it. Some of the other crucible fragments had an outer coating of clay. The coatings served the purpose of protecting the pots against chemical attack within the furnace atmosphere or of stabilizing the pots – especially those with narrow bases – on the furnace shelf.²¹ As to whether the crucibles were fixed to the shelf with the loam, there seem to have been different practices. In Trier, a built-in crucible was found during the excavation of a furnace.²² The two crucibles from Asperden mentioned above were tilted while still hot. This would not have been possible if they had been fixed to the shelf, so here, they were obviously not fixed. Without exception, the crucibles were made of ceramics produced in the Eifel at Mayen. These pots and bowls were normal

19 Gaitzsch, Follmann-Schulz, et al. 2000, 113, gives the volume of a crucible from HA 500 as 6 liters (or 15 kg of glass).

20 A crucible with similar green glass and red streaks from the Hambach Forest was analyzed by Wedepohl and found to be two different sorts of melt that had not mixed well or had separated again, maybe in an

attempt to colour the glass with copper (Gaitzsch, Follmann-Schulz, et al. 2000, 144–145).

21 Payne 2008, 285–286; Taylor and Hill 2008, 261.

22 Goethert 2010, 86.

household ceramics, i.e. not specialized containers for the melting of glass.²³ Since no rim sherds were found, the types of the pots or bowls used at Asperden remain uncertain. The crucible shown in Fig. 6 was most likely a pot, maybe of type Alzey 27. The rims seem to have been broken off deliberately to obtain a wider diameter. This can be inferred from one crucible fragment where glass completely covered the rim, which had been broken off beforehand.²⁴

Determining the product range of a workshop is often difficult, since waste from glass manufacturing processes was re-melted. Additionally, glass sherds that had been collected from other sites for recycling can bias the picture. Sometimes, however, waste was not re-melted, if it was too contaminated for example, or simply overlooked. Looking at these small glass objects more closely can help provide insights into finished products and illustrate details of the production process.

Chunks of raw glass from Asperden were mostly coloured yellowish-green, resulting in translucent glass of a yellowish-green tinge. Most of the vessel fragments were also translucent, with a distinctive tint ranging from greenish to yellowish-green. Blue-green glass also occurred, albeit in very small quantities, i.e. a handle fragment of a bottle from the 1st to 3rd century, a sherd of a rib bowl from the 1st century, and some wall fragments of other vessels. This suggests the recycling of older vessels. Apart from clear glass, raw glass that was black in appearance, was found in a chunk form. Brown and blue glass was also present and used for decorations.

Vessel glass was definitely blown in the workshop of Asperden, as the frequent presence of moils proves. Certain moils occur when glass flakes off from the upper part of the parison. Sometimes black iron oxide scales from the blowpipe adhere to their inner surface. Their inner diameter of 1 cm, in one case, and 1.5 cm, in two cases, indicate the outer width of the blowpipe used. Other moils occur when the parison is cracked off the blowpipe to attain an open vessel. These moils look like flat bowls. Their rim diameters vary between 6 and 16 cm, though mostly are around 12 and 13 cm. Their presence proves the blowing of open vessels such as beakers, cups, and bowls.



Fig. 7 Decoration found in Asperden: “knot” made of blue glass, length 1,6 cm.

Numerous body and rim fragments of glass vessels were recovered during the excavation. Most of the rims were cracked off and belonged to cups, beakers, or bowls, as was already indicated by the presence of the moils. These rims were sometimes smoothed by polishing. A few fire-rounded rims also occur. Where the type could be identified more closely, hemispherical cups with cracked off rims of type Isings 96 (19 rim sherds) were relatively frequent. Their rims were sometimes smoothed by polishing. Another rim sherd probably belonged to a subtype with a wide opening. Hemispherical cups were, in general, very frequent during the entire 4th century, and continued to be used in the 5th century. One fragment with a cracked-off rim most likely belonged to a conical beaker (type Isings 106c) that appeared in the 1st half of the 4th century. Four sherds of indented truncated conical bowls were found (type Isings 117). Two of these have cracked-off rims. In general, they can be dated to the 2nd half of the 4th to mid-5th century. Another piece has a fire-rounded rim and a spiral glass trail on the upper part of the body. These features characterize late examples of the type.²⁵ Two more sherds with cracked-off rims may have belonged to the types Isings 116a or Isings 117. A distinctive type that was produced at Asperden is the Helle type, 16 fragments of bowls of this type were found. I will return to this type in more detail below. In summary, the vessels produced in Asperden were cups, beakers, bowls, and

23 This is a widely known phenomenon, cf. e.g. Nenna 2008, 63.

24 Brüggler 2014, 94.

25 Koch 1987, 187.

maybe bottles, that is to say, drinking ware. The predominance of drinking ware in glass vessel types is characteristic of the Late Antiquity. Additionally, a single fragment of a glass bangle with a black appearance was also found. In combination with the find of a black glass chunk, it seems possible that this object was also shaped at Asperden.

Several kinds of decoration occur on the vessels: coloured blobs and glass-trails in blue and brown on clear glass were noted, along with horizontal trails of the same colour as the body-glass, horizontal trails of brown glass, and finely incised horizontal lines. In one case, a sort of knot in blue glass was recorded (Fig. 7). One sherd had horizontal trails in the colour of the glass that were drawn down to form an arcade-like décor. One body fragment had small decorative dents made by blowing a parison into a mold, before retrieving and further inflating it.

1.3 Date

A glass furnace has to be repaired after one firing season, and possibly even a cupola replaced; however, this would not always leave a trace in the archaeological record. Since only two consecutive furnaces are known from Asperden, it is thought that glass working at the site lasted for no more than a few years, ranging from shortly before the year AD 400 to around 420/30. This can be surmised from the typological analysis of the finds, i.e. ceramic and glass types and coins associated with the workshop.²⁶

2 The Hambach Forest and its workshops

Eight sites within an area of roughly 15 km² in the Hambach Forest, ca. 30 km west of Cologne and just to the

south of the Roman road between Cologne and Bavay, have yielded evidence of Late Antique vessel glass production (cf. Fig. 2). Furnaces were discovered at most of the sites, between two and 12 or 13 at a single site; at one site, HA 127, the presence of a workshop was demonstrated by fabrication waste only. A few kilometers to the southwest of the workshop region, two more sites are known from surface finds at Düren-Birkesfeld²⁷ and Niederzier.²⁸

The Hambach region was extensively settled in the High Empire in the form of *villae rusticae*, which had mostly been abandoned by the end of the 3rd century. Reforestation had already started in the 1st half of the 3rd century, and continued into Late Antiquity.²⁹ By the Early Middle Ages, the region was covered by forest and remained so until today. Unfortunately, the forest is now destroyed by open cast lignite mining. The road close by, the relative vicinity to Cologne and the secondary town of Jülich, and the ample presence of wood for fuel were most likely the crucial factors for the choice of location for the glass workers.³⁰ Another incentive may have been the re-use of building materials: all of the Hambach workshops were established at the site of former *villae rusticae*.³¹

The site that yielded the most extensive evidence for glass working is HA 132. It was excavated partly in 1977 and partly in 1994–1996 by the LVR-State Service for Archaeological Heritage in the Rhineland by Wolfgang Czysz (1977) and Wolfgang Gaitzsch (1994–1996), and published by the author as part of her PhD research.³² A *villa rustica* existed on the site from the mid-1st century AD and until the end of the 3rd century AD (Fig. 8). At some point in the 1st half of the 4th century, glass blowers settled here, probably living in the former main building of the *villa rustica*, this is indicated by some changes to the building and an abundance of finds of the Late Antiquity.³³ Two working areas were identified at the site, one a few meters to the south of the former

26 Brügglér 2014, 103–105.

27 Komp 2010. No datable material was found. Komp dates the site to the 1st century according to her chemical analyses, but the greenish-yellow colour of the glass finds seem to point rather to a Late Antique workshop; cf. also Follmann-Schulz 2015, 23.

28 Constanze Höpken and Markus Leyens. "Eine römische Glashütte in Niederzier Berg". In *Römische Glasöfen – Befunde, Funde und Rekonstruktionen in Synthese*. Ed. by B. Birkenhagen, C. Höpken, and M. Brügglér (in print).

29 Gaitzsch 1999, 148–150. Cf. also Gregor Wagner, Marion Brügglér, and Martin Grünewald. "Spätantike Glasöfen im Hambacher Forst bei Düren". In *Römische Glasöfen – Befunde, Funde und Rekonstruktionen in Synthese*. Ed. by B. Birkenhagen, C. Höpken, and M. Brügglér (in print).

30 Gaitzsch, Follmann-Schulz, et al. 2000, 154.

31 Gaitzsch, Follmann-Schulz, et al. 2000, 96.

32 Brügglér 2009.

33 Brügglér 2009, 32.

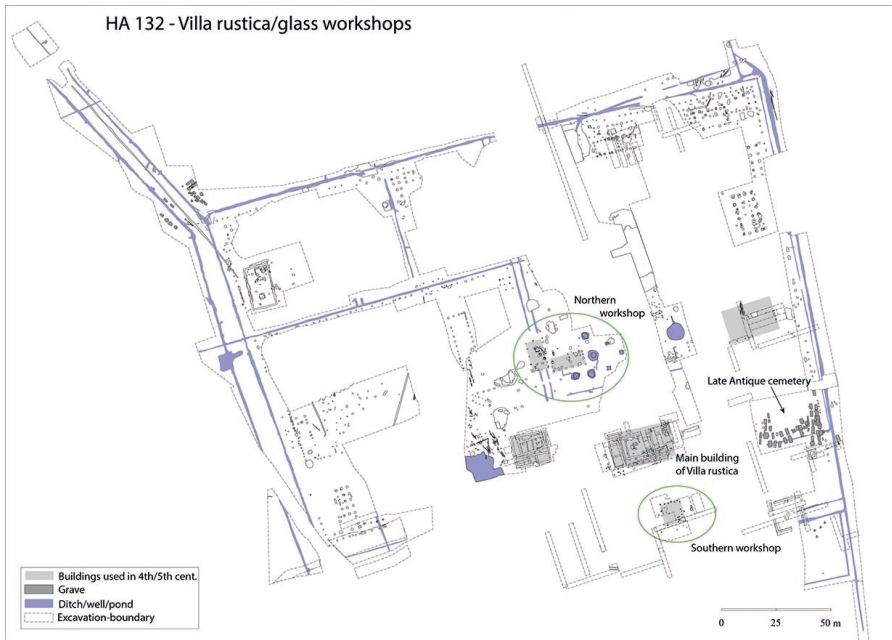


Fig. 8 Plan of site HA 132.

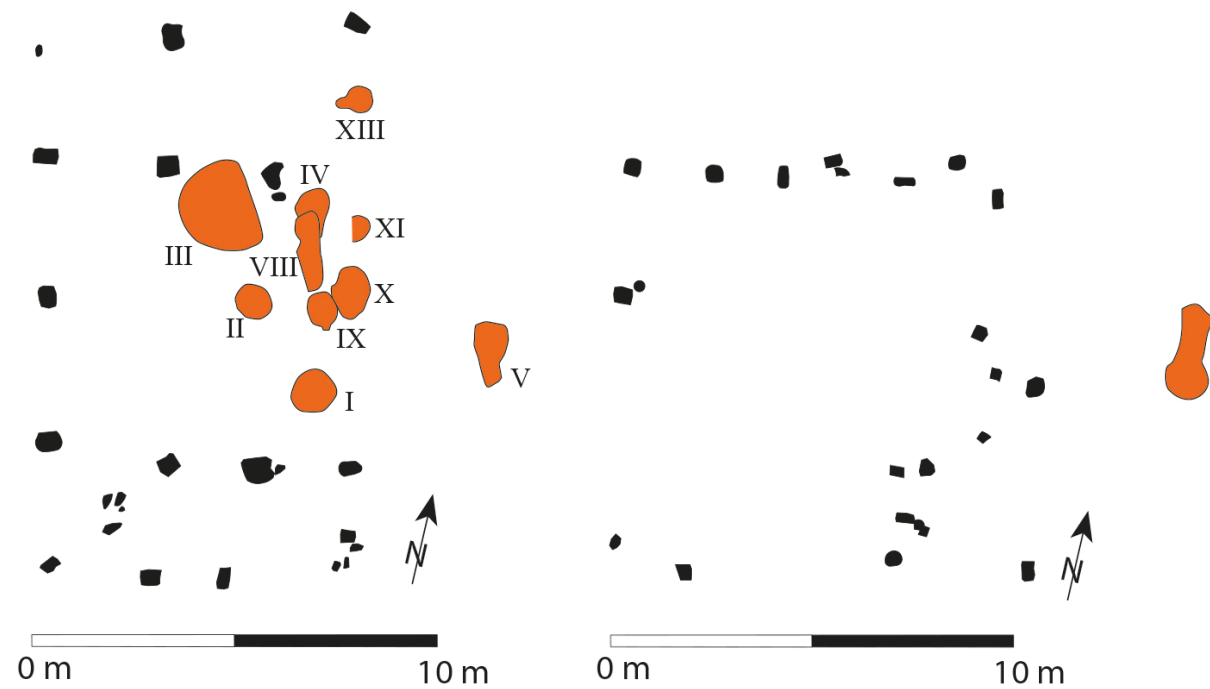


Fig. 9 HA 132: Plan of the shelter of the northern working area.

Fig. 10 HA 132: Plan of the shelter of the southern working area.

main building and another not far to the northwest of it. The working area to the south consisted of a shelter of ca. 10 m by 10 m made from timber, with a foundation of re-used stone bases and one furnace (Fig. 9)³⁴ Only trial trenches were dug in 1977; the area surrounding the furnace was not fully excavated, but there are indications that the working area originally had a larger extension.³⁵ The working area to the northwest also yielded a shelter (Fig. 10) and 12 furnaces. The northern shelter, which measured 14 by 8.5 m and was also built using re-used stone bases, covered nine of the furnaces; the remainder lay outside of it.³⁶ The southern shelter did not cover the furnace, it was, therefore, more likely a shelter for the workers. Be that as it may, all furnaces must have had a shelter, since rain would destroy the loam cupolas. The walls of the shelters must have been partly open to allow poisonous fumes to dissipate. The northern shelter had three rooms, the central and largest one opened to the west. The southern shelter is too badly preserved to allow any similar statement. Postholes surrounding some furnaces were also documented at HA 75,³⁷ HA 111,³⁸ and HA 500,³⁹ and interpreted as being parts of shelters (Fig. 11). Also in HA 382, a shelter was built around a furnace.⁴⁰

At HA 132, twelve, possibly 13 glass furnaces were documented.⁴¹ All of them were poorly preserved, with only the very lowest parts having survived. They belong to different types, which also occur on other sites of the Hambach Forest. Type A furnaces were round to oval with an inner diameter of less than 1 m and had an outer ring built up with stones or tiles. Two exemplars of this type were found in HA 132. Type B was also rather small, with inner diameters of up to 0.9 m, but with pear-shaped firing chambers that were built only of baked loam; it was documented 7 to 8 times in HA 132. Type C was found in HA 75 and HA 500, and, only with one badly preserved example, in HA 132. This type

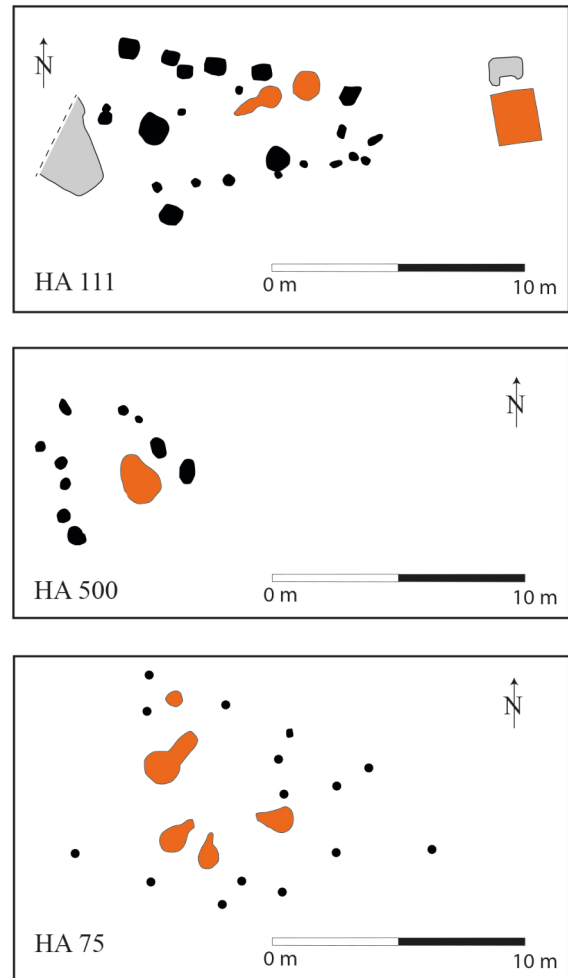


Fig. 11 Shelters at HA 111, HA 500, and HA 75. Black: Posthole, orange: furnace, grey: pit.

was built as a semi-circle and constructed of tiles, with a rectangular area of burnt loam adjacent to it. It measured 2 by 1.4 m at the maximum width. Type D was shaped like a trapezium and had two chambers. Type E was only found once in the Hambach Forest, at HA 111; it was rectangular, measuring 2 m in length and 1.7 m

34 The reconstruction of the shelter originally published by Czysz 1978, 126, Fig. 106, and reproduced by Gaitzsch, Follmann-Schulz, et al. 2000, 101, is not correct; the stone blocks used as bases for a timber structure had bungholes. So far, the published drawing is correct. However, the bases were re-used from other buildings, they did not fit together, and no attention was given by the builders to a correct alignment of the bungholes. In fact, even fragments of a decorated gravestone were used as bases (cf. Brüggler 2009, 123).

35 Brüggler 2009, 65.

36 For two of the furnaces, it is questionable whether they were used at the same time as the shelter: one lay where a stone base should have been situated, another is very close to a post – the timber would have been in danger of catching fire, Brüggler 2009, 67.

37 Rech 1982, 30.

38 Gaitzsch 1999, 127.

39 Heege 1997, 35.

40 Feature nr. 4156, Gregor Wagner pers. comm.

41 Brüggler 2009, 68–71.

Site	Number of furnaces	Furnace types	Remarks	Graves	Bibliography
HA 59	4–5	1 A, 3–4 B			Hallmann-Preuß 2002
HA 75	9	2 A, 5 B, 2 C			Rech 1982
HA 111	3	1 A, 1 B, 1 E			Gaitzsch 1999
HA 127					Gaitzsch 2001
HA 132	12–13	2 A, 7–8 B, 1 C, 1 D	2 separate working areas	35 inhumations, 3 cremations	Brüggler 2009
HA 382	7–9	1–2 A, 5–7 B		2 inhumations, 1 cremation	Gaitzsch 1999; Wagner n.d.
HA 488	>4	3 A, 1 D?	2 separate working areas		Preliminary report: Gaitzsch, Haarich, and Janssens 2009, 326
HA 500	2	2C		1 sarcophagus, AD 400	Heege 1997

Tab. 1 Summary of the Hambach-forest sites.

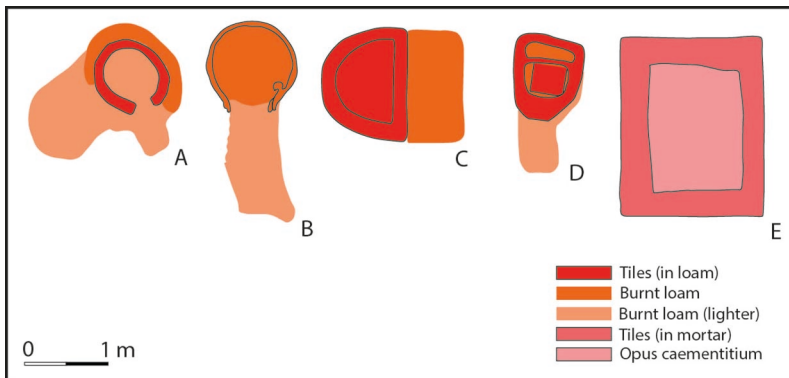


Fig. 12 Furnace-types A-E. A: HA 132, St. 9; B: HA 132, FL42/10; C: HA 500, St. 1482; D: HA 132, St. 46; E: HA 111, St. 20.

in width, and resembled a tank, built of layers of mortar and tiles⁴² (Fig. 12). While types A and B were up draught furnaces, types C and D were cross draught furnaces. At HA 132, fragments of straight furnace walls made of loam were also discovered as stray finds, which did not seem to originate from any of the other structures still *in situ*. It is possible that these were the remains of a ‘tank furnace’.⁴³ When comparing the distri-

bution of furnace types excavated in the Hambach Forest (cf. Tab. 1), a pattern emerges. At four sites, one or two furnaces of type A are combined with several furnaces of type B. Type C, which occurs on three sites, is found more rarely. Types D and E were recorded only once. In Hambach 111, two furnaces of type A and B were situated in the neighborhood of the tank-like structure

42 Cf. Brüggler 2009, 67, 79–82. My classification differs from the one by Gaitzsch (cf. Gaitzsch, Follmann-Schulz, et al. 2000, 103–106): Type A = Gaitzsch A; Type B = Gaitzsch A; Type C = Gaitzsch B; Type D = Gaitzsch A; Type E = Gaitzsch C.

43 Brüggler 2009, 70; Gaitzsch also remarked on flat pieces of burnt loam with a thick covering of glass found within furnace V. These were identified by Thilo Rehren as technical glass, not as partial melt of the furnace structure (Gaitzsch, Follmann-Schulz, et al. 2000, 106).

that the excavator interprets as a tank furnace.⁴⁴ This interpretation is not secure, since no glassy surfaces were noted on the structure. Also, mortar is not very suitable as a building material for furnaces, it would not tolerate the heat. So either the interpretation is true and the furnace has never been used, or the structure has to be interpreted differently, for example as a water basin.⁴⁵ In general, the differentiation in the layout of the furnaces suggests a differentiation in function. For a secondary workshop importing raw glass, only two furnace types would be needed: a working furnace and an annealing kiln. It was suggested, that type A were working furnaces and type B and C were used for annealing,⁴⁶ but what was the function of the other structures? Were they used for melting raw glass? Or for specialized manufacturing processes not known so far? Alternatively, were they just made by different craftsmen? Another reason for the differences could be a chronological differentiation, but this can only be guessed since the structures cannot be dated precisely enough.

At HA 132, a cemetery to the east of the main building was excavated. The practice of burial started already at the time of the occupation of the *villa rustica* in the 3rd century. Foundations of a grave monument – pieces of which were later reused in the shelter of the southern working area – were found, as well as the lead sarcophagus of a child, also dating to the 3rd century. The cemetery was used by the craftsmen in the 4th to mid-5th centuries. Thirty-eight graves can be dated to this period, 35 of them inhumations and 3 cremations. A further seven cremations belong to the 3rd to 5th centuries, but cannot be dated more precisely for lack of grave goods. A number of the inhumation graves contained large assemblages of glass vessels (Fig. 13–16).

2.1 Finds and produce

In the workshop at HA 132, but also in the Hambach Forest as a whole, Mayen-ware pots and bowls were widely used as crucibles. While in the workshop HA 132 and HA 500, the crucibles were bowls belonging to type Alzey 28, pots of type Alzey 27 were used in HA 382. In the later

case their rims were removed prior to using them as crucibles, in order to attain a larger opening.⁴⁷ Another type of bowl or pot was used at site HA 127, also made from Mayen ware, but with a rib beneath the rim.⁴⁸

The product range of the workshops in the Hambach Forest seems to be wider than that of the Asperden workshop. This could be the result of a bias, since many vessels in HA 132 were found in the graves and were, therefore, recovered as whole vessels, while those at Asperden were in small fragments and, therefore, the vessel type could often not be determined. More likely, though, this is an actual difference in the product range, since the workshops in the Hambach Forest operated for a longer time than the one at Asperden

Karl Hans Wedepohl chemically analyzed glass vessels from the graves, on the one hand, and glass waste as well as glass chunks from the workshop areas of the Hambach sites, on the other hand.⁴⁹ The composition of the glass made the distinction of two groups of workshops within the Hambach Forest possible; one group used raw glass with a high iron content and one used raw glass with a lower iron content. Wedepohl thought it was possible to chemically recognize products of the Hambach Forest from that of other workshops. It is now known that it is in fact not possible to do so. Therefore, for the following list of vessel types, that was given as chemically proven of being produced in the Hambach Forest workshops, a local production is still likely – some of the vessels are second-rate quality – but other than stated before, this cannot be proven chemically (Fig. 16);⁵⁰ eating/serving: low circular dish Isings 97a, drinking vessel: shallow bowl Isings 116a, mold-blown bowl with geometrical ornament Isings 116b, deep bowl with horizontal rim on foot Isings 115, drinking horn Isings 113 with yellow and brown trails and blobs, conical beaker on foot Isings 109b, and conical beaker Isings 106 with blobs and arcaded trails; drinking/serving: barrel-shaped bottle stamped ECVA and FRON, bulbous flask Isings 101 (plain and with ribs), flask with funnel mouth with base ring Isings 104a, and conical bottle with funnel neck. Not shown on Fig. 16 because the type was not included in the graves at HA

44 Gaitzsch, Follmann-Schulz, et al. 2000, 105–106.

45 Brüggler 2009, 213.

46 Gaitzsch, Follmann-Schulz, et al. 2000, 104–105; Brüggler 2009, 82.

47 Gaitzsch, Follmann-Schulz, et al. 2000, 110; Brüggler 2009, 75; rim type: Redknap 1999, 57–58, 64 (type R2.1–R2.45).

48 Follmann-Schulz 2015, 24, Fig. 2.4.

49 For details on the chemical analyses cf. Gaitzsch, Follmann-Schulz, et al. 2000, 87, 131–147 and the discussion below.

50 Gaitzsch, Follmann-Schulz, et al. 2000, 114.



Fig. 13 Glass-vessels from grave 38 at HA 132.



Fig. 14 Glass-vessels from grave 39 at HA 132.

132 is beaker type Isings 109b. Via production waste, the following types are likely to have been produced in the Hambach Forest (Fig. 16): conical beaker Isings 106, hemispherical cup Isings 96, bottle with dolphin handles Isings 100a, vessel with square body, and also barrel-shaped bottles stamped ECVA and FRON.

An interesting observation is the difference in colour of the clear glass vessels between the assemblages in the cemetery at HA 132. The vessels all have a light tinge, ranging between bluish green and yellowish green. It could be shown, that the different hues have a chronological significance, with clear and bluish green glasses, the latter not to be confused with the blue-green glass of the High Empire, being the earlier ones and the greenish-yellow tinge becoming more pronounced towards the end of the use of the cemetery.⁵¹

2.2 Date

The graves at the site HA 132 help establish the period of duration of the workshops. Since the glass found in the graves was produced in HA 132, or at the other sites in the Hambach Forest (cf. above), the date of the graves give a minimum timespan for the workshops. The first burials containing glass date from the 1st half of the 4th century, there were graves dating to the 2nd half of the 4th century, and the latest graves date to the middle third of the 5th century. The glass workshops were, therefore, established during the first half of the 4th century, continued through the 2nd half of the 4th century into the middle third of the 5th century, covering around, or just over, one century.⁵² Finds that can give an independent dating of the workshops also came to light in the workshops themselves. In a furnace on the site HA 500, a

51 Brüggler 2009, 84, 119–121; Gaitzsch, Follmann-Schulz, et al. 2000, 118.

52 Brüggler 2009, 90–92.



Fig. 15 Glass-vessels from grave 75 at HA 132.

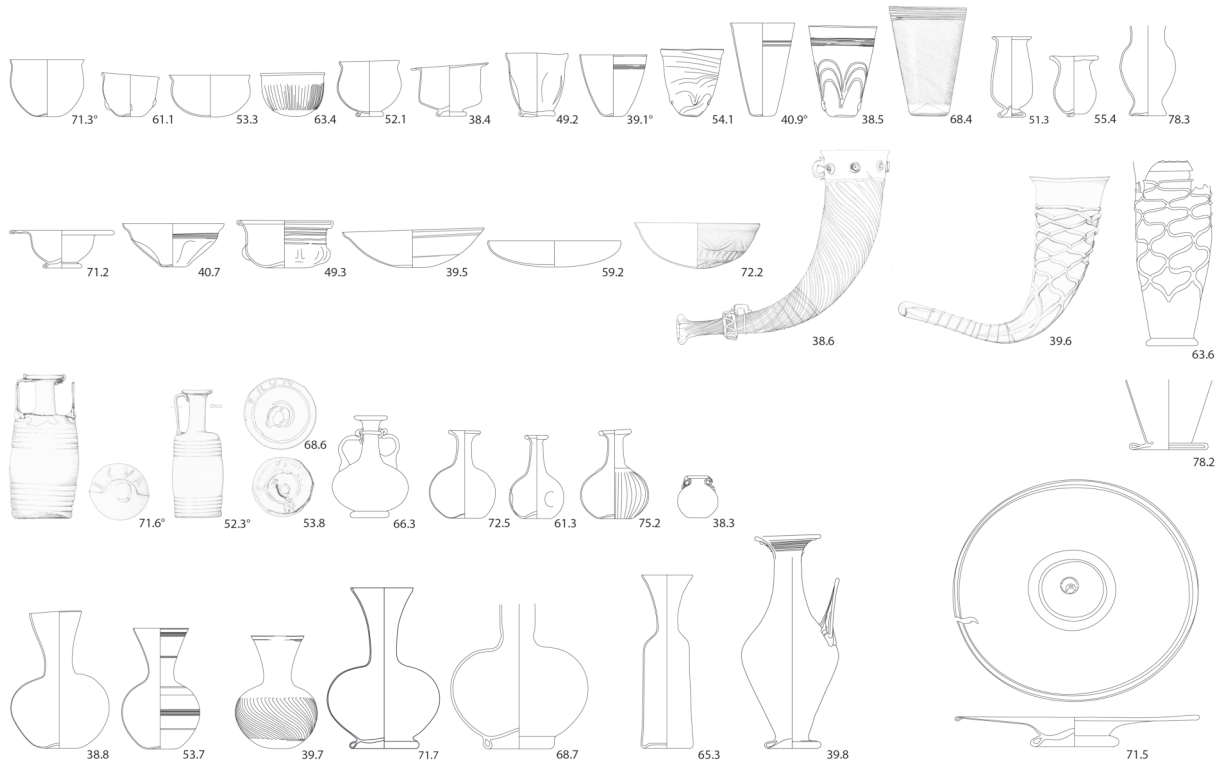


Fig. 16 Vessel-types found in the graves at HA 132. *type produced in the Hambach Forest according to production waste. The numbers refer to the catalogue-numbers in Brüggler 2009, M 1:4.

coin hoard was found, with most of the coins dating between AD 337–350.⁵³ This may be linked to an intrusion of Franks in the time of Emperor Julian’s reign.⁵⁴ At this point, the furnace must still have been in existence, which means that it must have had a cupola to be able to hide a hoard in the firing chamber.⁵⁵ The person

that hid the hoard was not able to retrieve it again, and the furnace was also not used afterwards, indicating an interruption of production at HA 500. The production within the Hambach Forest as a whole, however, did not come to an end then. At HA 59, a sherd of roller stamped Argonne ware was found in the filling of a furnace. The

53 Zedelius 1980, 205–206.

54 Rech 1982, 386.

55 Rech 1982, 386.



Fig. 17 Cup with "Igelkopf"-decoration from Bonn.

motive of the stamp can be dated to the end of the 4th and 5th centuries.⁵⁶

It has been suggested by Wolfgang Gaitzsch, that the workshops at the different Hambach sites were in fact one factory and did not operate independently from each other.⁵⁷ This view is also held by the author.⁵⁸ At HA 111, a sherd of an ECVA-stamped barrel-shaped bottle was found that was blown in the same mold as another bottle from HA 132. Also, graves were only found at three sites: HA 500 had only one grave, HA 382 three, while there were 38 at HA 132. Also, the number of furnaces was largest at HA 132. It seems, that HA 132 was used as the center, where the craftsmen buried their dead, while the workshops moved around, clearing the brushwood for fuel and then moved on when it was used up. Of course, it cannot be ruled out that larger numbers of graves or furnaces in other places were not discovered.

The dating is difficult, since not all the sites have been studied in detail yet. However, an overview can be given.⁵⁹ HA 75 is possibly the oldest site, established at some point in the 1st half of the 4th century, according

to the earlier crucible sherds described below. During the 1st half of the 4th century, the northern workshop in HA 132 was in operation. At HA 500, a furnace was in use around the middle of the 4th century, as the aforementioned coin hoard indicates. A grave was interred there containing large numbers of glass vessels and dated to around AD 400, and a well was built in AD 395.⁶⁰ This may be an indication of a longer production period at the site. The HA 59 site was more likely used in the 2nd half of the 4th century. The chemical composition can provide a clue to the dating as well; according to Wedepohl, two chemically different groups of glass were used in the Hambach forest, one group with a higher iron content, one with a low iron content.⁶¹ The group with the higher iron content is later than that with the low iron content, as can be derived from the forms of the vessels made with the respective raw glass. The workshops at HA 382, HA 59, HA 500, and HA 132-south used the high iron group and, therefore, were later than HA 75 and HA 111 (HA 488 was excavated after the analyses had been carried out).

56 Cf. Brüggler 2009, 212.

57 Gaitzsch, Follmann-Schulz, et al. 2000, 154.

58 Brüggler 2009, 214–215.

59 Brüggler 2009, 214.

60 Heege 1997, 40–41.

61 Gaitzsch, Follmann-Schulz, et al. 2000, 136.

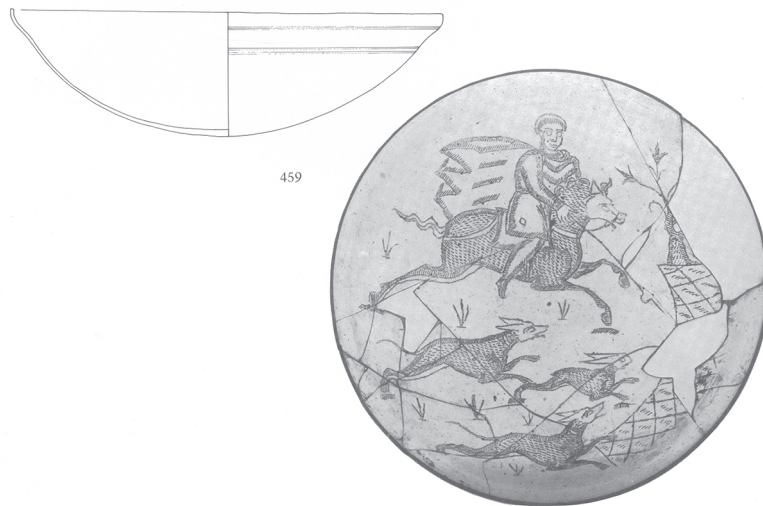


Fig. 18 Bowl with a decoration in Wint-Hill-Style from Bonn.

3 Cologne

The fact that Cologne hosted an important vessel glass production in the first two centuries, together with many graves containing rich assemblages of glass vessels, leads to the supposition of an important glass industry also in the 3rd to 5th centuries. Until recently, direct evidence for glass production in the form of furnaces was lacking after the late 2nd century. Only three fragments of crucibles from two sites – one near the Waidmarkt, one at Kattenbug – had been identified that are dated to the 4th century.⁶² In 2015, a glass furnace was excavated in the southern suburbs in Tel-Aviv-Straße. It is dated to the 2nd half of the 4th century.⁶³ This is the first direct evidence of glass working during Late Antiquity in Cologne.

In the late 3rd/4th centuries, certain geometrical wheel-cut motives – diamond and honeycomb, the so-called ‘Kölner Raute’ – were thought to have been cut in Cologne. In the 4th century, anthropomorphic cut motives, especially on cups and beakers with figures

sporting spiny hairstyles and eyes and mouths marked by double lines, make up the so-called ‘Igelkopfwerkstatt’ (Fig. 17). This workshop was presumably also located in Cologne.⁶⁴ Bowls with hunting scenes, mythological scenes or Christian iconography of the so-called Wint Hill group are thought to have been produced in Cologne as well. Mainz, however, is also discussed as a possible location for this workshop (Fig. 18).⁶⁵ The most elaborate of Roman vessels, the cage cups, were also thought to have been produced in the city. This is deduced by a perceived concentration of these cups (altogether 3) in Cologne.⁶⁶

These examples relate to the tasks of processing and finishing, i.e. working the vessels in a cold state, not vessel blowing. It is, therefore, conceivable that besides glass blowing, workshops in Cologne imported raw, unworked glass vessels and then decorated them. On the other hand, it is possible that the accumulation of high quality glass vessels might in fact not represent local industry, but rather rich people having been able to afford these vessels, as Höpken and Schäfer point out.⁶⁷

62 The Kattenbug fragment, however, is not securely dated in Late Antiquity. It is made of local ware and has a rim form that might as well belong to the 2nd or 3rd centuries. Höpken and F. Schäfer 2006, 82.

63 For further details cf. A. Schäfer and Bernhardt 2016, 145–147; Alfred Schäfer and Ella Magdalena Hetzel and Reinhold Schwarz. “Römische Glasmacherwerkstätten des 3. und 4. Jahrhunderts in Köln? In *Römische Glasöfen – Befunde, Funde und Rekonstruktionen in Synthese*. Ed.

by B. Birkenhagen, C. Höpken, and M. Brüggler (in print).

64 Follmann-Schulz 1988, 7; Rottloff 2000, 146; Höpken and F. Schäfer 2006, 82.

65 Höpken and F. Schäfer 2006, 82; Harden 1960; von Saldern 2004, 416.

66 Höpken 2010, 391–392.

67 Höpken and F. Schäfer 2006, 82.

4 Distribution of selected vessel types

One way of determining the economic significance of a workshop is to trace the products from production to consumer sites. Unfortunately, many of the vessels blown in the Hambach Forest and at Asperden were nondescript simple cups and bowls that can be found on almost every Late Antique site in the Northwestern provinces. Their simple shape makes it impossible to trace them back to a workshop either by decoration or by the style of a craftsman. Others are so singular, that no parallel can be found, such as the polychrome drinking horn found at HA 132. Some vessels, however, can be traced back to certain workshops and help illuminate the distribution networks. These will be discussed in the following section.

4.1 Mold-blown bowls Isings 116 with geometrical ornamentation

In HA 132, two mold-blown bowls of type Isings 116 were decorated with a geometrical ornament. They were found in two of the Late Antique graves, dating to the end of the 4th/1st half of the 5th centuries and to the middle third of the 5th century.⁶⁸ The ornament consisted of an equal-armed cross within a lozenge that was surrounded by a square. Lines radiated outward from this center ornament. While according to some, the motive is a purely geometrical ornament,⁶⁹ according to others, it can be connected to Christian iconography.⁷⁰ Be that as it may, the mold used to form both these bowls had a barely detectable flaw. A dot can be made out in the angle of the cross near the center (Fig. 19). Two more bowls that were made using the same mold are known from Eschweiler-Lohn,⁷¹ one from Inden, both sites being ca. 15 kilometers to the east of the Hambach Forest; another one from Cologne; and a fragment from Remagen.⁷² Altogether, seven bowls are known so far, two of which were found on workshop sites. The others were obviously traded, but only in the southern Rhineland.

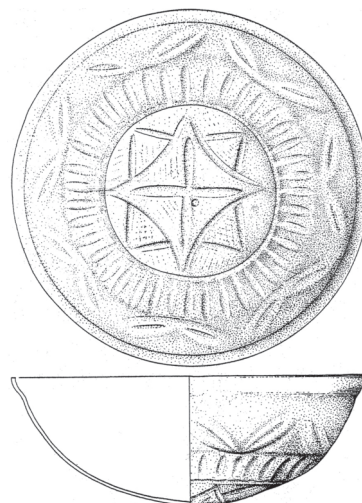


Fig. 19 Mould-blown bowl from HA 132.

4.2 Barrel-shaped bottles

In their extensive study of the Hambach Forest glass workshops, Wolfgang Gaitzsch, Anna-Barbara Follmann Schulz, Karl Hans Wedepohl, and Gerald Hartmann also investigated barrel-shaped bottles in detail.⁷³ These vessels are named after their form that was based on barrels. Their liquid capacity was limited, from 520 ml to 670 ml. Their main use, therefore, must have been for serving at table, but they could also have been used as storage and transport vessels. Most of the known vessels were found in graves dating from the middle of the 4th century to the 1st half of the 5th century, which was also most likely their time of production. In the cemetery of HA 132 alone, five examples were found within the Late Antique graves 52, 53, 68, 71, and 72.⁷⁴ Many of the barrel-shaped bottles have a maker's mark on their bases, those from HA 132 read ECVA. Until now, 28 barrel-shaped bottles signed with ECVA are known. Four different forms variants exist for these letters (groups A–D). Most of the bottles belong to variants A and B, while C and D are rare. Belonging to one of the groups means that the bottles were blown using the same form. Stamps of variant A are accounted for several times in the Hambach Forest. The jars of type A were produced here. Chemical analyses carried out on type B – variants C and D were

68 Brüggler 2009, grave 66, 453, grave 72, 457.

69 Gaitzsch, Follmann-Schulz, et al. 2000, 119; Gottschalk 2015, 75.

70 Päßgen 2003, 11.

71 Gottschalk 2015, 76.

72 Gottschalk 2015, 74; Follmann-Schulz 2015, 29.

73 Cf. here and in following Gaitzsch, Follmann-Schulz, et al. 2000, 119–131, 146–147; cf. also Follmann-Schulz 2015, 25.

74 Brüggler 2009, 442–457.

not analyzed – suggested a production in the Hambach Forest, too. It was since shown that the chemical composition does not allow the assignment to these workshops (cf. below). ECVA bottles are found throughout the Rhineland, mostly in *Germania secunda*, a few in *Germania prima*, with Wolfsheim being the southernmost example. Only one specimen was found in France, at Fontoy (France, Dep. Moselle).⁷⁵ Barrel-shaped bottles with a stamp reading EQVALUPIOFEC(it) were found in Cologne, Krefeld-Gellep, and Bedburg-Hau.⁷⁶ It is not clear, whether this stamp refers to two producers EQVA and LUIPIO or to one and the same person.

The mark FRON is also known from the Hambach Forest, but not in the same numbers as the ECVA stamps. In HA 132, the stamp FRON is once arranged in a half-circle and once crosswise. Follmann-Schulz supposes that these were also produced in the local workshops.⁷⁷

The distribution of the known ECVA bottles covers an area of 50 km to the north of the workshops, to more than 200 km to the south, thus, definitely showing a wider distribution than the aforementioned bowls.

It is unknown, whether the maker's mark vouches for the quality of the glass or its contents: it could be that the name ECVA signifies the owner of a glass workshop. Alternatively, it could be the name of a (wine)producer, ordering a certain glass type at the Hambach workshops.⁷⁸

4.3 Bowls of the Helle type

Another distinct type that is recognizable, even in small fragments, is the bowl type Helle.⁷⁹ These bowls have a bag-like body with mostly seven to eleven pinched-out ribs. The neck is high and steep and a horizontal glass trail is wound several times around it. Its rim is either simply out-turned and fire-rounded or out- and down-turned, forming a hollow ring. The bowls range in size from a height of 4 cm and a width of 7 cm to a height of 8 cm and a width of 13 cm. The colour is always clear, in different hues of light green to yellow-green (Fig. 20). The type is accounted for twice in the Hambach Forest

from graves belonging to the workshops HA 382 and HA 132, and a further three times from graves in the vicinity of the Hambach Forest. Fragments of 16 bowls of this type were found at Asperden.⁸⁰ Both workshop sites, therefore, have to be considered as possible production sites for these bowls. The author, together with Thilo Rehren, University College London, took this as a starting point to consider the type more closely, and samples were collected from consumer sites to be analyzed chemically.⁸¹ The bowls are known from 41 sites (and a further two are of an unknown provenience) in Northern Gaul and *Germania Magna*. The northernmost example was found in Denmark (Fig. 21). The contexts of the finds are conspicuous: they were found in settlements and graves, but the finds from settlements are almost all east of the River Rhine with the exception of Kalkar-Burginatum, a military fortress, and the settlements at Weeze, district of Kleve, and Gennep (NL), at the confluence of the rivers Meuse and Niers, only a few kilometers from Asperden. The settlements at Gennep and Weeze, which were founded at the very end of the 4th century AD, were in fact Germanic settlements, probably inhabited by people from areas east of the Rhine.⁸² Where the bowls were found in graves, they were interred with both male and female individuals, but always with either weapons, belt fittings, or other implements that were usually thought of as indication of a Germanic background.⁸³

Twenty-three samples of the bowls were analyzed.⁸⁴ Unfortunately, the bowls from the workshops in the Hambach Forest HA 382 and HA 132 could not be sampled, since they were intact. Chemically, the Helle bowls could be divided into two groups: HIMT glass, i.e. glass characterized by high contents of iron, manganese, and titanium (19) and Roman green/blue glass (4), both of which were found in the workshop at Asperden. An interesting observation was made concerning recycling: the elements copper, antimony, and lead occur naturally in the raw materials. Values above a certain concentration, however, can indicate recycling. Scrap glass

75 Cf. Fig. 25 in Gaitzsch, Follmann-Schulz, et al. 2000, 122.

76 Follmann-Schulz 2015, 25.

77 Gaitzsch, Follmann-Schulz, et al. 2000, 126.

78 Gaitzsch, Follmann-Schulz, et al. 2000, 130.

79 Named after a site near Oldenburg, Germany. Cf. Werner 1958.

80 Brüggler and Rehren 2014, 163–180.

81 Rehren and Brüggler 2015.

82 Sablerolles 1993; Theuvs 2008; Weeze: excavation 2018/2019 by the LVR – State Service for Archaeological Heritage in the Rhineland.

83 For discussion of this topic cf. Gottschalk 2015, 242; contrary Theuvs 2009.

84 For details cf. Rehren and Brüggler 2015.



Fig. 20 Bowls of type Helle from HA 382, Jülich and HA 132.



Fig. 21 Distribution of bowls type Helle. The numbers refer to Brüggler and Rehren 2014. Recent discoveries: 12bis Heek-Wichum and 12ter Weeze-Knappeide.

with blue decorations (copper) or decolourized glass (antimony) was re-melted, but not in sufficient quantities to have had an optical effect on the glass. Of the analyzed Helle bowls, all of the Roman green/blue group showed traces of recycling, but only half of the HIMT group did the same. This means that around the year AD

400, when the hold of the Roman Empire on its peripheral provinces like Germania II was supposedly diminishing, fresh raw materials for the glass workshops from the Eastern Mediterranean were still being imported.

Another result of the analysis was the identification of single-batch pairs of bowls. Single-batch pairs are ves-

sels that were blown using the same batch of raw glass.⁸⁵ They are identified by their closely matching chemical composition. Five pairs were identified: two pairs in the settlements at the site of coal mine Erin at Castrop-Rauxel; one pair at Mahlstedt, district of Oldenburg, both east of the Rhine; one pair at the Asperden workshop; and one pair from a grave in Bonn and a grave in Alfter near Bonn.⁸⁶

The samples from Asperden show, that raw glass with different chemical composition was used in one workshop only. It was, therefore, not possible to assign these samples to a certain workshop or production site; Due to the cluster of finds in and around the Asperden workshop, we may assume that the type was produced there. In any case, it can be ruled out that they were produced in the Hambach Forest: the glass composition published by Wedepohl differs too much from the composition of the Helle bowls. The small cluster of finds around the Hambach Forest must, therefore, be explained some other way and may be related to the important road from Cologne to Bavay that passed this area. Still, we think that the type Helle was not produced in one workshop alone.⁸⁷

5 The question of local raw glass production

Where did the workshops in *Germania secunda* obtain their raw glass? There are at present two opposing hypotheses that are being discussed,⁸⁸ in short: 1) the ‘centralized model’ states that raw glass was melted from raw materials in only a few primary workshops in the Eastern Mediterranean, near the sources of soda and suitable sand,⁸⁹ and 2) the ‘local model’ assumes that raw glass was produced also in the northwestern provinces of the Roman Empire, similar to the medieval mode of glass production.⁹⁰ The main argument in favor of the centralized model is the chemical heterogeneity of the glass compositions. This could only be explained if a

small number of centralized workshops supplied the secondary workshops. Trade in raw glass is in fact documented, for example, by the cargos of shipwrecks. The edict on maximum prices by Diocletian proves that glass was traded.⁹¹ In addition, large tank furnaces were uncovered in the Eastern Mediterranean, dating to the early Byzantine and to the late Roman period. Conversely, the proponents of the local model believe that the chemical homogeneity could have been achieved by adhering to a strict recipe. Karl Hans Wedepohl argues that local sand from the river Rur was used in local raw glass production in the Hambach Forest, since the ratio of the trace elements barium, zirconium, and lead is the same in the glass as in the sand. Also, lead isotopes in the glass are consistent with those occurring naturally in the adjacent Eifel region.⁹² Nevertheless, no raw glass furnaces from Late Antiquity have yet been identified in the northwestern provinces, although tank furnaces are known from the High Empire.⁹³ A tank furnace can indicate raw glass production, since it can be used to melt larger amounts of glass, but in itself is not definitive proof of raw glass production. Different furnace types in the Hambach Forest suggest a general differentiation in function, and it is possible that there are raw glass furnaces among them that have not been clearly identified. Wolfgang Gaitzsch interprets one furnace at the site Hambach 111 as a tank furnace, but the structure does not actually show traces of having been fired (cf. above). Analyses on burnt loam of walls from different types of furnaces in HA 132 indicate that the structures had been fired to temperatures higher than 1200°C.⁹⁴ Experiments by Taylor and Hill, as well as Wiesenberg, with working furnaces also reached temperatures of around 1050°C, up to a maximum of 1123°C;⁹⁵ this would be enough to melt raw glass, but does not necessarily mean that the furnaces were used for glass production.

Until the discovery of unambiguous archaeological evidence, the questions of technology and commerce can only be approached by archaeometry.⁹⁶ Patrick Degryse has recently published the results of the ARCH-

85 For the concept cf. Freestone, Price, and Cartwright 2009.

86 Rehren and Brüggler 2015, 172–174.

87 Rehren and Brüggler 2015, 178–179.

88 Cf. for a detailed discussion Scott and Degryse 2015, 19.

89 Scott and Degryse 2015, 19–20.

90 Scott and Degryse 2015, 19.

91 CIL III, 80–81, 1909–1919, cf. Erim et al. 1973, 108–109.

92 Gaitzsch, Follmann-Schulz, et al. 2000, 131–147.

93 Bonn: Follmann-Schulz 1991, 36; Cesson-Sévigé: Pouille and Labaune 2000.

94 Brüggler and Daszkiewicz 2004.

95 Taylor and Hill 2008, 255; Wiesenberg 2014, 64.

96 Scott and Degryse 2015, 20.

GLASS project, producing a database of compositions of possible raw materials for primary glass making. Several sites around the Mediterranean could have supplied the suitable raw materials. However, in Late Antiquity, only the Eastern Mediterranean sources seem to have been used.⁹⁷

To test whether the specific composition of the Hambach glass may be the result, not of local raw glass production but of recycling, new analyses have been made of the samples analyzed by Wedepohl, supplemented by further samples from the Hambach Forest. The results⁹⁸ demonstrate that all analyzed glasses are consistent with the dominant compositional groups of the 4th to 5th century AD, primarily HIMT and Series 3.2,⁹⁹ and a few outlying samples of Levantine and/or Egyptian group affiliation.

From a chemical point of view, therefore, the results obtained so far appear to support the centralized model.

6 The craftsmen

The workshops in the Hambach region and at Asperden were established *ex nihilo*, no workshops existed there in the High Empire.¹⁰⁰ Since glass blowing is a specialized skill and the construction of furnaces and operating a glass workshop requires specialized knowledge, it is likely that the craftsmen moved to the area from other regions. Where did they come from? For the Hambach Forest, the most obvious explanation would be that they moved there from Cologne. Crucible fragments found at the site Hambach 75, however, point in a totally different direction (Fig. 22).¹⁰¹ The fabric and form of these sherds is not known from the Rhineland,¹⁰² but they have parallels in crucible fragments from the Titelberg (Luxembourg) and Froidos (Dep. Meuse, France) in the Argonne Forest.¹⁰³ Both the Titelberg and the Argonne forests are also sites where glass working took place. The sherds there seem to date a little earlier than the time

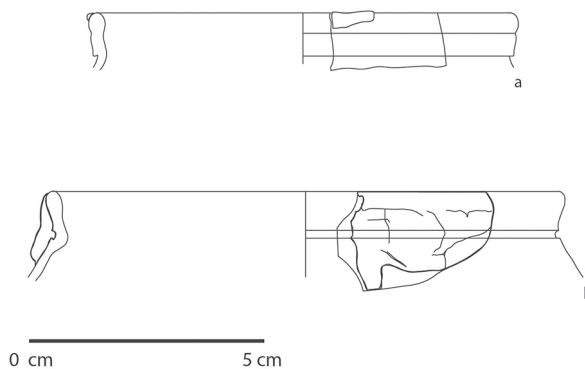


Fig. 22 Crucibles from the site HA 75. LVR-LandesMuseum a) Inv. 75.1955, rim-diameter 26 cm, b) Inv. 75.1948, 32 cm (M 1:3).

of production in the Hambach Forest, namely to the 3rd century in Froidos and the late 3rd/early 4th century from the Titelberg. So far, these fragments are the only crucible fragments known from the Hambach region that are not Rhenish in origin. All other crucibles used were made in the typical Mayen ware, produced in Mayen in the Eifel region, and widely used for household purposes.¹⁰⁴ It is, therefore, not too far-fetched to suggest that craftsmen from the southeast, possibly from the Argonne, came to practice their craft in the Hambach region. There need not have been many, a few master craftsmen could pass on their skills to others.

At Asperden, the glass workshop was closely connected to the military. The furnaces were located directly next to a *burgus*. The chronology of the finds indicate the co-existence of both workshop and *burgus*; the time of use of the furnaces can be dated to around AD 400 or in the first quarter of the 5th century.¹⁰⁵ The latest finds from the *burgus*, sherds of decorated Argonne ware, can be dated to AD 420/30.¹⁰⁶ It cannot be completely ruled out that these sherds were left at the *burgus* site after its abandonment, for example, by workers dismantling the buildings for reusable material. Nevertheless, other stray finds, like a belt fitting¹⁰⁷ and a disc-headed pin with embossed decoration,¹⁰⁸ which also stem from

97 Degryse 2015, 5, 117.

98 Rehren and Brüggler 2020.

99 Foy et al. 2003, 41–85.

100 Only one fragment from Jülich, 10 km to the west, indicates a workshop in that *vicus* (cf. see above).

101 Brüggler 2009, 212.

102 This was already recognized by the excavator (Rech 1982, 370). The drawing, however, is not correct, since the sherds had not been

cleaned well enough to allow their recognition. The author, together with A. B. Follmann-Schulz, was able to re-evaluate the sherds.

103 Cf. Chenet and Gaudron 1955, 108; Stephan 2003, 138, Abb. 5 a. b.

104 Cf. Redknap 1999.

105 Brüggler 2014, 103–105.

106 Bakker 2014.

107 Brüggler 2014, 101.

108 For a detailed study of the type cf. Bödecker and Ristow 2011.

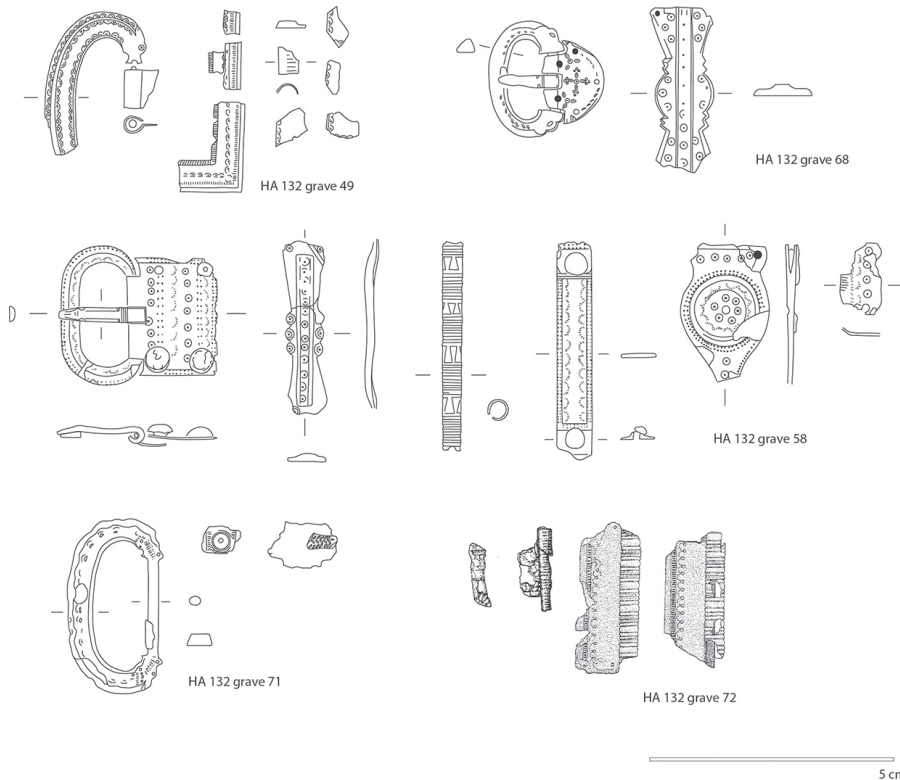


Fig. 23 Belt-fittings from the cemetery at HA 132.

the 1st half of the 5th century can also be seen as indicators of a military presence. The proximity of the workshop to the *burgus*, therefore, means that the craftsmen worked there, at the very least, with permission of the garrison, seeking their protection. Maybe the craftsmen were themselves part of the army, a model that is known from the High Empire. At Krefeld-Gellep a crucible fragment was found near the late antique fort.

In the Hambach Forest, there also seems to have been military connections; at HA 132, five of the 38 graves of the Late Roman cemetery contained elaborate belt fittings (Fig. 23).¹⁰⁹ The cremation grave at HA 382 contained a belt fitting and a large knife.¹¹⁰ These belt fittings were part of the dress of soldiers of Late Antiquity. Since no fortifications at the sites of the workshops have been found and the closest garrison was situated around 10 km away at Jülich, the soldiers must have been detached to watch over the workshops. The question remains, why they were buried here and not near their gar-

ison. Alternatively, they may have been veterans who opened their own enterprise after retirement; however, this is less likely for two reasons: firstly because of the specialized knowledge required for glass working and secondly because the graves all date to the first half of the 5th century, a time when the workshops had been operating for a long time already.¹¹¹ Apart from being indicative of soldiers, the deposition of belt fittings in graves is thought to point to a Germanic background of the deceased.¹¹² This ethnic interpretation has been criticized in more recent publications.¹¹³ The belt fittings might also be seen as a symbol of authority in general, as Ellen Swift argues for crossbow brooches.¹¹⁴

7 Perspectives: The early Middle Ages

The workshop at Asperden ended around AD 420/30 in the Hambach Forest within the middle third of the 5th

109 Brügglér 2009, 222–223.

110 Wagner 2004, 72.

111 Brügglér 2009, 177.

112 Böhme 1986, 473.

113 Cf. e.g. Theuvs 2009.

114 Swift 2000, 73–81, 230–233.

century. Its tradition, however, continued in Merovingian times; the Rhineland remained a center of glass working in the early Middle Ages.¹¹⁵ This is evident through the numerous glass vessels found in the ‘Reihengräberfelder’. Some vessel types continued to be produced and were developed further, while some types were newly introduced.¹¹⁶ In any case, there is no break between late Roman and Merovingian vessel types.¹¹⁷ The composition is still soda-lime glass, comparable to the HIMT glass, even though the variation in elemental compositions seems to be wider.¹¹⁸

Furnaces from the Merovingian period have been excavated at Huy, Belgium¹¹⁹ and the Heumarkt site in Cologne.¹²⁰ Other sites are known from crucible

finds, such as Titz-Hasselsweiler, Germany and Maas-tricht, Netherlands.¹²¹ The former is only a few kilometers to the north of the Hambach Forest; here, crucible fragments were found that can be dated to the 2nd half of the 5th century.¹²² The distribution of sites is, therefore, comparable to that in Late Antiquity; workshops are found in rural landscapes and major and minor centers.¹²³

Taken together, the evidence points to continuity of the craft. Most likely, this would have meant a continuity in people, with craftsmen handing down their knowledge of furnace construction and vessel blowing to the next generation.

115 Päffgen 2003.

116 Koch 1996.

117 von Saldern 2004, 598.

118 Grünewald and Hartmann 2014, 48.

119 de Bernardy de Sigoyer et al. 2005, 29–33,

120 Päffgen 2003, 18; Päffgen and Trier 2001, 27; Dodt 2016.

121 Päffgen 2003, 18.

122 Päffgen 2003, 14–18.

123 Grünewald and Hartmann 2014, 50.

Bibliography

Bakker 2014

Lothar Bakker. "Rädchenverzierte Argonnensigillata zur Datierung von Burgus und Glashütte bei Goch-Asperden, Kreis Kleve." *Bonner Jahrbücher* 214 (2014), 135–162.

Bödecker and Ristow 2011

Steve Bödecker and Sebastian Ristow. "Spätantike Bronzenadeln der Zeit um 400 aus dem Rheinland und Westfalen." In *Untergang und Neuanfang: Tagungsbeiträge der Arbeitsgemeinschaft Spätantike und Frühmittelalter*. Ed. by J. Drauschke, R. Prien, and S. Ristow. Studien zu Spätantike und Frühmittelalter 3. Hamburg: Verlag Dr. Kovac, 2011, 339–350.

Böhme 1986

Horst Wolfgang Böhme. "Das Ende der Römerherrschaft in Britannien und die angelsächsische Besiedlung Englands im 5. Jahrhundert." *Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz* 2.33 (1986), 469–575.

Brügger 2009

Marion Brügger. *Villa rustica, Glashütte und Gräberfeld. Die kaiserzeitliche und spätantike Siedlungsstelle HA 132 im Hambacher Forst*. Ed. by J. Kunow. Rheinische Ausgrabungen 63. Mainz am Rhein: Philipp von Zabern, 2009.

Brügger 2014

Marion Brügger. "Burgus und Glaswerkstatt der Spätantike bei Goch-Asperden." *Bonner Jahrbücher* 214 (2014), 71–134.

Brügger and Daszkiewicz 2004 [2006]

Marion Brügger and Malgorzata Daszkiewicz. "Spätantike Glasherstellung im Hambacher Forst. Ergebnisse der Labo-ranalysen vom Fundplatz HA 132." *Kölner Jahrbuch* 37 (2004 [2006]), 805–818.

Brügger, Kemmers, and Klages 2015

Marion Brügger, Fleur Kemmers, and Claudia Klages. "Von Raubgräbern entwendet. Ein Münzhort des 3. Jahrhunderts aus dem Reichswald bei Kleve (Nordrhein-Westfalen/D)." In *Non solum...sed etiam. Festschrift für Thomas Fischer zum 65. Geburtstag*. Ed. by P. Henrich, Ch. Miks, J. Obmann, and M. Wieland. Rahden/Westf.: Marie Leidorf, 2015, 53–63.

Brügger and Rehren 2014

Marion Brügger and Thilo Rehren. "Die spätantiken Glas-schalen vom Typus Helle und ihre chemische Zusammensetzung." *Bonner Jahrbücher* 214 (2014), 163–180.

Chenet and Gaudron 1955

Georges Chenet and Guy Gaudron. *La céramique sigillée d'Argonne des IIe et IIIe siècle*. Supplement Gallia 6. Paris, 1955.

Czysz 1978

Wolfgang Czysz. "Ein römischer Gutshof am Fundplatz 77/132 im Hambacher Forst." In *Ausgrabungen im Rheinland '77*. Rh, 1978, 118–127.

de Bernardy de Sigoyer et al. 2005

Sophie de Bernardy de Sigoyer, Catherine Peters, Sylvaine Mathieu, and Chantal Fontaine. "Vestiges de fours de verriers d'époque Mérovingien à Huy aux Ruelles (Belgique): Aperçu des trouvailles." *Bulletin de l'Association Française pour l'Archéologie du Verre* 2005 (2005), 29–33.

Degryse 2015

Patrick Degryse, ed. *Glass Making in the Greco-Roman World*. Studies in Archaeological Sciences 4. Leuven University Press, 2015.

Dodt 2016

Michael Dodt. "Der frühmittelalterliche Hafen Kölns – Produktionsstätte und Exporthafen für Gläser. Ein Überblick." In *Der Rhein als europäische Verkehrsachse II*. Ed. by J. Bemman and M. Mirschenz. Bonner Beiträge zur ur- und frühgeschichtlichen Archäologie 19. Bonn: Vor- und Frühgeschichtliche Archäologie, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, 2016, 351–363.

Erim et al. 1973

Kenan T. Erim, Joyce Reynolds, K. D. White, and Dorothy Charlesworth. "The Aphrodisias Copy of Diocletian's Edict on Maximum Prices." *Journal of Roman Studies* 63 (1973), 99–108.

Follmann-Schulz 1988

Anna-Barbara Follmann-Schulz. *Die römischen Gläser aus Bonn*. Beihefte der Bonner Jahrbücher 46. Köln: Rheinland-Verlag, 1988.

Follmann-Schulz 1991

Anna-Barbara Follmann-Schulz. "Fours de verriers romains dans la province de Germanie inférieure." In *Ateliers de verriers de l'Antiquité à la période préindustrielle*. Ed. by D. Foy and G. Sennequier. Actes de 4ème rencontres de l'Association Française pour l'Archéologie du Verre 1989. Rouen: Association française pour l'archéologie du verre, 1991, 35–40.

Follmann-Schulz 2015

Anna-Barbara Follmann-Schulz. "The Hambach Glass Production in the Late Roman Period." In *Glass of the Roman World*. Ed. by J. Bayley, I. C. Freestone, and C. Jackson. Oxford: Oxbow, 2015, 23–32.

Foy et al. 2003

Danièle Foy, Maurice Picon, Michèle Vichy, and Valérie Thirion-Merle. "Caractérisation des verres de la fin de l'Antiquité en Méditerranée occidentale : l'émergence de nouveaux courants commerciaux." In *Échanges et commerce du verre dans le monde antique (= Instrumentum Monographies 24)*. Ed. by D. Foy and M.-D. Nenna. Montagnac : Éditions Monique Mergoïl, 2003, 41–76.

Freestone, Price, and Cartwright 2009

Ian C. Freestone, Jennifer Price, and Jane Cartwright. "The Batch: Its Recognition and Significance." In *Annales de 17e congrès de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre*. Ed. by K. Janssens, P. Degryse, P. Cosyny, J. Caen, and L. Van't dack. Antwerp: ASP Editions, 2009, 130–135.

Gaitzsch 1999

Wolfgang Gaitzsch. "Spätromische Glashütten im Hambacher Forst. Die Werkstatt des ECVA-Produzenten." In *Artisanat et productions artisanales en milieu rural dans le provinces du nord-ouest de l'Empire Romain. Actes de colloque d'Erpeldange, mars 1999*. Ed. by M. Polfer. Monographies Instrumentum 9. Montagnac: Éditions Monique Mergoïl, 1999, 125–149.

Gaitzsch 2001

Wolfgang Gaitzsch. "Drei Hügel: römischer Siedlungsplatz, Wald, Tagebau." In *Archäologie im Rheinland 2000*. Ed. by H. Koschik. Stuttgart: Theiss, 2001, 73–76.

Gaitzsch, Follmann-Schulz, et al. 2000 [2003]

Wolfgang Gaitzsch, Anna-Barbara Follmann-Schulz, Karl Hans Wedepohl, Gerald Hartmann, and Ursula Tegtmeyer. "Spätromische Glashütten im Hambacher Forst – Produktionsort der ECVA-Fasskrüge." *Bonner Jahrbücher* 200 (2000 [2003]), 83–241.

Gaitzsch, Haarich, and Janssens 2009 [2007]

Wolfgang Gaitzsch, Horst Haarich, and Jan Janssens. "Ausgrabungen, Funde und Befunde 2005, Merzenich, Kr. Düren." *Bonner Jahrbücher* 205 (2009 [2007]), 326.

Goethert 2010

Karin Goethert. "Spätantike Glasfabrikation in Trier." *Trierer Zeitschrift* 73/74 (2010–2011), 67–146.

Gottschalk 2015

Raymund Gottschalk. *Spätromische Gräber im Umland von Köln*. Rheinische Ausgrabungen 17. Mainz am Rhein: Philipp von Zabern, 2015.

Goudswaard, Kroes, and Beek 2000

Boudewijn Goudswaard, Richard A. C. Kroes, and H.M.S. van der Beek. "The Late Roman Bridge at Cuijk." *Berichten van de Rijksdienst voor Oudheidkundig Bodemonderzoek* 44 (2000–2001), 439–560.

Grünewald and Hartmann 2014

Martin Grünewald and Sonngard Hartmann. "Glass Workshops in Northern Gaul and the Rhineland in the First Millennium AD as Hints of a Changing of Land Use. Including Some Results of the Chemical Analyses of Glass from Mayen." In *Neighbours and Successors of Rome: Traditions of Glass Production and Use in Europe and the Middle East in the Later 1st Millennium AD*. Ed. by D. Keller, J. Price, and C. Jackson. Oxford: Oxbow, 2014, 43–57.

Hallmann-Preuß 2002 [2006]

Britta Hallmann-Preuß. "Die Villa rustica Hambach 59. Eine Grabung im Rheinischen Braunkohlenrevier." *Saalburg-Jahrbuch* 52/53 (2002–2003 [2006]), 283–535.

Harden 1960

Donald B. Harden. "The Wint Hill Hunting Bowl and Related Glasses." *Journal of Glass Studies* 2 (1960), 44–81.

Heege 1997

Andreas Heege. *HA 500. Villa rustica und früh- bis hochmittelalterliche Siedlung Wüstweiler (Gemeinde Niederzier), Kreis Düren*. Rheinische Ausgrabungen 41. Köln: Rheinland-Verlag, 1997.

Hinz and Hömberg 1968

Hermann Hinz and Ilse Hömberg. "Ausgrabungen eines spätromischen Burgus in Asperden, Kreis Kleve." In *Beiträge zur Archäologie des römischen Rheinlands*. Ed. by Landschaftsverband Rheinland Rheinisches Landesmuseum Bonn. Rheinische Ausgrabungen 7. Düsseldorf: Rheinland-Verlag, 1968, 167–212.

Höpken 2010

Constanze Höpken. "Orient trifft Okzident: Glas im Osten und Westen des Römischen Reichs." *Kölner Jahrbuch* 43 (2010), 379–398.

Höpken and F. Schäfer 2006

Constanze Höpken and Felix Schäfer. "Glasverarbeitung und Glaswerkstätten in Köln." In *Roman Glass in Germania Inferior. Interregional Comparisons and recent results. Proc. Int. Conference Tongeren May 13th 2005*. Ed. by G. Creemers, B. Demarsin, and P. Cosyns. Atuatuca 1. Tongeren: Gallo-Romeins Museum, 2006, 74–85.

Kalis et al. 2008

Arie J. Kalis, Sabine Sarg, Jutta Meurers-Balke, and H. van Theunissen-van Oorschot. "Mensch und Vegetation am unteren Niederrhein während der Eisen- und Römerzeit." In *Colonia Ulpia Traiana. Xanten und sein Umland in römischer Zeit*. Ed. by M. Müller, H.-J. Schalles, and N. Zieling. Mainz am Rhein: Philipp von Zabern, 2008, 31–48.

Koch 1987

Ursula Koch. *Der Runde Berg bei Urach VI. Die Glas- und Edelsteinfunde aus den Plangrabungen 1967–1983*. Heidelberger Akademie der Wissenschaften. Kommission für Alamannische Altertumskunde Schriften 12. Heidelberg: Thorbecke Sigmaringen, 1987.

Koch 1996

Ursula Koch. "Glas. Luxus der Wohlhabenden." In *Die Franken – Wegbereiter Europas. Vor 1500 Jahren: König Chlodwig und seine Erben, Band 2*. Ed. by K. von Welck, A. Wiczorek, H. Ament, and M. Reiss-Museum Mannheim Gaillard. Mainz am Rhein: Philipp von Zabern, 1996, 605–617.

Komp 2010

Jennifer Komp. "Ein römischer Glasmacherofen in Düren." In *Archäologie im Rheinland 2009*. Ed. by J. Kunow and Amt für Bodendenkmalpflege im Rheinland Landesverband Rheinland. Stuttgart: Theiss, 2010, 73–74.

Nenna 2008

Marie-Dominique Nenna. "Nouveaux acquis sur la production et le commerce du verre antique entre Orient et Occident." *Zeitschrift für Schweizerische Kunstgeschichte* 1/2.65 (2008), 61–66.

Päffgen 2003

Bernd Päffgen. "Glaserstellung spätrömischer und frühmittelalterlicher Zeit im Rheinland und dessen Nachbargebieten." In *Auf gläsernen Spuren – Der Beitrag Mitteleuropas zur archäologisch-historischen Glasforschung*. Ed. by S. Felgenhauer-Schmiedt, A. Eibner, and H. Knittler. Beiträge zur Mittelalterarchäologie in Österreich 19. Wien: Österreichische Gesellschaft für Mittelalterarchäologie, 2003, 9–28.

Päffgen and Trier 2001

Bernd Päffgen and Marcus Trier. "Köln zwischen Spätantike und Frühmittelalter. Eine Übersicht zu Fragen und Forschungsstand." In *Zwischen Römersiedlung und mittelalterlicher Stadt. Archäologische Aspekte zur Kontinuitätsfrage*. Ed. by S. Felgenhauer-Schmiedt, A. Eibner, and H. Knittler. Beiträge zur Mittelalterarchäologie in Österreich 17. Wien: Österreichische Gesellschaft für Mittelalterarchäologie, 2001, 17–42.

Payne 2008

Sarah Payne. "Experiments in the Reconstruction of Roman Wood-Fired Glassworking Furnaces: Waste-Production and their Formation Processes." *Journal of Glass Studies* 50 (2008), 271–290.

Pouille and Labaune 2000

Dominique Pouille and Françoise Labaune. "L'Atelier de verrier de Cesson-Sévigne." In *La route du verre. Ateliers primaires et secondaires du second millénaire av. J.-C. au Moyen Age*. Ed. by M.-D. Nenna. Lyon: Maison Orient Méditerranéen, 2000, 125–146.

Rech 1982

Manfred Rech. "Eine römische Glashütte im Hambacher Forst bei Niedertzier, Kreis Düren." *Bonner Jahrbücher* 182 (1982), 349–388.

Redknap 1999

Mark Redknap. *Die römischen und mittelalterlichen Töpfereien in Mayen, Kreis Mayen-Koblenz*. Berichte zur Archäologie an Mittelrhein und Mosel 6; Trierer Zeitschrift, Beiheft 24. Trier: Selbstverlag des Rheinischen Landesmuseums Trier, 1999.

Rehren and Brüggler 2015

Thilo Rehren and Marion Brüggler. "Composition and Production of Late Antique Glass Bowls Type Helle." *Journal of Archaeological Science: Reports* 3 (2015), 171–180.

Rehren and Brüggler 2020

Thilo Rehren and Marion Brüggler. "The Late Antique Glass Furnaces in the Hambach Forest Were Working Glass – Not Making It." *Journal of Archaeological Science: Reports* 39 (2020).

Rottloff 2000

Andrea Rottloff. "Spätantike Repräsentationskunst in Süddeutschland. Einige Überlegungen zu den Glasschliffschalen von Augsburg, Obernburg und Pfaffenhofen." In *Augsburger Beiträge zur Archäologie* 3. Ed. by L. Bakker. Augsburg: Wissner, 2000, 123–160.

Sablerolles 1993

Yvette Sablerolles. "A Dark-Age Glass Complex from a Frankish Settlement at Gennep (Dutch Limburg)." In *Annales de 12e Congrès de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre*. Amsterdam: Association Internationale pour l'Histoire du Verre, 1993, 197–207.

A. Schäfer and Bernhardt 2016

Alfred Schäfer and Harald Bernhardt. "Eine römische Glashütte an der Tel-Aviv-Straße in Köln." In *Archäologie im Rheinland 2015*. Ed. by J. Kunow and M. Trier. Darmstadt: Theiss, 2016, 145–147.

Scott and Degryse 2015

Rebecca B. Scott and Patrick Degryse. "The Archaeology and Archaeometry of Natron Glass Making." In *Glass Making in the Greco-Roman World*. Ed. by P. Degryse. Leuven: Leuven University Press, 2015, 15–26.

Stephan 2003

Hans-Georg Stephan. "Glassmelzgefäße. Grundzüge der Entwicklung von den Anfängen im alten Orient bis zur Neuzeit." In *Glashütten im Gespräch. Berichte und Materialien vom 2. Internationalen Symposium zur archäologischen Erforschung mittelalterlicher und frühneuzeitlicher Glashütten in Europa*. Ed. by P. Steppuhn. Lübeck: Schmidt-Römhild, 2003, 136–162.

Swift 2000

Ellen Swift. *Regionality in dress accessories in the Late Roman West*. Montagnac: Edition Monique Mergoil, 2000.

Taylor and Hill 2008

Mark Taylor and David Hill. "Experiments in the Reconstruction of Roman Wood-Fired Glassworking Furnaces." *Journal of Glass Studies* 50 (2008), 249–270.

Theuws 2008

Frans Theuws. "'terra non est.' Zentralsiedlungen der Völkerwanderungszeit im Maas-Rhein-Gebiet." In *Höhensiedlungen zwischen Antike und Mittelalter von den Ardennen bis zur Adria*. Ed. by H. Steuer and V. Bierbrauer. Ergänzungsbände zum Reallexikon der Germanischen Altertumskunde 58. Berlin and New York: de Gruyter, 2008, 765–739.

Theuws 2009

Frans Theuws. "Grave Goods, Ethnicity, and the Rhetoric of Burial Rites in Late Antique Northern Gaul." In *Ethnic Constructs in Antiquity*. Ed. by T. Derks and N. Roymans. Amsterdam Archaeological Studies 13. Amsterdam: Amsterdam University Press, 2009, 283–319.

von Saldern 2004

Axel von Saldern. *Antikes Glas*. Handbuch der Archäologie. München: C. H. Beck, 2004.

Wagner 2004

Gregor Wagner. *Die Gräber der Villa rustica Hambach 382 (Niedertzier, Kreis Düren)*. MA thesis. Universität Bonn, 2004.

Wagner n.d.

Gregor Wagner. *Studien zur ländlichen römerzeitlichen Besiedlung in den Rheinischen Lössbörden*. PhD thesis. Universität von Köln.

Werner 1958

Joachim Werner. "Kriegergräber aus der ersten Hälfte des 5. Jahrhunderts zwischen Schelde und Weser." *Bonner Jahrbücher* 158 (1958), 372–413.

Wiesenberg 2014

Frank Wiesenberg. *Experimentelle Archäologie: Römische Glasöfen. Rekonstruktion und Betrieb einer Glashütte nach römischem Vorbild in der Villa Borg: "Borg Furnance Project 2013"*. Schriften des Archäologieparks Römische Villa Borg; ARCHEOglas 2. Merzig: Kulturstiftung Merzig-Wadern, 2014.

Zedelius 1980

Volker Zedelius. "Münzen im Glasofen." *Ausgrabungen im Rheinland* 79. *Rheinische Landesmuseum Bonn, Sonderheft* (1980), 205–206.

Illustration and table credits

ILLUSTRATIONS: 1 Marion Brüggler, LVR-ABR (Landschaftsverband Rheinland – Amt für Bodendenkmalpflege im Rheinland), map by Chr. Duntze. 2 Marion Brüggler, LVR-ABR, (based on data of LVR-ABR, BoDeOn-database). 3 Michael Thuns, LVR-ABR. 4 Marion Brüggler, LVR-ABR, based on digitized excavation documentation by Harald Berkel, LVR-ABR. 5 Michael Thuns, LVR-ABR. 6–7 Till Königings, LVR-ABR. 8–10 Marion Brüggler, LVR-ABR, based on excavation-documentation by H. Haarich, J. Hermann, and M. Fendt, LVR-ABR. 11 Marion Brüggler, LVR-ABR, after HA 75: Rech 1982, 361, HA 111: Gaitzsch 1999, Abb. 10 (H. Haarich, R. Kaluza, A. Rockstroh), HA 500: Heege 1997, Taf. 4 (A. Rockstroh), LVR-ABR and LVR-LMB (Amt

für Bodendenkmalpflege im Rheinland – Landesmuseum Bonn). 12 Marion Brüggler, LVR-ABR, A, B, D after H. Haarich; C after W. Göbel; E. after H. Haarich and D. Kaluza, LVR-ABR and LVR-LMB. 13–15 S. Taubmann, LVR-LMB. 16 Marion Brüggler, except: 68.4, 38.6, 39.6, 72.2, 71.6, 52.3, 68.6, 63.8 by Ursula Naber/Eva Feuser, LVR-LMB. 17 From: Follmann-Schulz 1988, Taf. 43.376: Ursula Naber/Eva Feuser, LVR-LMB. 18 From: Follmann-Schulz 1988, Taf. 51.459: Ursula Naber/Eva Feuser, LVR-LMB. 19 Ursula Naber/Eva Feuser, LVR-LMB. 20 Jürgen Vogel, LVR-LMB. 21 Marion Brüggler, LVR-ABR, map by Chr. Duntze, LVR-LMB. 22–23 Marion Brüggler, except bottom right: E. Feuser, U. Naber, LVR-LMB. **TABLES:** 1 Marion Brüggler.

MARION BRÜGGLER

Dr. phil (Cologne 2005), works as a researcher at the LVR-State Service for the Archaeological Heritage in the Rhineland at the department Xanten. She is responsible for the excavations carried out by the department on the Lower Rhine. Her interests especially include glass and glass working, as well as Roman rural settlements.

Dr. Marion Brüggler
LVR-Amt für Bodendenkmalpflege im Rheinland
Außenstelle Xanten
Augustusring 3
46509 Xanten, Germany
E-Mail: Marion.Brueggler@lvr.de

Ian C. Freestone

Glass Production in the First Millennium CE: A Compositional Perspective

Summary

The author discusses long term-trends in glass production during the 1st millennium CE. The systematic application of scientific methods on archaeological finds demonstrates the complexity of glass production and the trade networks in glass products. Due to the limited availability of natron nearly all glass originated from Egypt and Syria-Palestine from where raw glass was distributed to secondary workshops across Europe and the Near East. This mode of production remained mostly constant during Antiquity and the early Middle Ages but a long-term decline in the availability of natron led to the restructuring of production from the 9th century onwards.

Keywords: ancient glass; 1st millennium CE; glass technology; glass recycling; glass trade

Der Autor bespricht Langzeittrends der Glasherstellung im 1. Jahrtausend n. Chr. Die systematische Anwendung naturwissenschaftlicher Methoden auf archäologische Funde wird benutzt um die Komplexität der Produktionsketten und Handelsnetzwerke von Glasobjekten aufzuzeigen. Wegen der beschränkten Verfügbarkeit von Natron wird sämtliches Rohglas aus Ägypten und der Levante in europäische Glasverarbeitungsplätze gebracht. Dieses Netzwerk bleibt während der Antike und dem Frühen Mittelalter konstant, wird aber seit dem 9. Jahrhundert strukturell anders ausgerichtet.

Keywords: antikes Glas; 1. Jahrtausend n. Chr.; Glastechnologie; Glasrecycling; Glashandel

I Introduction

The glass industries that are the focus of this paper are chronologically framed by two major technological changes. The first of these is the introduction of glass-blowing at the end of the first millennium BCE. This was a key development in the upscaling of glass production, which had begun in the preceding centuries in the Eastern Mediterranean region. The subsequent period saw an expansion in the repertoire of vessel types, the widespread application of glass as an architectural material in windows and wall mosaics, and the production of truly colorless glass on a large scale. Glass was transformed from a brightly colored exotic and decorative substance, largely associated with the elite, to a transparent everyday material to be found on the tables of people of middling incomes. This florescence was followed by a long and gradual decline that lasted from the fourth century until the late first millennium.

The technological tradition is closely linked to the use of Egyptian natron to make glass, and can be considered to have ended in the eighth to ninth centuries CE when the ashes of plants and trees became the dominant fluxes used.¹ We are, therefore, discussing a technology which, although not invented by the Romans, was adopted, exploited, and developed by Roman societies. The ‘vitreous first millennium’ may be considered to have begun in the late first millennium BC and was over by about 900 CE. The changes were more complex in detail than outlined above,² but it is a useful umbrella under which to consider a range of closely related materials and processes.

Recent work on Roman glass has established that production was on a large scale, with individual public buildings containing tens or even hundreds of tons of glass windows and wall and vault mosaics.³ It has become generally accepted that glass was made from raw materials in a small number of primary production centers, where raw glass was distributed over wide areas (Fig. 1).⁴ Primary furnaces took the form of rectangular tanks. In these furnaces, melted glass from mixtures of sand and alkali on a scale from 8 tons per firing,⁵ up to

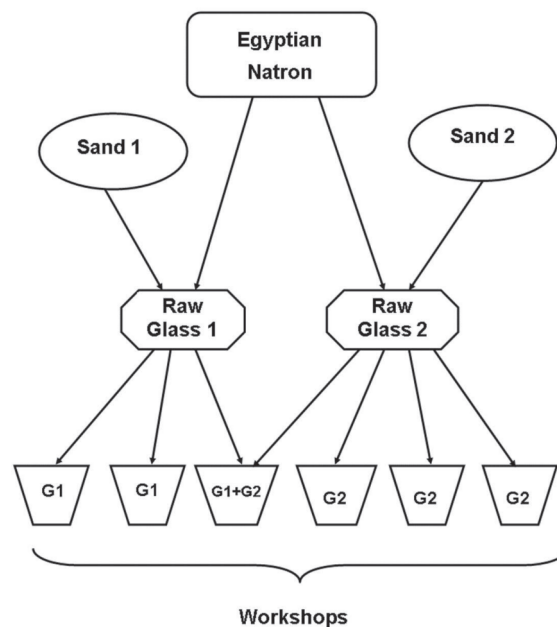


Fig. 1 Generalized production model. Glass was melted from Egyptian natron and local sand in large primary tank furnaces in the Eastern Mediterranean. The resulting raw glass was distributed in chunks to secondary workshops to be re-melted and fabricated into vessels, windows, and other types of artefacts. The composition of glass re-melted in a secondary workshop reflects the primary production.

20 tons or even more.⁶ They were mostly located in the coastal regions of Egypt and Syria-Palestine or around the Wadi Natrun in Egypt; current interest focuses upon the extent to which glass was made elsewhere, perhaps in Europe.⁷ The glass slabs melted in these primary factories were broken up into angular ‘chunks’ and distributed to secondary workshops where they were re-melted and shaped into vessels, sheets, tesserae, etc. We are now in a position to begin to build a framework from which we can understand the ebb and flow of the supply of raw glass across the antique and early medieval worlds.⁸

The present contribution is concerned mainly with the perspectives offered by chemical analysis on the Roman and Late Antique glass industries. Since the end of the twentieth century, it has been recognized that glass in the first millennium may be divided on the basis

1 Shortland et al. 2006.

2 E.g. Grose 1986.

3 Stern 1999.

4 Nenna, Vichy, and Picon 1997; Freestone, Gorin-Rosen, and Hughes 2000; Foy et al. 2003; Degryse 2014; Jackson and Foster 2015.

5 Gorin-Rosen 1995; Tal, Jackson-Tal, and Freestone 2004.

6 Nenna 2015.

7 Degryse 2014; Jackson and Foster 2015.

8 Rehren and Freestone 2015.

	1	2	3	4	5	6
	Rom-Mn	Rom-Sb	HIMT	Foy 2.1	Levantine II	Egypt II
Cent CE	2nd	2nd	4–5th	6th	7–8th	8–9th
SiO ₂	70,07	70,15	64,49	65,76	73,76	69,99
Na ₂ O	16,00	19,75	19,07	17,78	12,10	14,91
CaO	7,69	4,81	6,22	7,84	7,42	9,50
Al ₂ O ₃	2,52	1,98	2,88	2,63	3,58	2,25
K ₂ O	0,57	0,42	0,41	0,73	0,45	0,24
MgO	0,61	0,36	1,23	1,12	0,69	0,41
Fe ₂ O ₃	0,41	0,39	2,28	1,29	0,62	0,81
TiO ₂	0,08	0,07	0,49	0,15	0,12	0,26
MnO	0,65	0,02	2,02	1,25	0,02	0,02
Sb ₂ O ₃	<0.06	0,84	<0.001	<0.03	<0.03	<0.03
P ₂ O ₅	0,16	0,03	0,11	0,16	0,06	0,06
SO ₃	0,14	0,28	n.a.	0,27	0,04	0,09
Cl	1,18	1,44	n.a.	0,81	0,65	1,06

Tab. 1 Typical examples of first millennium natron glass (n.a = not analyzed).

of composition into a number of ‘primary’ production groups, each considered to represent raw glass from a particular region made over a period of decades or centuries.⁹ Some of the key groupings and their proposed origins are reviewed below, in the light of more recent data, as well as issues relating to coloration, recycling, and chronological change.

2 Raw materials and melting

Detailed discussions of raw materials have been provided elsewhere,¹⁰ while here, only a summary is provided. Glass across the region of Roman influence fits almost exclusively into a broad category known as soda-lime-silica glass, which shares some of its general characteristics with the common container glass of the twentieth cen-

tury. It typically is comprised of 63–75 % (by weight) silica (silicon dioxide, SiO₂), 11–22 % soda (sodium oxide, Na₂O), and 4–12 % lime (calcium oxide, CaO) (Tab. 1). The soda flux was essential to allow the glass to be melted at temperatures attainable in traditional furnaces, and the melting temperatures (varying estimates, but perhaps 1000–1100 °C) and durations of melting (probably around or in excess of 30 days) have been discussed in a number of publications dealing with the archaeology of production,¹¹ its ethnography,¹² and mathematical modelling of the furnaces.¹³ Concentrations of lime in excess of 4–5 % were required to make the glass stable in the presence of water, as pure soda-silica glasses are soluble. Indeed, colorless glass of the first to third centuries, which frequently has lime in concentrations of around 5 % or less, may show extensive deterioration.¹⁴ It is not clear whether significant amounts of glass were

9 Gratze and Barrandon 1990; Freestone, Gorin-Rosen, and Hughes 2000; Foy et al. 2003.

10 E.g. Freestone 2006; Freestone, Wolf, and Thirlwall 2009; Brems, Degryse, Hasendoncks, et al. 2012; Brems, Degryse, and Ganio 2012; Degryse 2014; Shortland 2004.

11 E.g. Gorin-Rosen 1995; Gorin-Rosen 2000; Nenna 2015.

12 Sode and Kock 2001.

13 van Beeumen et al. 2011.

14 Huisman et al. 2008.

made with lime contents that were below about 4%, as the chances of preservation over 1500–2000 years would be slight. However, the survival of occasional examples of glass with such exceptionally low lime¹⁵ indicates that such glass compositions were produced.

As far as is currently understood, two major sources of soda were available to early glass workers in Europe, North Africa, and the Near East. From the Late Bronze Age, soda for glass and glaze had been produced by burning halophytic plants to produce sodium-rich ashes. Early work by Sayre and Smith¹⁶ indicated that Roman glass had a distinctive composition, with lower impurities of potassium and magnesium than LBA or medieval Islamic glass (K_2O and MgO each typically below 1.6%, Fig. 2), and Brill pointed out that this reflected the use of a different source of alkali, mineral natron.¹⁷ Natron is a general term used in archaeology to describe deposits of salts containing sodium carbonate minerals, along with chlorides and sulphates, which formed from the evaporation of soda lakes in the Wadi Natrun in Egypt and in parts of the Nile Delta;¹⁸ it is cited by Pliny as the source of soda used in glass making in the first century CE.¹⁹ Recent work on the isotopes of boron, an element associated with the alkali source indicates that the soda in Roman glass is fully consistent with natron from the Egyptian deposits.²⁰ While the isotopic data do not rule out the use of natron sources that occur in Libya,²¹ no archaeological evidence has been recovered associating these deposits with primary glass making, as occurs extensively in the Wadi Natrun. It should be noted that east of the Euphrates, under the Persian Empire, the production of high-magnesia glass, implying the use of plant ash as a soda source, continued throughout the first millennium CE,²² but this tradition is outside the scope of this paper.

The origins of the lime in the glass are a little more ambiguous than those of the soda. Two main sources of lime were available to the ancient craftsman, limestone and shell. These have distinctive contents of strontium

and also distinctive strontium isotopic compositions,²³ and a recent extensive survey of Roman glass indicates that the compositions of most are consistent with an origin of lime in the form of shells.²⁴ Less consensual, however, are views as to how this shell came to be in the glass. Brill,²⁵ in his seminal work on the composition of fourth century glass from Jalame, Palestine, pointed out that the lime in that example derived from fragments of shell in the beach sand used to make the glass. Furthermore, the great majority of researchers currently appear to accept that the lime in most, if not all, natron glass of the first millennium CE is derived predominantly from the glass making sand, with the implication that most of the glass was made from beach sands in coastal locations.²⁶ However, Pliny, writing in around 70 CE, lists shell as an additive to glass, and given that most of his text on glass making may be sensibly interpreted within our current framework,²⁷ this comment may not be casually dismissed. Indeed, Wedepohl and co-workers²⁸ have argued that glass was made in the Hambach Forest region of Germany by the addition of shell to local river sand, a possibility that is considered in more detail below.

The major component of glass is the silica, which was available in the form of pure quartz pebbles or veins in ancient rocks, as well as sand. The relatively high alumina and trace elements in the natron glass of the first millennium CE, suggests that sand was invariably the material used, as opposed to the Late Bronze Age practice, when pure quartz pebbles seem to have been preferred.²⁹ This is not surprising, as the large scale of glass making in the first millennium would have greatly favored sand that could be easily extracted and did not require crushing. Furthermore, the plant ash flux that was used in the Late Bronze Age contained natural quantities of lime and when combined with crushed quartz made a good soda-lime-silica glass. Significant levels of lime are not present in natron, and shell-containing beach sand provided the lime needed to make a stable glass.³⁰

15 E.g. Verità 2000.

16 Sayre and Smith 1961.

17 Brill 1970, 111.

18 Shortland 2004.

19 Freestone 2008.

20 Devulder et al. 2014.

21 Devulder et al. 2014.

22 Smith 1963; e.g. Mirri, Pace, et al. 2008.

23 Wedepohl and Baumann 2000; Freestone, Wolf, and Thirlwall 2005.

24 Ganio et al. 2012.

25 Brill 1988.

26 Freestone, Wolf, and Thirlwall 2005; Ganio et al. 2012; Brems, Ganio, et al. 2013.

27 Freestone 2008.

28 Wedepohl and Baumann 2000.

29 Brill 1970; Shortland 2012.

30 Freestone, Gorin-Rosen, and Hughes 2000; Freestone, Wolf, and

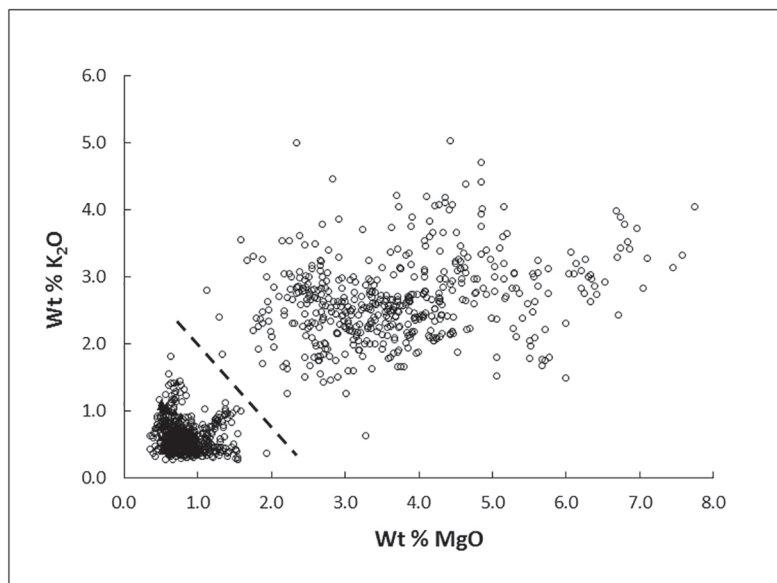


Fig. 2 Magnesia and potash contents of ca. 1000 samples of first millennium CE glass from the Near East and Europe. Although the database has expanded significantly since the seminal work of Sayre and Smith (1961), a clear gap occurs between glass samples made from natron (lower left) and plant ash (upper right).

3 Coloration and decolorization

The manipulation of glass color was sophisticated, particularly in the production of glass that was essentially colorless. Most Roman glass contains in excess of 0.3% iron oxide, which was inherited from the glass-making sand and is approximately an order of magnitude higher than in modern colorless glass. This incidentally-incorporated iron tends to color the glass a limpid but distinctive blue or green-blue. The bluish color is due to iron in the reduced state (Fe^{2+} cation), whereas, when fully oxidized (with iron as Fe^{3+}), the glass appears almost colorless. Glass excavated from the primary tank furnaces has been found to typically have around 60% of the iron as the Fe^{3+} cation, and 40% as Fe^{2+} , and it appears green-blue.³¹

It appears that the conditions in the wood-fired furnaces of the period were not sufficiently oxidizing to produce a glass that was more-or-less colorless, so a decolorizer that oxidized the Fe^{2+} to become Fe^{3+} was added to the batch. By the second century BCE, it had been discovered that the addition of around one percent manganese, probably as the relatively common mineral, pyrolusite (MnO_2) effectively decolorized the glass. How-

ever, more powerful was antimony oxide, Sb_2O_5 , which seems to have removed even the faint tint of blue from the glass. This became a frequent component of glass around the middle of the first century CE,³² about the same time as glass blowing spread across the Empire. It appears that antimony-decolorized glass was favored for high quality tableware, such as those with cut decoration, while manganese-decolorized glass was used for more utilitarian and heavier items, such as windows and storage bottles.³³ Furthermore, the majority of Roman glass is transparent green-blue, presumably because of manganese concentrations that were too low to have been fully effective or because of changes in oxidation state during the recycling processes.³⁴ Detailed discussions of the compositions of Roman colorless and transparent glass samples are provided by Jackson and colleagues.³⁵ Discoveries of antimony- or manganese-decolorized glasses at the primary production sites around the Wadi Natrun in Egypt,³⁶ suggest that the decolorizers were frequently added at the primary production stage. At the present time, we have no strong evidence that decolorization took place in the secondary fabrication workshops. Furthermore, the strong association of antimony with a type of glass that is low

Thirlwall 2005.

31 Arletti, Quartieri, and Freestone 2013.

32 Sayre 1963.

33 Jackson and Paynter 2016.

34 Bingham and Jackson 2008.

35 Jackson 2005; Foster and Jackson 2010; Jackson and Paynter 2016.

36 Freestone, Wolf, and Thirlwall 2005; Nenna, Picon, et al. 2005.

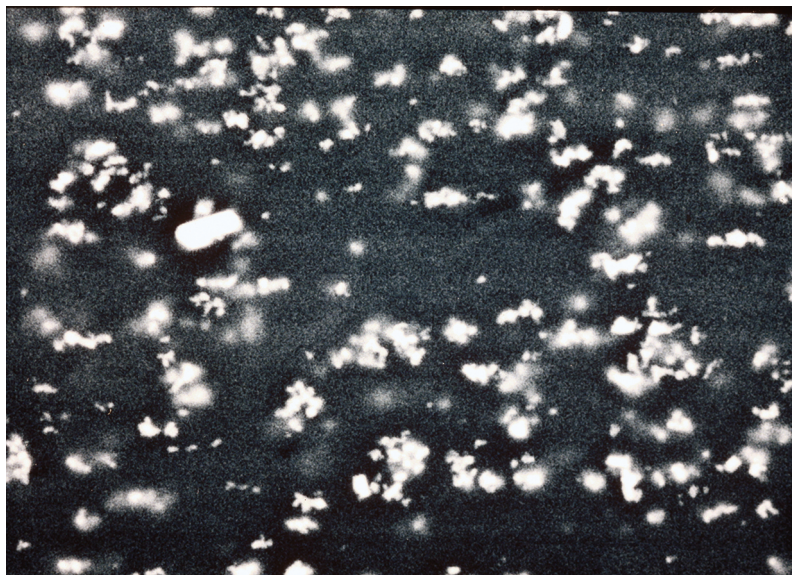


Fig. 3 Micrometer-sized crystals of calcium antimonate in an opaque white glass from a mosaic vessel of the first century. Scanning electron microscope.

in lime and alumina, while manganese is present in glass with higher lime and alumina³⁷ (Tab. 1, cols. 1 & 2; see below), strongly suggests that the two types of glass were made in different locations, and argues against decolorization at the secondary stage.

The most straightforward glass colorants were metallic elements dissolved in the glass such as cobalt, which could give a deep blue when present at levels as low as 0.05%. Copper could give a turquoise blue or green, depending on the presence of other elements such as iron or lead, but it is a significantly weaker colorant than cobalt,³⁸ so concentrations of around one percent or more were needed to produce a strong color. Manganese added in amounts in excess of around 1.5% gave a purple color, if the glass was sufficiently oxidized. Amber glass, particularly conspicuous as cast bowls in the Eastern Mediterranean in the later first millennium BCE, but present throughout the first millennium CE,³⁹ was produced by exceptionally reducing conditions in the glass leading to the presence of small amounts of sulphide ions.⁴⁰ Needless to say, amber glass samples typically do not contain decolorizers such as manganese or antimony, which would have oxidized the glass and removed the amber color.⁴¹ It has been suggested am-

ber glass was were obtained directly from the primary furnaces, as the color is likely to have been lost through repeated melting.⁴² Black glass of the Roman period has been intensively studied by Cosyns and colleagues, and was typically produced either by adding iron to the glass⁴³ or by inducing strongly reducing conditions in the glass melt. In either case, the glass was so strongly colored that no light could be transmitted.⁴⁴

Antimony had significantly more applications than as a decolorizer and, in particular, it was used to make glass opaque. When present in amounts significantly greater than one percent, Sb_2O_5 tends to crystallize from the glass as micrometer-sized particles of calcium antimonate ($\text{Ca}_2\text{Sb}_2\text{O}_7$), which disperse the light and make the glass appear opaque white (Fig. 3).⁴⁵ It seems likely that the effectiveness of antimony as a decolorizer was first recognized through this use as an opacifier, which stretched back to the Late Bronze Age and was in widespread use for this purpose by the first century BCE; for example, in mosaic bowls and cameo glass vessels such as the Portland Vase. Also in use since the Late Bronze Age was the yellow lead antimonate opacifier ($\text{Pb}_2\text{Sb}_2\text{O}_7$), which was relatively unstable and had to be pre-prepared as a compound and mixed into the

37 Freestone 2015.

38 Möncke et al. 2014.

39 E.g. Röhrs, Meek, and Entwistle 2013; Freestone, Jackson-Tal, Taxel, et al. 2015.

40 Schreurs and Brill 1984; Arletti, Quartieri, and Freestone 2013.

41 Sayre 1963.

42 Freestone and Stapleton 2015.

43 For example as iron scale: Cholakova and Rehren 2012.

44 van der Linden et al. 2009; Cagno et al. 2014.

45 Bimson and Freestone 1983; Foster and Jackson 2005; Lahlil et al. 2010.

molten glass.⁴⁶ By using an opacifier in combination with cobalt, copper, or manganese, a wide range of opaque colors could be attained.⁴⁷ Translucent red or ruby glass was not used in the 1–3rd centuries and only rarely thereafter (see below); virtually all red glasses appear to have been opaque, colored by copper, either as nano-particles of metal or as larger crystals of reduced cuprous oxide, Cu_2O .⁴⁸

Changes in color technology occurred in the early to mid-fourth century, in particular, the replacement of opacifying compounds of antimony by tin oxide white and lead tin yellow.⁴⁹ The use of antimony as a decolorizer discontinued at about the same time,⁵⁰ presumably reflecting disruptions to the supply chain resulting from the wider political changes that were occurring.

A translucent red color may be generated in glass by the presence of nanoparticles of metallic gold (i.e. smaller than one ten thousandth of a millimeter). While this practice was rare before its ‘discovery’ in the seventeenth century, silver-gold alloy nanoparticles are responsible for the translucent red to opaque green color changes observed in the famous Lycurgus Cup, an openwork vessel dated to the fourth century and currently in the collections of the British Museum, as well as similar effects in a handful of other glass vessels of the same period.⁵¹ Although this was at one time regarded by the present author as a more-or-less accidental generation of a gold-red color, the discovery that the opaque flesh colored glass seen in many mosaics of the fourth century is a result of the combination of a gold-colored glass matrix with a white antimonate-based opacifier, indicates that a group of specialist glass-workers, probably based in Rome, were able to produce gold-red on a more-or-less routine basis in the early part of the fourth century CE.⁵² There are numerous technical challenges to be overcome in producing such a material, and its production is a reflection of the technical sophistication of the glass industry at this time. The gold-red technology appears to have been relatively short-lived, and occurrences of gold-pink in later mosaics can probably be attributed to the re-use of old tesserae.

4 Primary compositional groups and provenance

A limited number of distinct glass compositional groups have been recognized to have been in use at various times during the first millennium CE. Each is believed to represent a primary production center and two of these have been linked to known furnaces in Palestine; further archaeological discoveries are needed before all of the groups may be tied to specific production locations, although circumstantial evidence and geochemical reasoning allow an assignment to either Egypt or the Levantine coastal region in most cases.

The base composition of natron glass is largely due to the composition of the glass making sand, diluted to a greater or lesser extent by the addition of the soda (natron). The compositional differences between the groups, therefore, primarily reflect the differences between the sands used to make the glass. Freestone and colleagues reasoned,⁵³ following Brill,⁵⁴ that if the lime contents of the glass were largely derived from particles of shell or limestone in the glass making sand and the alumina contents were derived from feldspar, then the products of different primary production centers may be distinguished in simple plots of lime versus alumina, an approach which has been widely used (e.g. Fig. 4). However, many groups overlap in this type of graph, and a reconsideration of the approach⁵⁵ has shown that a graph that plots the ratios of $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ and $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ can distinguish most of the major groups of natron glass recognized to date, to the first millennium CE (Fig. 5). This choice of axes is based upon the assumption that the glass making sand comprised quartz (SiO_2), heavy minerals (TiO_2 -bearing), feldspars (Al_2O_3 bearing), as well as CaO-rich limestone/shell. It reflects the mineralogy of the primary glass making sand in a more comprehensive way than the simple lime-alumina plot. TiO_2 is used rather than Fe_2O_3 or MgO (both of these oxides also occur in heavy minerals) as high titanium is believed to be especially effective in distinguishing Egyptian sands from those of the Levantine coast.⁵⁶ In particular, this graph is very effective at

46 Shortland 2002; Lahlil et al. 2011; Verità, Maggetti, et al. 2013.

47 Henderson 1991; Gliozzo et al. 2012; Freestone and Stapleton 2015.

48 Henderson 1991; Santagostino Barbone et al. 2008; Barber, Freestone, and Moulding 2009.

49 Tite, Pradell, and Shortland 2008.

50 Sayre 1965; Foster and Jackson 2010.

51 Barber and Freestone 1990.

52 Verità and Santopadre 2010.

53 Freestone, Gorin-Rosen, and Hughes 2000; Freestone, Ponting, and Hughes 2002.

54 Brill 1988.

55 This approach was introduced for a limited number of groups in Schibille, Sterrett-Krause, and Freestone 2017.

56 Foy et al. 2003.

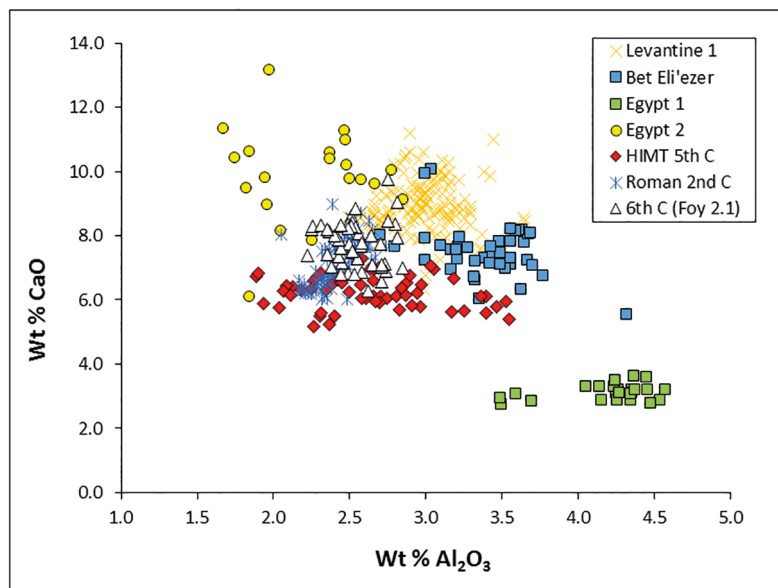


Fig. 4 Lime versus alumina contents of some of the main compositional groups. While this plot has been found suitable for the discrimination of some of the groups of Late Antiquity, there are major problems in distinguishing the main glass types of the 2nd to 6th centuries that overlap in the center.

distinguishing glass from a number of production centers thought to have been located in Egypt.

Isotopic analysis has proved valuable in determining the sources of natron glass. As already indicated, isotopes of strontium are sensitive to the origin of the lime used, and indicate that the lime in most of the groups in Fig. 5 is derived from marine shells.⁵⁷ This is taken to indicate beach sand as the primary raw material. Of the groups indicated in Fig. 5, only Egypt II, the latest group, which dates to the 8–9th centuries CE, shows a strontium isotopic composition characteristic of an inland source.⁵⁸ The isotopes of neodymium have proved very effective in establishing the source of the primary natron glass production, in particular, because Eastern Mediterranean sands are characterized by geologically young neodymium derived from the Nile.⁵⁹ Of the nine groups indicated in Fig. 5, the available isotopic evidence suggests an origin in the Eastern Mediterranean region for the great majority of the samples analyzed.⁶⁰ The powerful isotopic evidence has resulted in a consensus about the Eastern Mediterranean origin of the majority of Roman glass.

In terms of their elemental compositions, the Levantine groups, comprising those glasses made on the

Eastern Mediterranean coast north of Gaza, are similar to one another, while the Egyptian groups are more dispersed, primarily due to the variation in their TiO_2 contents. There is increasing support for the opinion that Roman glass decolorized by antimony (Roman Sb in Fig. 5, henceforth, Rom-Sb), with lower alumina than the main Levantine groups but with similar TiO_2 , originates in Egypt,⁶¹ but definitive evidence in the form of primary furnaces is absent at the present time. On this basis, the Levantine glass groups are confined to the lower right of Fig. 5, and are not well separated from one another. This reflects the similar compositions of the beach sands of the coast between Gaza and Haifa.⁶² Differentiation of the products of different Levantine primary furnaces is best achieved by taking into consideration CaO and Al_2O_3 , as in Fig. 4, along with the quantity of soda used to flux the glass.⁶³

There is a relatively straightforward chronological progression in the production of the different glass groups. In the first to third centuries, largely colorless Rom-Sb from Egypt and colorless to green-blue Rom-Mn from the Levant were the dominant types. From some point in the fourth century, an Egyptian type known as HIMT became dominant in much of Eu-

57 Ganio et al. 2012; Gallo et al. 2015; Maltoni et al. 2015.

58 Freestone, Wolf, and Thirlwall 2005.

59 Degryse and Schneider 2008.

60 E.g. Ganio et al. 2012; Gallo et al. 2015; Maltoni et al. 2015.

61 Degryse 2014; Rosenow and Rehren 2014; Freestone 2015; Schibille, Sterrett-Krause, and Freestone 2017.

62 Freestone 2006.

63 Al-Basheirah et al. 2016; Phelps et al. 2016.

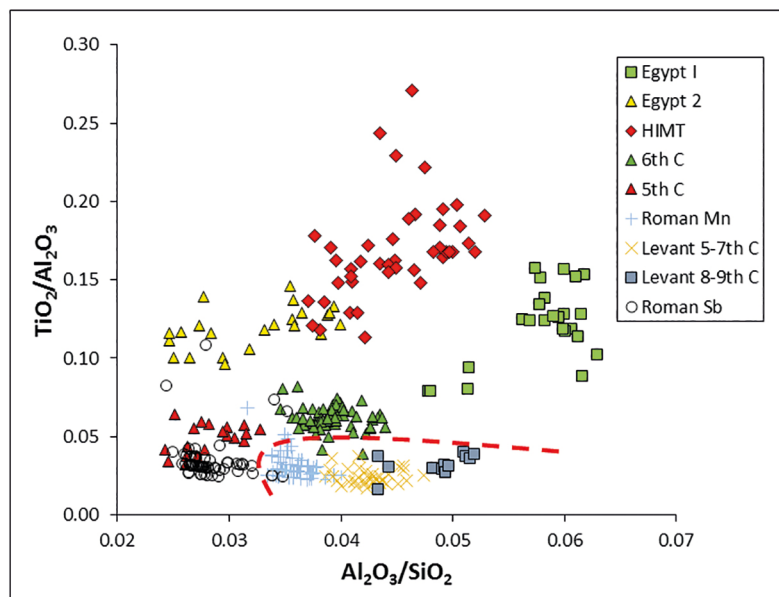


Fig. 5 Discrimination of major glass groups using oxide ratios. The dashed line indicates the approximate boundary between Egyptian (above, left) and Levantine (below, right) compositions.

rope, but Levantine production continued.⁶⁴ In the fifth and sixth centuries, new Egyptian glass types appeared, termed groups 2.1 and 3.2 by Foy et al.⁶⁵ and suggested by Cholakova et al.⁶⁶ to be closely related.⁶⁷ Levantine glass production was still represented, especially in the eastern Mediterranean, but after the fifth century, Levantine glass was no longer decolorized using manganese.⁶⁸ Levantine glass production ('Levantine I') in the sixth-seventh century has been linked to furnaces at Apollonia,⁶⁹ while in the eighth century it had moved North to the furnaces at Bet Eli'ezer, near Hadera, to produce a relatively distinctive silica-rich composition known as Levantine II. Egypt I, a seventh century group, is not well-known beyond Egypt, while the final natron group appears to have been Egypt II, which was produced in the 8–9th centuries.⁷⁰

Some disagreement exists in the literature around the origin of the common yellowish-green glass that becomes abundant in the fourth century, displacing the earlier Rom-Sb and Rom-Mn groups.⁷¹ Primary

manufacture of this glass in the Hambach Forest region was considered to be local to the area, on the basis of strong geochemical arguments.⁷² However, glass which appears identical in composition appeared in the East and across the Roman world at about the same time. Known as HIMT glass,⁷³ this well-studied glass type, also equivalent to Group 1 of Foy et al.⁷⁴ is considered to originate in Egypt, and its isotopic and elemental compositions are fully consistent with such an origin.⁷⁵ Rehren and Brüggler,⁷⁶ for example, attribute the characteristic Helle bowls of the fourth to fifth centuries in northwestern Germany to the HIMT group, rather than to an origin in the region.

5 Secondary production and recycling

A consequence of the divided production model is that the glass shaped into vessels and windows in secondary production workshops does not reflect the natural raw

64 E.g. Foy et al. 2003; Foster and Jackson 2009; Schibille, Sterrett-Krause, and Freestone 2017.

65 Foy et al. 2003.

66 Cholakova, Rehren, and Freestone 2015.

67 Note that Foy et al. 2003 suggested group 3.2 to have a Levantine origin.

68 Foy et al. 2003; Ceglia et al. 2015; Schibille, Sterrett-Krause, and Freestone 2017.

69 Freestone, Gorin-Rosen, and Hughes 2000; Tal, Jackson-Tal, and Free-

stone 2004.

70 Gratuze and Barrandon 1990; Phelps et al. 2016.

71 Jackson and Foster 2015.

72 Wedepohl and Baumann 2000; Follmann-Schultz 2015.

73 Freestone 1994.

74 Foy et al. 2003. See also Freestone, Wolf, and Thirlwall 2005; Foster and Jackson 2009; Nenna 2014.

75 Freestone, Wolf, and Thirlwall 2009; Jackson and Foster 2015.

76 Rehren and Brüggler 2015.

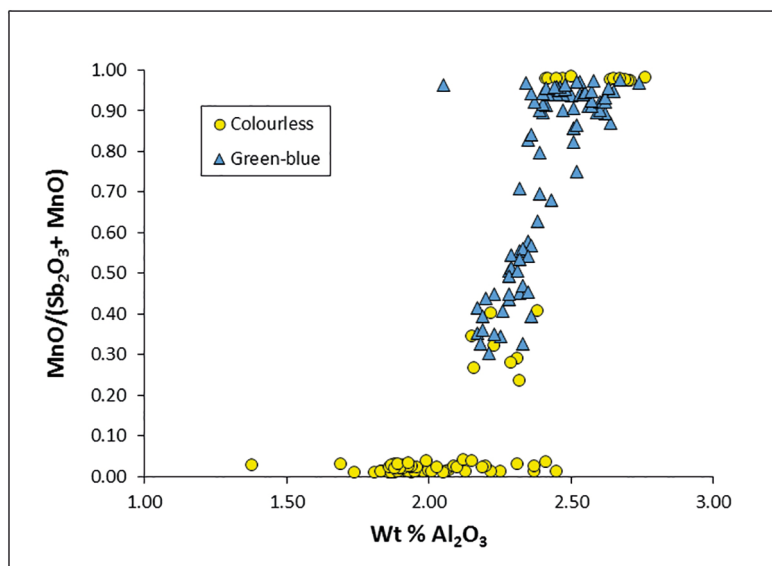


Fig. 6 Compositions of 2–3rd century colorless and weak green-blue glass from the Iulia Felix shipwreck. The compositions of the primary manganese- and antimony-decolorized glasses are seen at the top and bottom of the plot. Intermediate compositions are formed by mixing these end-members, and are more frequently green-blue.

materials available to that workshop, but instead reflect the source of the primary glass. This presents the possibility of determining the character of long distance East-West trade and its fluctuations throughout the first millennium CE, using the occurrence of primary glass.⁷⁷ However, it is expected to be challenging to distinguish the products of different secondary workshops by chemical analysis, unless the glass workers used glass sourced from different primary factories. Given that at any one time, the glass industry in a particular region seems to have been typically dominated by a single primary production, this circumstance is likely to have occurred only rarely. An exception is when Rom-Mn and Rom-Sb type glasses were widely traded in the first to third centuries and in use at the same time across the Empire.

Glass is the archetypal recyclable material; the remelting of old glass, or cullet, to make new vessels has been practiced since at least the early Roman period, as reflected in classical texts,⁷⁸ archaeological deposits,⁷⁹ and the composition of the glass itself.⁸⁰ It has long been recognized that the recycling process results in the accumulation of colorant elements (Sb, Cu, Co, Pb, etc.) in the recycled glass, as recycling was never a perfect process; colored glass cullet would have been intentionally

re-used or unintentionally incorporated with uncolored glass in the batch.⁸¹ On this basis, there can be little doubt that much of the glass of the first millennium, at least in the West, contains some recycled material, even where fresh glass was being received. However, these colorant data do not always make it clear what proportion of a particular glass batch has been recycled, and how much is pristine glass. It may well be that recycling was so ubiquitous that virtually all of the ancient glass recovered has been recycled; if colorless glass was recycled only with colorless cullet of the same composition and colored glass was efficiently excluded, then there would be no diagnostic signature indicative of recycling in terms of colorant elements. An approach to recycling based upon colorant elements alone is, therefore, somewhat limited, and it is necessary to turn to other indicators to complement the information.

For the first to fourth centuries, the most promising approach appears to have been through the mixing of glasses decolorized with antimony and with manganese.⁸² As antimony-decolorized glass (Rom-Sb) is also typically richer in soda and lower in lime and alumina than the contemporary manganese-decolorized glass (Rom-Mn), the mixing of these two types can be

77 Rehren and Freestone 2015.

78 Whitehouse 1999.

79 Keller 2005.

80 Freestone 2015.

81 Jackson 1996; Mirti, Lepora, and Sagui 2000; Freestone, Ponting, and Hughes 2002.

82 Jackson and Paynter 2016; Freestone 2015.

monitored both by the ratio of decolorants and the major element composition, as shown, for example, in Fig. 6. The data in the graph are from the work of Silvestri and colleagues⁸³ on glass from the shipwreck *Iulia Felix*, off Grado in the Adriatic Sea, which carried a barrel containing over 10 000 fragments of broken glass for recycling. Fig. 6 shows a more-or-less linear relationship between the alumina content of the glass and the ratio of manganese to antimony, and this trend reflects the mixing of antimony-decolorized glass that has low alumina, with manganese-decolorized glass that had a higher alumina concentration (Tab. 1). The combination of the decolorizers and base-glass components in this way gives a more robust understanding of the mixing process than consideration of the antimony and manganese alone, as it incorporates the base glass compositions. In Fig. 6, a tendency of the Roman craftsmen to have conserved the composition of the Rom-Sb glass is observed, as the clearly identifiable antimony-decolorized glass at the base of the figure is not frequently adulterated by small quantities of Rom-Mn. On the other hand, the Rom-Mn at the top of the graph is more frequently contaminated with small amounts of Rom-Sb. In the center of the diagram is a group of truly intermediate compositions, representing an indiscriminate mixing of the two types.

Further indications of recycling may be observed due to contamination processes in the workshop. Paynter,⁸⁴ in a detailed analytical study of glass making waste from the experimental reconstruction of a Roman glass workshop, showed that while being melted, glass in a wood-fired furnace could be contaminated by potassium associated with the fuel ash. This effect is frequently observed in the analysis of Late Byzantine glass (6th to 7th centuries) from the Levant⁸⁵ and may also be observed in earlier Roman assemblages, as observed at Carthage.⁸⁶

It is becoming apparent from these approaches that, as might be expected, recycling was a ubiquitous process throughout the first millennium CE. Even so, it appears to have been more intense in some regions and at specific times than others, and this was due to a range of factors, but, in particular, the availability of fresh raw glass from the Eastern Mediterranean. Hence, in Western Europe in the eighth to ninth centuries, virtually all

natron glass used represented recycled material, to the extent that the glass used to furnish the monastery at San Vincenzo al Volturno (Molise, Italy) has been identified as the mosaic and window glass removed from a single Roman building by Schibille and Freestone.⁸⁷ Towards the end of the first millennium, when East-West trade had become severely restricted, the glass from old buildings would have been seen as the primary source of a material that was not easy to manufacture. Indeed, Roman mosaics were a source of strong colors for the northern enamel and window glass industries up until the middle of the twelfth century.⁸⁸

6 The natron premium

Although the data allow some remaining possibility that some colorless natron glass was made beyond the Eastern Mediterranean region,⁸⁹ it seems unlikely that this was more than a very small proportion of the total glass in use at any time, and that most glass was made in the great tank furnaces of Egypt and Syria-Palestine. The reason for this lies in the source of the natron itself: almost exclusively Egypt according to the most recent study of the isotopic composition of boron, an effective marker for natron.⁹⁰ Not only was natron a geographically restricted material but also its production would have been seasonally dependent and probably susceptible to climatic fluctuations, as well as social and political upheavals.⁹¹ Raw glass in the form of chunks, as found across the Roman world and in shipwrecks, would have been easier to transport and a more negotiable commodity than natron, which was water soluble, caustic, and of very low density relative to the equivalent amount of glass.

The controlling influence of natron on the production of glass throughout the first millennium is illustrated in Tab. 2. Here, the soda contents of the major primary glass groups of the first millennium are compared by century and by the currently understood location of production. While this table would benefit from significant expansion, in terms of the numbers of assemblages incorporated, the basic pattern is clear. In any period, the soda content of Levantine glass was 3–4 %

83 Silvestri 2008; Silvestri, Molin, and Salviulo 2008.

84 Paynter 2008.

85 Rehren, Marii, et al. 2010; Al-Basheirah et al. 2016.

86 Schibille, Sterrett-Krause, and Freestone 2017.

87 Schibille and Freestone 2013.

88 Freestone 2015.

89 Degryse 2014.

90 Devulder et al. 2014.

91 Shortland 2004; Shortland et al. 2006.

Century	Weight Percent Na ₂ O				Data source
	Egyptian glass		Levantine glass		
	Mean	sd	Mean	sd	
1st BCE			17,6	1,1	Jerusalem: I. C. Freestone, unpublished data
2nd–3rd CE	19,8	0,5	16,8	0,8	Iulia Felix, Rom-Sb & Rom-Mn: Silvestri 2008; Silvestri, Molin, and Salviulo 2008
4th CE			15,7	0,9	Jalame: Brill 1988
5th CE	19,1	1,4			HIMT: Foy et al. 2003
6th CE	17,8	1,1			Foy 2.1: Cholakova, Rehren, and Freestone 2015
6th–7th CE			14,4	1,2	Apollonia: Tal, Jackson-Tal, and Freestone 2004; Freestone, Gorin-Rosen, and Hughes 2000; Freestone, Jackson-Tal, and Tal 2008
7th CE	17,0	1,3			Egypt I: Ceglia et al. 2015
7th–8th CE			12,5	1,5	Bet Eli'ezer: Freestone, Gorin-Rosen, and Hughes 2000; Freestone unpublished
8th–9th CE	15,0	0,5			Egypt II: Bimson and Freestone 1987; Freestone, Jackson-Tal, Taxel, et al. 2015

Tab. 2 Means and standard deviations of soda contents of glass inferred to have been made in Egypt and the Levant through the first millennium CE. Note the decline in soda contents with time, as well as the lower soda in Levantine glass.

weight percent Na₂O lower than that made in Egypt, or alternatively expressed, the Na₂O content of Levantine glass was typically around 80–85 % of that of Egyptian glass. Natron was a very effective flux, lowering the melting and working temperatures of the material, and this difference represents an additional cost to the Levantine producers in terms of fuel and/or effort. It is not surprising then that 'colorless Alexandrine glass' was more expensive than 'greenish Judean glass,' according to the emperor Diocletian's Edict of Maximum Prices (301 CE).⁹²

The higher quality of Egyptian glass also appears to be reflected in the use of decolorizers. From the first to fourth centuries, the more effective, but less accessible, and no doubt more expensive decolorant, antimony, was used in Rom-Sb glass, here considered to have been an Egyptian product. Manganese, more readily available as the oxide from mining areas such as Feynan and Timna in the Wadi Arabah (modern Jordan and Israel)⁹³ was

used on the Levantine coast. Following the demise of antimony-decolorized glass in the fourth century, Egyptian glass makers adopted manganese as a decolorant, and this continued until the sixth century, first in HIMT and then the Foy 2.1 glass types.⁹⁴ However, the use of manganese as a decolorant in glass made in the Levant appears to have ceased by the end of the fifth century.⁹⁵ The advantage offered to the Egyptian glass workers by the close availability of natron is, therefore, also reflected in the availability of manganese decolorizer.

Not only was the natron content of Egyptian glass higher than that of the Levantine material at all times, but the table reveals a reduction in the natron content of glass over the millennium of 20–30 % for each region. For the Levant, this resulted in a glass of astonishingly low soda (and correspondingly high silica (12 % and 75 % respectively)) at the time of the final Umayyad production at Bet Eli'ezer, near modern Hadera. This

92 Whitehouse 2004; but cf. Barag 2005.

93 Hauptmann 2007.

94 Foy et al. 2003; Cholakova, Rehren, and Freestone 2015; Ceglia et al.

2015.

95 Foy et al. 2003; see also Schibille, Sterrett-Krause, and Freestone 2017.

was not the result of sacrificing glass quality for an increase in quantity; at the time that the glass lowest in natron was being produced, total fresh glass production was much lower than in earlier centuries: raw glass was no longer reaching western Europe, and the large mosaic and window projects of the Roman and Byzantine periods were long past. The reduction in the availability of natron was, therefore, even greater than the compositions alone would suggest. Furthermore, with the proviso that the averages shown in Tab. 2 are based on a relatively small samples of samples, there appears to be a gradual decrease in soda content over the millennium, suggesting a long term decline in its availability.

It is, therefore, not surprising that natron glass production was largely restricted to Egypt and the Levantine coast. There was effectively a premium associated with the use of natron, which was substantially higher for buyers outside Egypt. The extent to which this was a consequence of transport costs, some form of taxation, or other factors, is unclear.⁹⁶ For whatever reason, the cost of obtaining Egyptian natron was restrictive, even for the glass makers of the nearby Levant.

Recently, use of a local natron source has been recognized in western Anatolia, where from the middle of the first millennium CE, a glass was produced using a mineral soda derived by evaporation from soda springs associated with local boron deposits. The glass, found in assemblages at Aphrodisias and Pergamon, has a very characteristic composition with elevated alumina, and the evaporitic soda gives rise to very high levels of the trace elements lithium and boron;⁹⁷ however, at present there is little evidence that either the glass or the soda were extensively traded beyond the boundaries of modern Turkey in the first millennium CE. The existence of this regional production in Anatolia suggests that where soda was available, it is likely to have been used in glass production, and is consistent with the view that natron from Egypt did not travel far.

7 Conclusion

The primary production of natron glass ceased around the middle of the ninth century in Egypt⁹⁸ and perhaps fifty or one hundred years earlier in Palestine.⁹⁹ Following this, it was replaced by glass based on soda-rich plant ash in the South, while north of the Alps, production of a potassium-rich glass based upon the ashes of inland plants and trees had begun in France by the end of the eighth century.¹⁰⁰ This change in production drove the spread of glass making and the development of the medieval industry in Venice and the stained glass window productions of the Lorraine and Normandy in France, among many others. The gradual decline in the soda content of glass and the relative accessibility of natron to glass makers in Egypt and Palestine suggest that the reasons for the technological change are not to be found in some short-term or abrupt event such as a political upheaval;¹⁰¹ rather, they are to be sought in long-term economic and social factors, perhaps related to the demand for natron for alternative uses, for example, to be used in the dyeing industry, or as a medicine or a detergent.¹⁰² Only close attention to the structure of the glass industry and its relationship to society both before and after the change will allow a robust interpretation of the factors involved.

Over the past twenty years, an explosion of archaeological and archaeometric data has allowed a dramatic revision of earlier ideas about the glass industry of the first millennium, and it seems unlikely that the understanding of the general structure of the industry will change radically in the near future. However, there is still much to learn about the movement of glass, its markets, and its recycling. The dramatic improvements in our ability to produce high quality analytical data and our ability to interpret it suggest that scientific approaches will continue to make a strong contribution, particularly when coupled with well-contextualized archaeological material.

96 A tax on natron existed in the Ptolemaic period – Heichelheim 1958 and also in the Abassid period – Décobert 2003.

97 Schibille 2011; Rehren, Connolly, et al. 2015; see also Brill 1968, and for a discussion of the soda source see Tite, Shortland, et al. 2016.

98 Sayre and Smith 1974; Gratuze and Barrandon 1990.

99 Phelps et al. 2016.

100 van Wersch et al. 2015.

101 Shortland et al. 2006.

102 Phelps et al. 2016.

Bibliography

Arletti, Quartieri, and Freestone 2013

Rossella Arletti, Simona Quartieri, and Ian C. Freestone. "A Xanes Study of Chromophores in Archaeological Glass." *Applied Physics A* 1111 (2013), 99–108.

Barag 2005

Dan Barag. "Alexandrian and Judaeon Glass in the Price Edict of Diocletian." *Journal of Glass Studies* 47 (2005), 184–186.

Barber and Freestone 1990

David J. Barber and Ian C. Freestone. "An Investigation of the Origin of the Colour of the Lycurgus Cup by Analytical Transmission Electron Microscopy." *Archaeometry* 32.1 (1990), 33–45.

Barber, Freestone, and Moulding 2009

David J. Barber, Ian C. Freestone, and Keith M. Moulding. "Ancient Copper Red Glasses: Investigation and Analysis by Microbeam Techniques." In *From Mine to Microscope – Advances in the Study of Ancient Technology*. Ed. by A. J. Shortland, I. C. Freestone, and T. Rehren. Oxford: Oxbowbooks, 2009, 115–127.

Al-Basheireh et al. 2016

Khaled Al-Basheireh, Abdel-Qader Al-Housan, Ian C. Freestone, and Shatha Al-Mustafa. "Composition of Byzantine Glasses from Umm El-jimal, Northeast Jordan: Insights into Glass Origins and Recycling." *Journal of Cultural Heritage* 21 (2016), 809–818.

Bimson and Freestone 1983

Mavis Bimson and Ian C. Freestone. "An Analytical Study of the Relationship between the Portland Vase and Other Roman Cameo Glasses." *Journal of Glass Studies* 25 (1983), 115–127.

Bimson and Freestone 1987

Mavis Bimson and Ian C. Freestone. "The Discovery of an Islamic Glass Making Site in Middle Egypt." In *Annales du 10e Congres de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre, Madrid@Segovia/23–28 September 1985*. Ed. by International Association for the History of Glass. Amsterdam: Association internationale pour l'histoire du verre, 1987, 237–243.

Bingham and Jackson 2008

Paul A. Bingham and Caroline M. Jackson. "Roman Blue-Green Bottle Glass: Chemical-optical Analysis and High Temperature Viscosity Modelling." *Journal of Archaeological Science* 2.35 (2008), 302–309.

Brems, Degryse, and Ganio 2012

Dieter Brems, Patrick Degryse, and Monica Ganio. "The Production of Roman Glass with Western Mediterranean Sand Raw Materials: Preliminary Results." *Glass Technology-European Journal of Glass Science and Technology Part A* 4.53 (2012), 129–138.

Brems, Degryse, Hasendoncks, et al. 2012

Dieter Brems, Patrick Degryse, Feme Hasendoncks, Domingo Gimeno, Alberta Silvestri, Elvira Vassilieva, Steven Luypaers, and Johan Honings. "Western Mediterranean Sand Deposits As a Raw Material for Roman Glass Production." *Journal of Archaeological Science* 9.39 (2012), 2897–2907.

Brems, Ganio, et al. 2013

Dieter Brems, Monica Ganio, Kris Latruwe, Alberta Silvestri, Patrick Degryse, Domingo Gimeno, Lieve Balcaen, Mike Carremans, Frank Vanhaecke, and Philippe Muchez. "Isotopes on the Beach, Part 1: Strontium Isotope Ratios As a Provenance Indicator for Lime Raw Materials Used in Roman Glass-Making." *Archaeometry* 2.55 (2013), 214–234.

Brill 1968

Robert H. Brill. "The Scientific Examination of Ancient Glasses." In *Proceedings of the 8th International Congress on Glass*. Ed. by Society of Glass Technology. Sheffield: Society of Glass Technology, 1968, 47–68.

Brill 1970

Robert H. Brill. "The Chemical Interpretation of the Texts." In *Glass and Glassmaking in Ancient Mesopotamia*. Ed. by A. L. Oppenheim, R. H. Brill, D. Barag, and A. von Saldern. New York: Corning Museum of Glass, 1970, 105–128.

Brill 1988

Robert H. Brill. "Scientific Investigations of the Jalame Glass and Related Finds." In *Excavations at Jalame: Site of a Glass Factory in Late Roman Palestine*. Ed. by G. D. Weinberg. Columbia: University of Missouri, 1988, 257–291.

Cagno et al. 2014

Simone Cagno, Peter Cosyns, Andrei Izmer, Frank Vanhaecke, Karin Nys, and Koen Janssens. "Deeply Colored and Black-appearing Roman Glass: A Continued Research." *Journal of Archaeological Science* 42 (2014), 128–139.

Ceglia et al. 2015

Andrea Ceglia, Peter Cosyns, Karin Nys, Herman Terryn, Hugo Thienpont, and Wendy Meulebroeck. "Late Antique Glass Distribution and Consumption in Cyprus: A Chemical Study." *Journal of Archaeological Science* 61 (2015), 213–222.

Cholakova and Rehren 2012

Anastasia Cholakova and Thilo Rehren. "Producing Black Glass during the Roman Period-Notes on a Crucible Fragment from Serdica, Bulgaria." In *Proceedings of the 39th International Symposium for Archaeometry*. Ed. by R. B. Scott, D. Braekmans, M. Carremans, and P. Degryse. Leuven: Centre for Archaeological Sciences, 2012, 261–267.

Cholakova, Rehren, and Freestone 2015

Anastasia Cholakova, Thilo Rehren, and Ian C. Freestone. "Compositional Identification of 6th c. AD Glass from the Lower Danube." *Journal of Archaeological Science Reports* 7 (2015), 625–632.

Décobert 2003

Christian Décobert. "Le natron égyptien au Moyen-Age." In *Echanges et commerce du verre dans le monde antique: Actes du Colloque de l'Association Française pour l'Archeologie du Verre, Aix-en-Provence et Marseille, 7-9 juin 2001*. Ed. by D. Foy and M.-D. Nenna. Montagnac: Editions Monique Mergoïl, 2003, 125–127.

Degryse 2014

Patrick Degryse. *Glass Making in the Greco-Roman World: Results of the ARCHGLASS Project*. Leuven: Leuven University Press, 2014.

Degryse and Schneider 2008

Patrick Degryse and Jens Schneider. "Pliny the Elder and Srnd Isotopes: Tracing the Provenance of Raw Materials for Roman Glass Production." *Journal of Archaeological Science* 7.35 (2008), 1993–2000.

Devulder et al. 2014

Veerle Devulder, Frank Vanhaecke, Andrew J. Shortland, David Mattingly, Caroline M. Jackson, and Patrick Degryse. "Boron Isotopic Composition as a Provenance Indicator for the Flux Raw Material in Roman Natron Glass." *Journal of Archaeological Science* 46 (2014), 107–113.

Follmann-Schultz 2015

Anna-Barbara Follmann-Schultz. "The Hambach Glass Production of the Late Roman Period." In *Glass of the Roman World*. Ed. by Bayley, J., I. C. Freestone, and C. Jackson. Oxford: Oxbow, 2015, 23–31.

Foster and Jackson 2005

Harriet Foster and Caroline M. Jackson. "A Whiter Shade of Pale? Chemical and Experimental Investigation of Opaque White Roman Glass Gaming Counters." *Glass technology* 46 (2005), 327–333.

Foster and Jackson 2009

Harriet Foster and Caroline M. Jackson. "The Composition of 'Naturally Coloured' Late Roman Vessel Glass from Britain and the Implications for Models of Glass Production and Supply." *Journal of Archaeological Science* 36 (2009), 189–204.

Foster and Jackson 2010

Harriet Foster and Caroline M. Jackson. "The Composition of Late Romano-British Colourless Vessel Glass: Glass Production and Consumption." *Journal of Archaeological Science* 12.37 (2010), 3068–3080.

Foy et al. 2003

Danièle Foy, Michèle Vichy, Maurice Picon, and Valérie Thirion-Merle. "Caractérisation des verres de la fin de l'Antiquité en Méditerranée occidentale: l'émergence de nouveaux courants commerciaux." In *Echanges et commerce du verre dans le monde antique: actes du colloque de l'Association française pour l'archéologie du verre, Aix-en-Provence et Marseille, 7-9 juin 2001*. Ed. by D. Foy and M.-D. Nenna. Montagnac: Editions Monique Mergoïl, 2003, 41–86.

Freestone 1994

Ian C. Freestone. "Appendix: Chemical Analysis of 'Raw' Glass Fragments." In *Excavations at Carthage, Vol. II, 1. The Circular Harbour, North Side. The Site and Finds other than Pottery*. Ed. by H.R. Hurst. British Academy Monographs in Archaeology 4. Oxford: Oxford University Press, 1994, 290.

Freestone 2006

Ian C. Freestone. "Glass Production in Late Antiquity and the Early Islamic Period: A Geochemical Perspective." In *Geomaterials in Cultural Heritage*. Ed. by M. Maggetti and B. Messiga. Geological Society of London Special Publication 257. London: Geological Society of London, 2006, 201–216.

Freestone 2008

Ian C. Freestone. "Pliny on Roman Glassmaking." In *Archaeology, History and Science: Integrating Approaches to Ancient Materials*. Ed. by M. Martín-Torres and T. Rehren. Walnut Creek: Left Coast Press, 2008, 77–100.

Freestone 2015

Ian C. Freestone. "The Recycling and Reuse of Roman Glass: Analytical Approaches." *Journal of Glass Studies* 57 (2015), 29–40.

Freestone, Gorin-Rosen, and Hughes 2000

Ian C. Freestone, Yael Gorin-Rosen, and Michael J. Hughes. "Primary Glass from Israel and the Production of Glass in Late Antiquity and the Early Islamic Period." In *La route du verre. Ateliers primaires et secondaires du second millénaire av. J.C. au Moyen Âge*. Ed. by M.-D. Nenna. Lyon: Maison de l'Orient méditerranéen, 2000, 65–83.

Freestone, Jackson-Tal, and Tal 2008

Ian C. Freestone, Ruth E. Jackson-Tal, and Oren Tal. "Raw Glass and the Production of Glass Vessels at Late Byzantine Apollonia-Arsuf, Israel." *Journal of Glass Studies* 50 (2008), 67–80.

Freestone, Jackson-Tal, Taxel, et al. 2015

Ian C. Freestone, Ruth E. Jackson-Tal, Itamar Taxel, and Oren Tal. "Glass Production at an Early Islamic Workshop in Tel Aviv." *Journal of Archaeological Science* 62 (2015), 45–54. DOI: 10.1016/j.jas.2015.07.003.

Freestone, Ponting, and Hughes 2002

Ian C. Freestone, Matthew Ponting, and Michael J. Hughes. "The Origins of Byzantine Glass from Maroni Petra, Cyprus." *Archaeometry* 44 (2002), 257–272.

Freestone and Stapleton 2015

Ian C. Freestone and Colleen P. Stapleton. "Composition of Mosaic Glass Vessels of the Early Imperial Period." In *Glass of the Roman World*. Ed. by J. Bayley, I. C. Freestone, and C. J. Jackson. Oxford: Oxbow, 2015, 62–77.

Freestone, Wolf, and Thirlwall 2005

Ian C. Freestone, Sophie Wolf, and Matthew Thirlwall. "The Production of HIMT Glass: Elemental and Isotopic Evidence." In *Annales du 16e Congrès de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre: London, 2003*. Ed. by M.-D. Nenna. Nottingham: Association internationale pour l'histoire du verre, 2005, 153–157.

- Freestone, Wolf, and Thirlwall 2009**
Ian C. Freestone, Sophie Wolf, and Matthew Thirlwall. "Isotopic Composition of Glass from the Levant and South-Eastern Mediterranean Region." In *Isotopes in Vitreous Materials*. Ed. by P. Degryse, J. Henderson, and G. Hodgins. Leuven: Leuven University Press, 2009, 31–52.
- Gallo et al. 2015**
Filomena Gallo, Alberta Silvestri, Patrick Degryse, Monica Ganio, Antonio Longinelli, and Gianmario Molin. "Roman and Late-Roman Glass from North-eastern Italy: The Isotopic Perspective to Provenance Its Raw Materials." *Journal of Archaeological Science* 62 (2015), 55–65.
- Ganio et al. 2012**
Monica Ganio, Sara Boyen, Thomas Fenn, Rebecca Scott, Sophia Vanhoutte, Domingo Gimeno, and Patrick Degryse. "Roman Glass across the Empire: An Elemental and Isotopic Characterization." *Journal of Analytical Atomic Spectrometry* 5.27 (2012), 743–753.
- Gliozzo et al. 2012**
Elisabetta Gliozzo, A. Santagostino Barbone, Maria Turchiano, I. Memmi Turbanti, and Giuliano Volpe. "The Coloured Tesseræ Decorating the Vaults of the Faragola Balneum (Ascoli Satriano, Foggia, Southern Italy)." *Archaeometry* 54.2 (2012), 311–331.
- Gorin-Rosen 1995**
Yael Gorin-Rosen. "Hadera, Bet Eli'ezer." *Excavations and Surveys in Israel* 13 (1995), 42–43.
- Gorin-Rosen 2000**
Yael Gorin-Rosen. "The Ancient Glass Industry in Israel – Summary of the Finds and New Discoveries." In *La route du verre. Ateliers primaires et secondaires du second millénaire av. J.C. au Moyen Âge*. Ed. by M.-D Nenna. Lyon: Maison de l'Orient méditerranéen, 2000, 49–63.
- Gratuze and Barrandon 1990**
Bernhard Gratuze and Jean-Noël Barrandon. "Islamic Glass Weights and Stamps – Analysis Using Nuclear Techniques." *Archaeometry* 32 (1990), 155–162.
- Grose 1986**
David F. Grose. "Innovation and Change in Ancient Technologies: The Anomalous Case of the Roman Glass Industry." In *High-Technology Ceramics: Past, Present, and Future – The Nature of Innovation and Change in Ceramic Technology*. Ed. by W. D. Kingery. Westerville: American Ceramic Society, 1986, 65–79.
- Hauptmann 2007**
Andreas Hauptmann. *The Archaeometallurgy of Copper. Evidence from Faynan, Jordan*. Berlin: Springer, 2007.
- Heichelheim 1958**
Fritz M. Heichelheim. *An Ancient Economic History: From the Palaeolithic Age to the Migrations of the Germanic, Slavic and Arabic Nations. Revised and Complete English Translation by J. Stevens*. Leiden: A. W. Sijthoff, 1958.
- Henderson 1991**
Julian Henderson. "Chemical Characterisation of Roman Glass Vessels, Enamels and Tesseræ." In *Materials Issues in Art and Archaeology II*. Ed. by P. Vandiver, J. Druzik, and G. S. Wheeler. Materials Research Society Symposium Proceedings 185. Pittsburgh and Pennsylvania: Materials Research Society, 1991, 601–608.
- Huisman et al. 2008**
Dirk Johannes Huisman, Sander Pols, Ineke Joosten, Bertil J. H. van Os, and A. Smit. "Degradation Processes in Colourless Roman Glass: Cases from the Bochtoltz Burial." *Journal of Archaeological Science* 2.35 (2008), 398–411.
- Jackson 1996**
Caroline M. Jackson. "From Roman to Early Medieval Glasses: Many Happy Returns or a New Birth?" In *Annales du 13e Congrès de l'association internationale pour l'histoire du verre: Pays Bas, 28 août–1 septembre 1995*. Ed. by G. Meconcelli. Amsterdam: Association internationale pour l'histoire du verre, 1996, 289–302.
- Jackson 2005**
Caroline M. Jackson. "Making Colourless Glass in the Roman Period." *Archaeometry* 4.47 (2005), 763–780.
- Jackson and Foster 2015**
Caroline M. Jackson and Harriet Foster. "Provenance Studies and Roman Glass." In *Glass of the Roman World*. Ed. by J. Bayley, I. C. Freestone, and C. Jackson. Oxford: Oxbow, 2015, 1–12.
- Jackson and Paynter 2016**
Caroline M. Jackson and Sarah Paynter. "A Great Big Melting Pot: Exploring Patterns of Glass Supply, Consumption and Recycling in Roman Coppergate, York." *Archaeometry* 1.58 (2016), 68–95.
- Keller 2005**
Daniel Keller. "Social and Economic Aspects of Glass Recycling." In *TRAC 2004: Proceedings of the Fourteenth Annual Theoretical Roman Archaeology Conference, Durham 2004*. Ed. by J. Bruhn, B. Croxford, and D. Grigoropoulos. Oxford: Oxbow, 2005, 65–78. DOI: 10.16995/TRAC2004_65_78.
- Lahlil et al. 2010**
Sophie Lahlil, Marine Cotte, Isabelle Biron, and Jean Susini. "New Insight on the in Situ Crystallization of Calcium Antimonate Opacified Glass during the Roman Period." *Applied Physics A* 3.100 (2010), 683–692.
- Lahlil et al. 2011**
Sophie Lahlil, Marine Cotte, Isabelle Biron, and Jean Susini. "Synthesizing Lead Antimonate in Ancient and Modern Opaque Glass." *Journal of Analytical Atomic Spectrometry* 26.5 (2011), 1040–1050.
- Maltoni et al. 2015**
Sarah Maltoni, Tania Chinni, Mariangela Vandini, Enrico Cirelli, Alberta Silvestri, and Gianmario Molin. "Archaeological and Archaeometric Study of the Glass Finds from the Ancient Harbour of Classe (Ravenna-Italy): New Evidence." *Heritage Science* 3.13 (2015), 1–19. DOI: 10.1186/s40494-015-0034-5.

- Mirti, Lepora, and Sagui 2000**
Piero Mirti, Alice Lepora, and Lucia Sagui. "Scientific Analysis of Seventh-century Glass Fragments from the Crypta Balbi in Rome." *Archaeometry* 42 (2000), 359–374.
- Mirti, Pace, et al. 2008**
Piero Mirti, Marco Pace, Maria Maddalena Negro Ponzi, and Maurizio Azeto. "ICP–MS Analysis of Glass Fragments of Parthian and Sasanian Epoch from Seleucia and Veh Ardašir (Central Iraq)." *Archaeometry* 3.50 (2008), 429–450.
- Möncke et al. 2014**
Doris Möncke, Myrsini Papageorgiou, Anja Winterstein-Beckmann, and Nikolaos Zacharias. "Roman Glasses Coloured by Dissolved Transition Metal Ions: Redox-Reactions, Optical Spectroscopy and Ligand Field Theory." *Journal of Archaeological Science* 46 (2014), 23–36.
- Nenna 2014**
Marie-Dominique Nenna. "Egyptian Glass Abroad: HIMT Glass and Its Market." In *Neighbours and Successors of Rome*. Ed. by D. Keller, J. Price, and C. Jackson. Oxbow Books, 2014, 177–193.
- Nenna 2015**
Marie-Dominique Nenna. "Primary Glass Workshops in Graeco-Roman Egypt; Preliminary Report on the Excavations of the Site of Beni Salama, Wadi Natrun." In *Glass of the Roman World*. Ed. by J. Bayley, I. C. Freestone, and C. J. Jackson. Oxford: Oxbow, 2015, 1–21.
- Nenna, Picon, et al. 2005**
Marie-Dominique Nenna, Maurice Picon, Michèle Vichy, and Valérie Thirion-Merle. "Ateliers primaires du Wadi Natrun: nouvelles découvertes." In *Annales du 16e Congrès de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre, Londres 2005*. Ed. by M.-D Nenna. Nottingham: Association internationale pour l'histoire du verre, 2005, 56–63.
- Nenna, Vichy, and Picon 1997**
Marie-Dominique Nenna, Michèle Vichy, and Maurice Picon. "L'Atelier de verrier de Lyon, du Ier siècle après J.-C., et l'origine des verres "Romains"." *Revue d'Archéométrie* 21 (1997), 81–87.
- Paynter 2008**
Sarah Paynter. "Experiments in the Reconstruction of Roman Wood-fired Glassworking Furnaces: Waste Products and Their Formation Processes." *Journal of Glass Studies* 50 (2008), 271–290.
- Phelps et al. 2016**
Matt Phelps, Ian C. Freestone, Yael Gorin-Rosen, and Bernhard Gratuze. "Developments in Natron Glass Production and Supply in Early Islamic Palestine." *Journal of Archaeological Science* 75 (2016), 57–71.
- Rehren and Brüggler 2015**
Thilo Rehren and Marion Brüggler. "Composition and Production of Late Antique Glass Bowls Type Helle." *Journal of Archaeological Science: Reports* 3 (2015), 171–180.
- Rehren, Connolly, et al. 2015**
Thilo Rehren, Peter Connolly, Nadine Schibille, and Holger Schwarzer. "Changes in Glass Consumption in Pergamon (Turkey) from Hellenistic to Late Byzantine and Islamic Times." *Journal of Archaeological Science* 55 (2015), 266–279.
- Rehren and Freestone 2015**
Thilo Rehren and Ian C. Freestone. "Ancient Glass: From Kaleidoscope to Crystal Ball." *Journal of Archaeological Science* 56 (2015), 233–241.
- Rehren, Marii, et al. 2010**
Thilo Rehren, Fatma Marii, Nadine Schibille, Lucy Stanford, and Swan Carolyn. "Glass Supply and Circulation in Early Byzantine Southern Jordan." In *Glass in Byzantium: Production, Usage, Analyses*. Ed. by J. Drauschke and D. Keller. Mainz: Römisch-Germanisches Zentralmuseum, 2010, 65–81.
- Röhrs, Meek, and Entwistle 2013**
Stefan Röhrs, Andrew Meek, and Chris Entwistle. "A Scientific Study of 4th to 6th Century Byzantine Glass Pendants." In *New Light on Old Glass: Recent Research on Byzantine Glass and Mosaics*. Ed. by C. Entwistle and L. James. British Museum Research Publication 179. London: British Museum, 2013, 178–188.
- Rosenow and Rehren 2014**
Daniela Rosenow and Thilo Rehren. "Herding Cats – Roman to Late Antique Glass Groups from Bubastis, Northern Egypt." *Journal of Archaeological Science* 49 (2014), 170–184.
- Santagostino Barbone et al. 2008**
A. Santagostino Barbone, Elisabetta Gliozzo, Francesco D'Acapito, I. Memmi Turbanti, Maria Turchiano, and Giuliano Volpe. "The Sectilia Panels of Faragola (Ascoli Satriano, Southern Italy): A Multi-Analytical Study of the Red, Orange and Yellow Glass Slabs." *Archaeometry* 50.3 (2008), 451–473.
- Sayre 1963**
Edward V. Sayre. "The Intentional Use of Antimony and Manganese in Ancient Glasses." In *Advances in Glass Technology, Part 2*. Ed. by F. R. Matson and G. E. Rindone. New York: Plenum Press, 1963, 263–282.
- Sayre 1965**
Edward V. Sayre. "Summary of the Brookhaven Program of Analysis of Ancient Glass." In *Application of Science in the Examination of Works of Art*. Ed. by W. J. Young. Boston: Museum of Fine Arts, 1965, 145–154.
- Sayre and Smith 1961**
Edward V. Sayre and Ray W. Smith. "Compositional Categories of Ancient Glass." *Science* 133.3467 (1961), 1824–1826.
- Sayre and Smith 1974**
Edward V. Sayre and Ray W. Smith. "Analytical Studies of Ancient Egyptian Glass." In *Recent Advances in the Science and Technology of Materials*. Ed. by A. Bishay. Vol. 3. New York: Plenum Press, 1974, 47–70.
- Schibille 2011**
Nadine Schibille. "Late Byzantine Mineral Soda High Alumina Glasses from Asia Minor: A New Primary Glass Production Group." *PLoS ONE* 6.4 (2011), 1–13. DOI: 10.1371/journal.pone.0018970.

- Schibille and Freestone 2013**
Nadine Schibille and Ian C. Freestone. "Composition, Production and Procurement of Glass at San Vincenzo al Volturno: An Early Medieval Monastic Complex in Southern Italy." *PLoS ONE* 8.8 (2013), 1–13. DOI: 10.1371/journal.pone.0076479.
- Schibille, Marii, and Rehren 2008**
Nadine Schibille, Fatma Marii, and Thilo Rehren. "Characterization and Provenance of Late Antique Window Glass from the Petra Church in Jordan." *Archaeometry* 50.4 (2008), 627–642.
- Schibille, Sterrett-Krause, and Freestone 2017**
Nadine Schibille, A. Sterrett-Krause, and Ian C. Freestone. "Glass Groups, Glass Supply and Recycling in Late Roman Carthage." *Archaeological and Anthropological Sciences* 6.9 (2017), 1223–1241.
- Schreurs and Brill 1984**
J. W. H. Schreurs and Robert H. Brill. "Iron and Sulphur-Related Colours in Ancient Glass." *Archaeometry* 16 (1984), 199–209.
- Shortland 2002**
Andrew J. Shortland. "The Use and Origin of Antimonate Colorants in Early Egyptian Glass." *Archaeometry* 4.44 (2002), 517–530.
- Shortland 2004**
Andrew J. Shortland. "Evaporites of the Wadi Natrun: Seasonal and Annual Variation and Its Implication for Ancient Exploitation." *Archaeometry* 46 (2004), 497–516.
- Shortland 2012**
Andrew J. Shortland. *Lapis Lazuli from the Kiln: Glass and Glass-making in the Late Bronze Age*. Leuven: Leuven University Press, 2012.
- Shortland et al. 2006**
Andrew J. Shortland, Lukas Schachner, Ian C. Freestone, and Michael Tite. "Natron as a Flux in the Early Vitreous Materials Industry: Sources, Beginnings and Reasons for Decline." *Journal of Archaeological Science* 33 (2006), 521–530.
- Silvestri 2008**
Alberta Silvestri. "The Coloured Glass of Iulia Felix." *Journal of Archaeological Science* 35 (2008), 1489–1501.
- Silvestri, Molin, and Salviulo 2008**
Alberta Silvestri, Gianmario Dal Molin, and Gabriella Salviulo. "The Colourless Glass of Iulia Felix." *Journal of Archaeological Science* 35.2 (2008), 331–341.
- Smith 1963**
Ray W. Smith. "Archaeological Evaluation of Analyses of Ancient Glass." In *Advances in Glass Technology, Part 2*. Ed. by F. R. Matson and G. E. Rindone. New York: Plenum Press, 1963, 283–290.
- Sode and Kock 2001**
Torben Sode and Jan Kock. "Traditional Raw Glass Production in Northern India: The Final Stage of an Ancient Technology." *Journal of Glass Studies* 43 (2001), 155–169.
- Stern 1999**
E. Marianne Stern. "Roman Glassblowing in a Cultural Context." *American Journal of Archaeology* 103 (1999), 441–484.
- Tal, Jackson-Tal, and Freestone 2004**
Oren Tal, Ruth E. Jackson-Tal, and Ian C. Freestone. "New Evidence of the Production of Raw Glass at Late Byzantine Apollonia-Arsuf, Israel." *Journal of Glass Studies* 46 (2004), 51–66.
- Tal, Jackson-Tal, and Freestone 2008**
Oren Tal, Ruth E. Jackson-Tal, and Ian C. Freestone. "Glass from a Late Byzantine Secondary Workshop at Ramla (South), Israel." *Journal of Glass Studies* 50 (2008), 81–95.
- Tite, Pradell, and Shortland 2008**
Michael S. Tite, Trinitat Pradell, and Andrew J. Shortland. "Discovery, Production and Use of Tin-based Opacifiers in Glasses, Enamels and Glazes from the Late Iron Age Onwards: A Reassessment." *Archaeometry* 1.50 (2008), 67–84.
- Tite, Shortland, et al. 2016**
Michael S. Tite, Andrew J. Shortland, Nadine Schibille, and Patrick Degryse. "New Data on the Soda Flux Used in the Production of Iznik Glazes and Byzantine Glasses." *Archaeometry* 58.1 (2016), 57–67.
- van Beeumen et al. 2011**
Roel van Beeumen, Patrick Degryse, Menno Eisenga, and Erik Muijsenberg. "Numerical Modelling of Ancient Primary Glass Furnaces." In *Proceedings of the 11th International Seminar on Furnace Design Operation & Process Simulation*. Ed. by J. Chmelař, E. Muijsenberg, and L. Nĕmec. Velké Karlovice: International Seminar on Furnace Design Operation & Process Simulation, Velké Karlovice, Czech Republic, 21–23 June 2011, 2011, 141–149.
- van der Linden et al. 2009**
Veerle van der Linden, Peter Cosyns, Olivier Schalm, and Simone Cagno. "Deeply Coloured and Black Glass in the Northern Provinces of the Roman Empire: Differences and Similarities in Chemical Composition before and After AD 150." *Archaeometry* 5.51 (2009), 822–844.
- van Wersch et al. 2015**
Line van Wersch, Claudine Loisel, François Mathis, and Sébastien Bully. "Analyses of Early Medieval Stained Window Glass from the Monastery of Baume-les-messieurs (Jura, France)." *Archaeometry* 6.58 (2015), 930–946.
- Verità 2000**
Marco Verità. "Technology and Deterioration of Vitreous Mosaic Tesserae." *Reviews in Conservation* 1 (2000), 65–76.
- Verità, Maggetti, et al. 2013**
Marco Verità, Marino Maggetti, Lucia Sagui, and Paola Santopadre. "Colors of Roman Glass: An Investigation of the Yellow Sectilia in the Gorga Collection." *Journal of Glass Studies* 55 (2013), 39–52.
- Verità and Santopadre 2010**
Marco Verità and P. Santopadre. "Analysis of Gold-Colored Ruby Glass Tesserae in Roman Church Mosaics of the Fourth to 12th Centuries." *Journal of Glass Studies* 41 (2010), 11–24.

Wedepohl and Baumann 2000

Karl Hans Wedepohl and Albrecht Baumann. "The Use of Marine Molluscan Shells for Roman Glass and Local Raw Glass Production in the Eifel Area (Western Germany)." *Naturwissenschaften* 87 (2000), 129–132.

Whitehouse 1999

David Whitehouse. "Glass in the Epigrams of Martial." *Journal of Glass Studies* 41 (1999), 73–81.

Whitehouse 2004

David Whitehouse. "Glass in the Price Edict of Diocletian." *Journal of Glass Studies* 46 (2004), 189–191.

Illustration and table credits

ILLUSTRATIONS: 1 Freestone, Ponting, and Hughes 2002. 2 Figure: I. C. Freestone. 3 Source: British Museum image by C. P. Stapleton and I. C. Freestone. 4 Ian C. Freestone, data from Foy et al. 2003; Freestone, Gorin-Rosen, and Hughes 2000; Brill 1988; Tal, Jackson-Tal, and Freestone 2004, Tal, Jackson-Tal, and Freestone 2008, Freestone, Jackson-Tal, and Tal 2008, Schibille, Marii, and Rehren 2008, Gratuze and Barrandon 1990.

5 Ian C. Freestone, data from Foy et al. 2003; Silvestri 2008, Silvestri, Molin, and Salviulo 2008; Gratuze and Barrandon 1990, Freestone, Jackson-Tal, Taxel, et al. 2015. 6 Freestone 2015. **TABLES:** 1 Means of data from (1, 2) Silvestri, Molin, and Salviulo 2008; (3) Foy et al. 2003; (4) Cholakova, Rehren, and Freestone 2015; (5, 6) Freestone, Jackson-Tal, Taxel, et al. 2015. 2 Ian C. Freestone.

IAN C. FREESTONE

is Professor of Archaeological Materials and Technology in UCL Institute of Archaeology. He is interested in early materials and technologies, and the application of scientific methods to the investigation of artefacts and their interpretation. His current projects focus on the production and recycling of glass from all periods.

Prof. Ian C. Freestone PhD, FSA
UCL Institute of Archaeology
31–34 Gordon Square
London WC1H 0PY, United Kingdom
E-Mail: i.freestone@ucl.ac.uk

Florian Klimscha

Zerbrechliche Technologie? Zäsuren und Kontinuitäten in der Produktion von Glas zwischen Bronzezeit und Frühmittelalter

Zusammenfassung

Dieser Beitrag fasst die Ergebnisse des vorliegenden Bandes zusammen und untersucht sie hinsichtlich eines besseren Verständnisses antiker Innovationen. Glas wird dabei als fortlaufender Prozess verstanden, der im 3. Jahrtausend v. Chr. im Nahen Osten begann. Primärglas konnte bis zur Spätantike nur im östlichen Mittelmeerraum hergestellt werden. Trotzdem wurden Glasprodukte nicht einfach fertig von den orientalischen Zentren in die Peripherien transportiert, sondern es fand eine lokale Aneignung der Glasinnovationen seit der Bronzezeit statt.

Keywords: Glas; Glastechnologie; Glasproduktion; technische Innovationen; Innovationsdiffusion

This paper summarizes the result of the volume, and analyzes them for a deeper understanding of ancient innovation processes. Glass is treated as an ongoing innovation that started in the 3rd millennium BCE in the Near East. This innovation was rather peculiar because, until Late Antiquity, primary glass production was only possible in the Eastern Mediterranean. Yet, glass products were not simply transported from these Oriental centers into the periphery, but an appropriation of glass objects took place already in the Bronze Age.

Keywords: glass; glass technology; glass production; technical innovations; diffusion of innovations

I Das älteste Glas der Welt

Von der Bronzezeit bis ins Frühmittelalter ist die Produktion von Glas durch zwei Faktoren beschränkt. Das komplexe Wissen um die notwendige Rohglasherstellung und das Vorkommen der Rohstoffe. Die Herstellung von Glas setzt umfangreiches Wissen über Pyrotechnologie und chemische Zusammenhänge voraus. Das Ansammeln des notwendigen Know-hows für die Glasherstellung muss ein langwieriger Prozess gewesen sein, der nicht sofort von Erfolg gekrönt war. Es war nötig durch systematische Experimente sich Spezialwissen zu erschließen, dessen Grundlagen man wahrscheinlich nur bedingt verstand. Der aktuelle Forschungsstand zeigt, dass offenbar nur die frühen Stadtstaaten Westasiens die Möglichkeiten dazu hatten.

Die ältesten Glasfunde stammen aus dem Vorderen Orient und können, allerdings nur sehr vage, ins 3. Jahrtausend v. Chr. datiert werden.¹ Das frühe Glas beschreibt dabei einen in Ägypten beginnenden, den fruchtbaren Halbmond entlang laufenden und im Iran endenden Raum (Abb. 1). Diese Verbreitung wandelte sich bis ca. 1600 v. Chr. nur marginal, danach aber veränderten sich Qualität und Quantität der Glasfunde geradezu dramatisch.

Mit dem in der 2. Hälfte des 2. vorchristlichen Jahrtausends einsetzenden ersten Glasboom beschäftigt sich der Text, den Heike Wilde in diesem Band beisteuert. Wenngleich Glas höchstwahrscheinlich nicht in Ägypten erfunden wurde,² so stammen doch die bekanntesten und imposantesten Funde der Spätbronzezeit aus dem Pharaonenreich. Lange Zeit war allerdings unklar, ob die spektakulären Glasobjekte, von denen Wilde spricht, überhaupt in Ägypten hergestellt worden sind, denn die Hinweise auf eine ägyptische Glasproduktion waren zunächst ausgesprochen spärlich. Erst durch die Forschungen von Edgar Pusch und Thilo Rehren ist die Primärproduktion bronzezeitlichen Glases nicht nur zweifelsfrei nachgewiesen, sondern lässt sich auch detailliert rekonstruieren.³

Demnach wurde Glas in Pi-Ramesse wie folgt hergestellt. Zunächst wurden weiße Quarzkiesel zu einem feinen Pulver zerstoßen, dann mit Pflanzenasche vermischt und in Keramikgefäßen auf geschätzt ca. 900°C erhitzt. Dabei entstand ein glasartiges Halbfertigprodukt, in dem man noch die Rückstände seiner Bestandteile makroskopisch erkennen konnte. Ein zweiter Brennvorangang erfolgte wahrscheinlich bei erneuter Zugabe von Pflanzenasche bei einer Temperatur um 1050°C, und führte zu einem klaren und vollständig zusammenschmolzenen Endprodukt, das durch Zugabe von Mineralien in großen zylindrischen Tiegeln gefärbt wurde.⁴

Ägyptisches Glas begeistert noch heute durch seine brillanten Farben. Es ist ausschließlich opak und wurde wahrscheinlich an verschiedenen Orten in Werkstätten, die auf bestimmte Glasfarben spezialisiert waren, seit der 18. Dynastie (ca. 1550 v. Chr.) hergestellt. Diese produzierte Menge war aber scheinbar nicht ausreichend, denn aus Schriftquellen erfahren wir, dass zusätzlich Tribute in Form von Glas nach Ägypten gebracht wurden. Weiterhin belegt die Anpassung von Glasbarren aus dem Schiffswrack von Uluburun⁵ an Glastiegel aus Qantir/Pi-Ramesse,⁶ dass zumindest ein Teil des ägyptischen Rohglases im östlichen Mittelmeer zirkulierte. Chemische Analysen des Uluburun-Glases unterstützen diese Deutung.⁷ Neben den reichhaltigen Realienfunden, die in verschiedenen Katalogen der Öffentlichkeit zugänglich gemacht wurden, ist Glas zudem aus ikonographischen Quellen und Inschriften seit der Zeit Thutmoses III. bekannt.⁸

Wilde schlägt in ihrem Beitrag eine schrittweise Aneignung der Glastechnologie durch ägyptische Handwerker vor, schließt aber zumindest für deren Beginn den Transfer von Spezialisten aus Westasien, zum Beispiel durch Verschleppung, keineswegs aus.⁹ Nach einer kurzen Phase, in der Glas offenbar oftmals wie Stein behandelt wurde, wird Glas auch heiß bearbeitet. Die ägyptische Glasproduktion erreicht im 15. und 14. Jahrhundert v. Chr. ihren Höhepunkt. Interessant ist, wie Glas in den zeitgenössischen Schriftquellen bezeichnet wird,

1 Saldern 2004, 6; Koch 2010, 35, Abb. 4, 10; Barag und Oppenheim 1970, 133.

2 Nicholson und Henderson 2000; Nicholson 2008.

3 Pusch und Rehren 2007.

4 Rehren 2014, Pl. 6d–e.

5 Bass 1986.

6 Nicholson, Jackson und Trott 1997.

7 Jackson und Nicholson 2010.

8 Vgl. die Zusammenstellung bei Saldern 2004.

9 Redford 1992, 225.

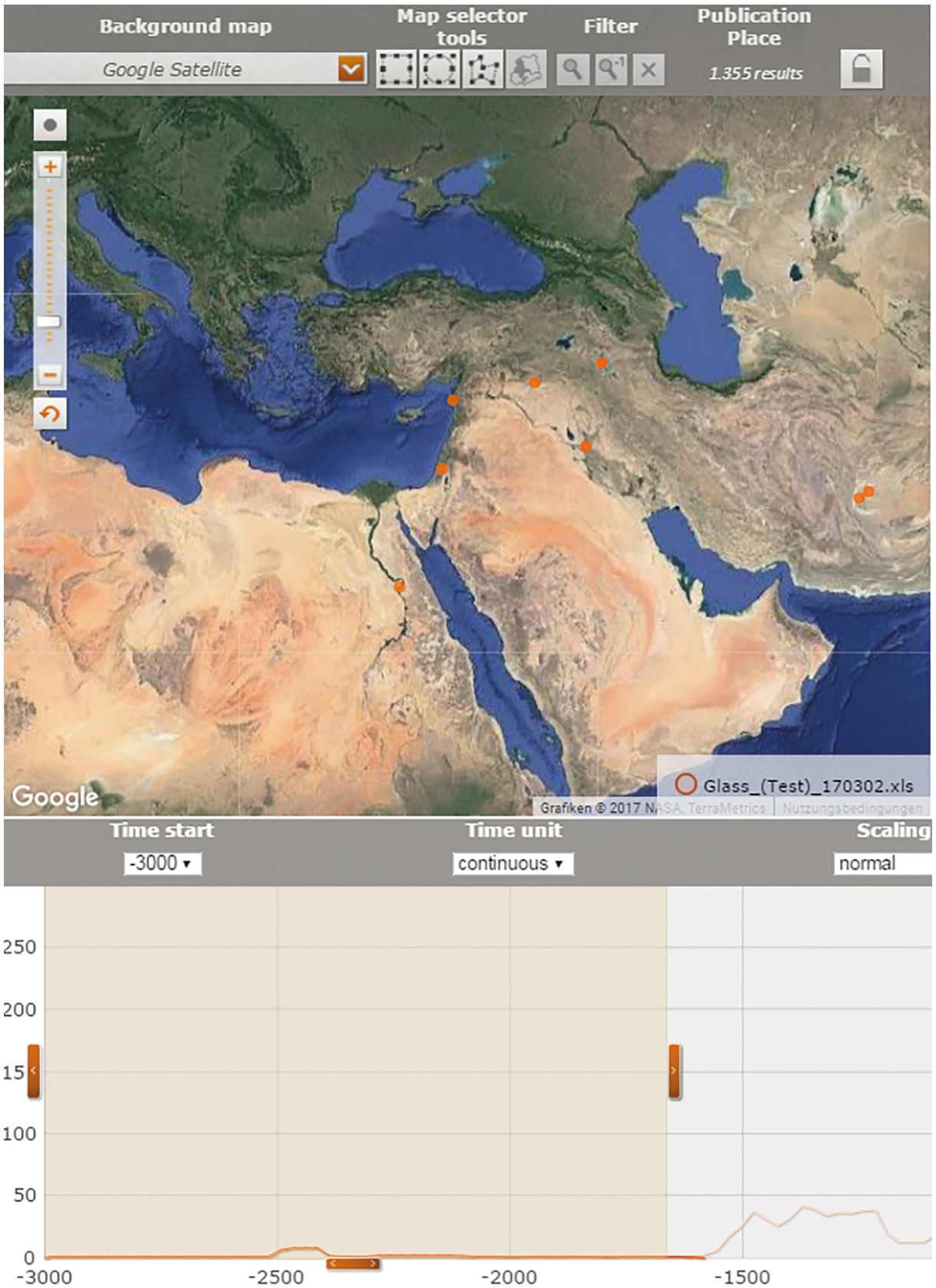


Abb. 1 Verbreitung früher Glasfunde vor ca. 1600 v. Chr.

nämlich als künstlicher Lapislazuli oder als Türkis bzw. Lapislazuli des Thutmose III. oder auch als fließender Lapislazuli.¹⁰ Glas war für die Ägypter ein künstlicher Edelmetall. Allerdings sahen die bronzezeitlichen Menschen die künstliche Herstellung keineswegs als Nachteil, sondern waren wohl gerade davon begeistert.¹¹ Die Zirkulation des Glases ist deswegen auch nicht nur als Rohmaterialtransport zu verstehen, sondern verbindet die bronzezeitlichen Herrscher des Mittelmeerraums vor allem im Rahmen diplomatischer Geschenke.

Auf diesem Weg erreichte Glas dann auch im 15. Jh. Griechenland und wurde von dort nach Italien vermittelt, wo eine eigenständige Umsetzung und später vielleicht sogar eine eigene Produktion erfolgte, die durch die lange Erfahrung in der Herstellung von Fayencen möglich wurde (Abb. 2).

Glasperlen sind im mykenischen Griechenland besonders während der Palastzeit (14.–13. Jahrhundert v. Chr.) gut belegt, aber bereits vorher bekannt. Sie werden im vorliegenden Band von Georg Nightingale ausführlich vorgestellt. Die Perlen sind vor allem aus Bestattungen bekannt. Besonders interessant sind die typischen mykenischen Reliefperlen, dünne Glasplättchen mit einer flachen Rückseite und einem Reliefdekor auf der Front. Diese Perlen sind durch einen typisch minoisch-mykenischen Motivschatz gekennzeichnet und sind also eine eigenständige künstlerische Aneignung des fremden Materials. Die verwendeten Motive sind auch bei Keramik, in der Architektur, von Fresken oder in der Kleinkunst bekannt. Reliefperlen wurden, ohne dass ihre mykenischen Hersteller auf das Material Glas Rücksicht nahmen, in diesen Kanon eingepasst. Glasperlen wurden gerne mit Gold zusammen verwendet,¹² jedoch waren sie keineswegs ein 'billiges' Substitut. Stattdessen lässt sich eine geschmackliche Vorliebe der mykenischen Nutzer für die Kombination von blauem Glas und Gold erkennen. Eine Reihe von Glasperlen wurde sogar vollständig mit Goldfolie überzogen.¹³ Das Glas war danach nicht mehr sichtbar. Diese Funde sprechen dafür, dass dem Glas auch Eigenschaften zugeschrieben wurden, die nicht mit seiner ästhe-

tischen Wahrnehmung zusammenhingen. Es ließe sich hier an eine magische oder apotropäische Wirkung denken. Dafür spräche auch die Verwendung von Glas als Verzierung von Schwertern, Helmen und Dolchen,¹⁴ die vor allem in den Stufen SH II und IIIA vorkommen. Dabei handelt es sich nämlich, wie Nightingale überzeugend ausführt, keineswegs um bloße Prunkwaffen, da die eigentliche Wirkung durch das Glas nicht beeinträchtigt wurde. Auch hier ist also eher daran zu denken, dass die Waffen durch das Hinzufügen von Glas einerseits ästhetisch aufgewertet wurden, aber vielleicht auch besondere Eigenschaften erhielten.

Glas wurde aber auch für andere Objekte verwendet, zum Beispiel vermutliche Spielsteine oder Siegel, die vor allem auf Kreta vorkommen und in die jüngere minoische Palastzeit datiert werden können. Dabei wurde das Glas wie Stein behandelt und analog zu Steinsiegeln geschnitzt und gebohrt. Auf Kreta lokalisiert Nightingale auch den Ursprung der mykenischen Glasindustrie. Dort liegen zum einen Vorstufen in Fayence für die Reliefperlen¹⁵ und andererseits eine lange Tradition von Kontakten in den Alten Orient vor. So bringt die neuere Forschung beispielsweise die 'minoischen' Fresken in Ägypten und der Levante mit der Anwesenheit ägäischer Handwerker in Verbindung¹⁶ und über einen solchen Kontakt könnte die Kenntnis von Glas auch nach Kreta gelangt sein.

Einige Funde aus Griechenland sind zweifelsfrei als Importe zu identifizieren, darunter vor allem die sogenannten Nuzi-Perlen¹⁷ sowie verhältnismäßig wenige ägyptische oder aus der Levante stammende Funde.¹⁸

Mykenische Perlen sind sehr gut in fremden Kontexten zu identifizieren und tauchen im Westen in Sizilien und Oberitalien auf, wo sie auf eine eigenständige Perlentradition aus Fayence treffen.¹⁹ Eine mykenische Fayenceperle wurde sogar im bayerischen Alpenvorland gefunden,²⁰ muss jedoch nicht zwingend die Anwesenheit von Mykenern bezeugen. Diese leitet die Forschung aber in der Tat durch die Funde der seltenen mykenischen Reliefperlen ab, die sich überall dort finden, wo mykenischer Einfluss auch anderweitig nachweisbar ist,

10 Vgl. dazu Shortland 2012.

11 Vgl. Wilde 2011.

12 Nightingale 2000.

13 Xenaki-Sakellariou 1985, Taf. 88 Abb. 103–306.

14 Nightingale 2005.

15 Effinger 1996, 343 Taf. 10e, Nr. MaS 2a.

16 Rueden 2011.

17 Haevernick 1965; Oppenheim u. a. 1988.

18 Z.B. Cline 1994, 132.

19 Bellintani 2014. Vgl. auch den Beitrag von Leonie Koch in diesem Band.

20 Gebhard 1999, 18 Taf. 8 oben.

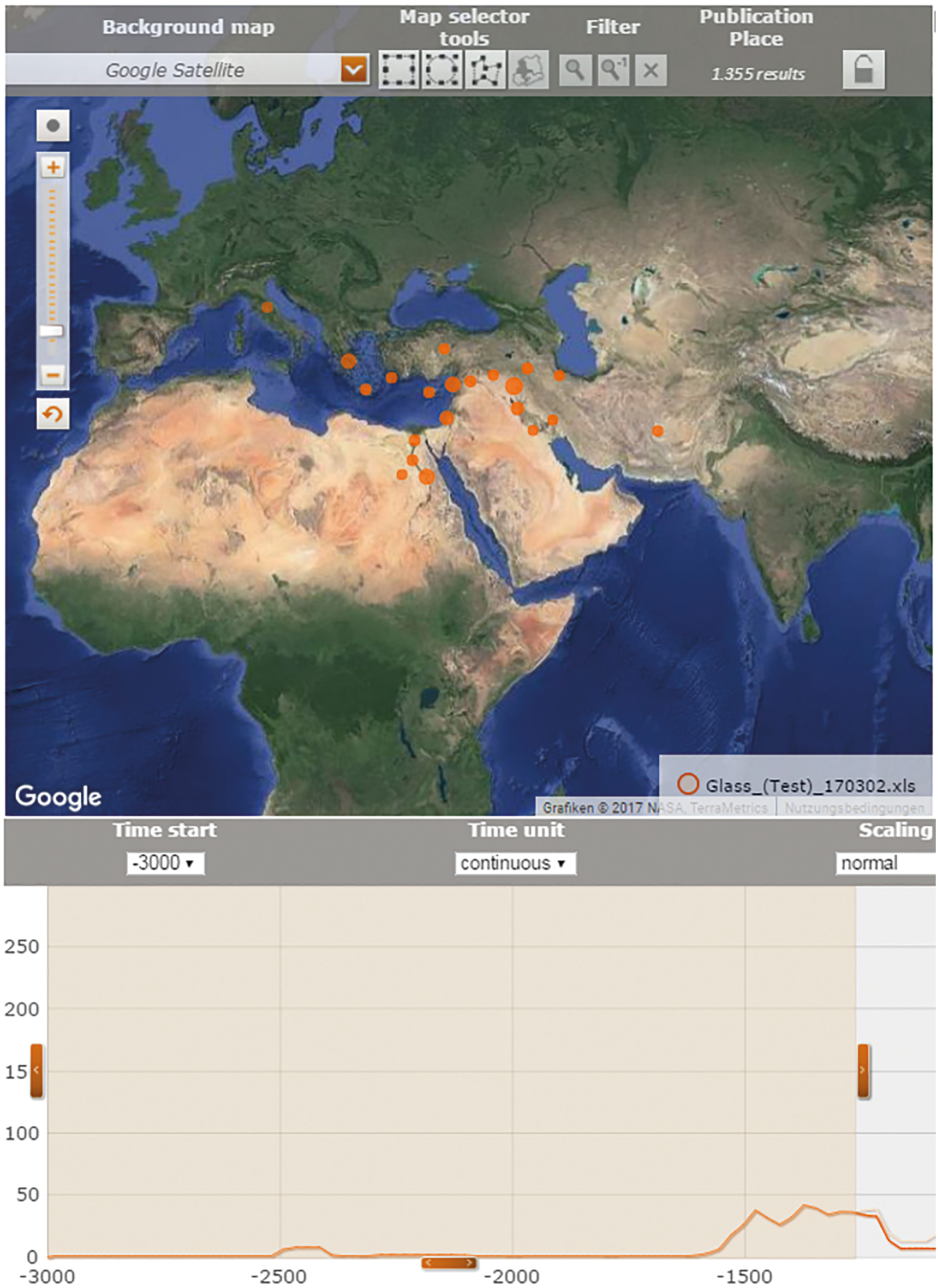


Abb. 2 Verbreitung früher Glasfunde vor ca. 1200 v. Chr.

zum Beispiel an der kleinasiatischen Südküste²¹ oder wo mit guten Gründen die Anwesenheit von Mykenern angenommen werden kann.²²

Die Produktion der mykenischen Gläser ist noch nicht abschließend geklärt. Bislang fehlt die Rohglasproduktion, so dass mit einer Verarbeitung östlicher Gläser gerechnet werden muss, was auch durch die chemischen Analysen, die ein für Westasien typisches stark magnesiumhaltiges (d.h. ‚HMG-‘)Glas ergaben, unterstrichen wird.²³ Zweifelsfrei nachweisbar ist allerdings die Glasbearbeitung und die Herstellung von Perlen aus Rohglas, zum Beispiel durch Steinformen,²⁴ ebenso wie durch eine Neuinterpretation der Schriftquellen, in denen die auf Linear B-Täfelchen genannten **ku-wa-no-wo-ko* mittlerweile als Glasarbeiter übersetzt werden.²⁵ Die Herstellung der Perlen sieht Nightingale trotz der Nutzung von Formen als sehr aufwändig an und spricht ihnen einen hohen Wert zu. Die Produktion von Glas- und Fayenceperlen lief auch nach dem Ende der mykenischen Paläste weiter, verringert sich aber schnell, bevor ab dem 10. Jahrhundert v. Chr. vor allem in Lefkandi auf Euböa wieder eine eigenständige Fayenceperlenproduktion aufkommt.

Nightingale betont in seinem Beitrag den eigenständigen Charakter der mykenischen Glastradition, der eben nicht zur mesopotamisch-levantinisch-ägyptischen Zone gerechnet werden kann und dem auch die in diesem Bereich typischen Funde fehlen.²⁶ Er ist aber deutlich von den anderen europäischen Funden abzusetzen, sowohl was die Technologie als auch die Vielfalt, Ästhetik und Nutzung des Glases anbelangt.

Mit den Fayence- und Glasfunden aus der Bronze- und Eisenzeit aus Italien beschäftigt sich Leonie C. Koch in ihrem Beitrag. Beide Traditionen sind deutlich voneinander zu trennen und während Perlen aus Fayence bereits ab dem 19. Jahrhundert v. Chr. lokal in Europa hergestellt wurden,²⁷ wurden Glasperlen bis zum 12. Jahrhundert importiert und erst danach selbst, und bis-

lang nur im Veneto nachgewiesen, hergestellt. Es ist jedoch bislang noch nicht klar, ob es sich um eine Rohglasproduktion oder nur um eine Weiterverarbeitung handelt. *En détail* behandelt Koch vier Fundgruppen: die lokal hergestellten Fayenceperlen der Früh- und Mittelbronzezeit, die türkisfarbenen konischen Knöpfe der Mittelbronzezeit, die importierten Fayenceperlen der Mittel- und Spätbronzezeit und die echten Glasperlen.

Anhand chemischer Analysen gelingt mittlerweile die Scheidung lokaler und importierter Fayencen verhältnismäßig gut: Die europäischen Funde bestehen aus einem Mischkalkaliglas (LMHK), das sich deutlich von ägäischen, ägyptischen und mesopotamischen Funden absetzt. Ab der Mittelbronzezeit sind die konischen Knöpfe aus „glasiger Fayence“ (*glassy faience*) belegt, die ebenfalls der LMHK-Gruppe zugerechnet werden. Zusammen mit der auf Italien beschränkten Verbreitung dieser Knöpfe wird daraus eine lokale Produktion erschlossen. Jedoch führt Koch die zum Teil stark divergierenden Analyseergebnisse an, die auch Anbindungen an das ostmediterrane HMG-Glas erlauben²⁸ und kommt zu dem Schluss, dass zeitgleich wahrscheinlich mit unterschiedlichen Technologien ähnliche Fayencen hergestellt worden sind. Der seit dem 17. Jahrhundert spürbare mykenische Einfluss mag als Impuls für die Produktion eigener Fayencen gesehen werden. Gegen eine direkte Beeinflussung der italischen Funde durch orientalische Vorbilder spricht allerdings das zeitliche Verhältnis beider Gruppen, denn sicher lokale Fayencen scheinen momentan deutlich älter zu sein. Bemerkenswert ist, dass in Süditalien erst deutlich später, nämlich ab der Mittelbronzezeit, Fayenceperlen auftraten,²⁹ die schließlich durch zahlreiche Importe ersetzt wurden. Durch den mykenischen Einfluss, der sich beispielsweise in der Verbreitung von Keramik mykenischen Stils abzeichnet, könnten solche Fayencen, die gute Vergleiche im Schiffswrack von Uluburun oder in Ugarit haben,³⁰ nach Italien gelangt sein.

21 Çinardalı-Karaaslan 2012.

22 Hughes-Brock 2008, 134–135.

23 Nikita, Henderson und Nightingale 2009; Henderson, Evans und Nikita 2010; weitere Literatur bei Nightingale in diesem Band, Fußnote 116.

24 Laffineur 1995.

25 Nightingale 2008, 80.

26 Vgl. dazu auch den Beitrag von Heike Wilde in diesem Band.

27 Sheridan und Shortland 2004.

28 Angelini 2014, 89.

29 Bellintani 2014, 16.

30 Koch in diesem Band, Abb. 5.

2 Glas auf dem Weg nach Mittel- und Nordeuropa

Im Rahmen dieses mykenischen Einflusses tauchen auch die ersten Glasperlen in Italien ab etwa 1650/1600–1500 v. Chr. auf. Dieses Datum ist von Belang, denn es fällt damit in den Zeitraum, in dem Glas in Mesopotamien und im östlichen Mittelmeerraum eine weite Verbreitung erfährt. Es ist also möglich, hier die Folge eines erfolgreichen Diffusionsprozesses zu erkennen. Typologisch lässt sich diese Beobachtung an Einzelfunden durchaus belegen, die gute Analogien im Schiffswrack von Uluburun finden.³¹ In Anbetracht der eher negativen Einschätzung Nightingales (in diesem Band), bezüglich eines direkten Glashandels von Mykene in den Raum nördlich der Alpen, erscheint es damit plausibler, das europäische Glas über Italien herzuleiten. Von dort bestand freilich weiterhin über mykenische Handelsrouten eine Verbindung mit Südwestasien. Ab ca. 1250 v. Chr. jedoch kommt zudem eine Gruppe von Perlen mit weißer Fadenzier und hohem Eisengehalt auf,³² die, wenngleich die Herstellung der Glassorte selbst noch nicht erwiesen ist, als lokale Produktion angesehen wird. In diese Zeit fallen auch der Fundplatz Frattesina und die benachbarten Nekropolen, von denen nicht weniger als ca. 2800 Glasperlen überliefert sind.³³ Die stilistische Variabilität sowie das Vorkommen einzigartiger Formen und die Verarbeitung von rotem Glas sprechen für eine Herstellung vor Ort. Zu den bekanntesten Funden, die in Frattesina produziert wurden, gehören Noppenperlen, wie sie vor allem aus den circumalpinen Seerandsiedlungen (‘Pfahlbauten’) bekannt sind. Jedoch spricht die Verteilung einzelner Perlentypen dafür, dass neben Frattesina weitere Herstellungsorte, vielleicht auch nördlich der Alpen, existierten. Desweiteren sprechen aber auch die jüngst von Julian Henderson besprochenen Analysen dafür, dass weitere Produktionszentren, zum Beispiel in der Po-Ebene, denkbar sind,³⁴ wir uns also weiterhin auf das bereits von Thea von Haevernick postulierte Szenario mehrerer lokaler Werkstät-

ten in Europa einlassen können.³⁵

Jeanette Varberg behandelt in ihrem Aufsatz die in der Forschung kontrovers diskutierte These, ob das bronzezeitliche Glas des Nordischen Kreises tatsächlich aus dem östlichen Mittelmeer importiert wurde oder stattdessen nicht eher das Ergebnis einer lokalen, europäischen Glasproduktion ist. Um 1900 schien die Sachlage klar: Das Glas musste, wie so ziemlich jede Innovation, aus dem Orient kommen und erst detaillierte Studien des Fundmaterials zeigten, dass ein Großteil der mittel- und nordeuropäischen Glasfunde gar nicht aus dem Mittelmeer kommen konnte und sich typologische Belege eher innerhalb Europas zeigten.³⁶ Dies gewann durch die Entdeckung der italischen Glaswerkstätten noch einmal deutlich an Überzeugung.³⁷ Ausgehend von neuen naturwissenschaftlichen Analysen kann Varberg nun aber zeigen, dass einige Perlen wohl dennoch aus weiter entfernten Regionen stammen und führt gute Übereinstimmungen mit ägyptischen und mesopotamischen Glasperlen dafür heran. Der Handel mit Bernstein sei der Motor gewesen, auf dem Ideen und Objekte zwischen Jütland und dem Orient zirkulierten. Wenngleich die Schwierigkeiten bei der präzisen Verortung der als ‘baltisch’ bestimmten Bernsteine davor warnen, diese Ergebnisse zu schnell als gesichert zu betrachten und neuere Untersuchungen eher zeigen, dass die Distribution bestimmter Formen lokal beschränkt war,³⁸ muss die festgestellte Provenienz des Glases zunächst diskutiert werden. Varberg deutet sie im Rahmen der zuletzt mehrfach beschworenen individuellen Mobilität der Bronzezeit.³⁹

Die Bedeutung des Glases lässt sich nur indirekt erschließen, aber gerade für den Norden sehr große Fundkomplexe wie der Hort von Neustrelitz, der 180 Glasperlen enthielt,⁴⁰ führen uns vor Augen, dass sämtliche Glasfunde des Nordischen Kreises weniger als 1% dessen ausmachen was zeitgleich im Mittelmeer vorlag. Andererseits mag insbesondere über die gut nachvollziehbaren Verbindungen nach Italien doch eine gewisse Vorstellung vorhanden gewesen sein, was zeitgleich im Mittelmeerraum an Glas zirkulierte. Das Glas im Norden

31 Vgl. auch den Beitrag von Leonie Koch in diesem Band und Ingram 2005, 61–64.

32 Angelini u. a. 2009, Abb. 1e–f.

33 Biavati und Verità 1989; Bellintani und Stefan 2008; vgl. auch die weiterführende Literatur im Beitrag von Koch in diesem Band

34 Henderson, Evans, Bellintani u. a. 2015, 1–6.

35 Haevernick 1978.

36 Haevernick 1978.

37 Biavati und Verità 1989.

38 Kneisel und Müller 2011, 297 Abb. 1.

39 Vandkilde u. a. 2015.

40 Mildner u. a. 2010.

wird in Form einzelner Perlen als Grabbeigabe in reichen Frauenbestattungen gefunden oder in Horten. Die geringe Fundmenge spricht weniger für eine analoge Funktion zum ägyptisch-mesopotamischen Raum, wo Glas bei der Ausstattung von Palästen auch den Reichtum von Herrschern und im persönlichen Rahmen den Status seiner Besitzer anzeigte. Der wohl religiöse Hintergrund der bronzezeitlichen Horte⁴¹ suggeriert hier eher eine magische Konnotation, die man der absolut fremdartigen Substanz zusprach.

3 Glas wird Massenware

In seinem Beitrag über den Niederschlag der römischen Glasproduktion in zeitgenössischen Schriftquellen stellt Helmuth Schneider vor allem die Bedeutung von Glas bei der Zurschaustellung des eigenen Vermögens heraus. Interessanterweise wurde diese Entwicklung jedoch durch eine Innovation, die Glaspfeife, ausgelöst, die den Preis von Glas dramatisch senkte und Glasprodukte zur Alltagsware machte. In den Schriftquellen werden die verschiedensten Anwendungen von Glas, zum Beispiel in der Architektur oder auch im Gartenbau, thematisiert und von Zeitgenossen pointiert kommentiert. Mit der Erfindung des Glasblasens wurde in Rom ein regelrechter Boom ausgelöst. Glas gehörte bereits im 1. nachchristlichen Jahrhundert zur Alltagskultur. Entfärbtes Glas wurde benutzt um Gefäße und Fenster herzustellen.⁴² Hausierer zogen durch die Straßen und sammelten Bruchglas. Zerbrochenes Glas reparierte man mit Schwefelfäden und hochspezialisierte Handwerker formten Gefäße aus dem Rohglas, das man mit Schiffen aus Ägypten und der südlichen Levante heranbrachte. Die hohe Nachfrage beschränkte sich allerdings nicht nur auf die günstigen, einfachen Gläser, sondern ebenso auf exquisites Tafelgeschirr.

Glas spielte aber auch eine Rolle in moralischen Belehrungen, wo es mit sexuellen Ausschweifungen, Trink- oder Protzsucht in Verbindung gebracht wird. Vieles, was die antiken Zeitgenossen so am Glas faszinierte oder eben auch abstieß, wurde auch in der Kunst, zum Beispiel in den pompejischen Wandmalereien, gezeigt.

Früchte erscheinen beispielsweise noch schöner, wenn man sie durch Glas hindurch betrachtet.

Der besondere Reiz einer Materie, durch die Licht dringen kann, ist aus heutiger Sicht kaum nachzuvollziehen. Der Dichter Martial verweist darauf, dass schönes Glas zum Trinken verleitet, während Seneca über große Fensterfronten als Zeichen der Dekadenz wettet. Glas erlangte eine extrem hohe Bedeutung bei der sozialen Distinktion. So wird Glas in der *Cena Trimalchionis* der *Satyrica* des Petronius als eines der Luxusgüter erwähnt, mit denen der vermögende Freigelassene Trimalchio seinen immensen Reichtum zum Ausdruck bringt. Wenn es nicht zerbräche, wäre es Trimalchio lieber als Gold.

Verschiedene Anekdoten über die Erfindung ‚unzerbrechlichen Glases‘ und die anschließende Tötung des Erfinders liest Schneider daher auch überzeugend als Verweis auf die besondere Wertschätzung des Glases. Trinkgefäße aus Glas werden solchen aus Gold gleichgestellt und scheinen letztere zu verdrängen. Glas wird in der Antike eben nicht als billiger Kunststoff wahrgenommen, sondern es ist gerade die Künstlichkeit, die die Faszination von Glas ausmacht. Mit diesem Material können geschickte Handwerker Effekte erzielen, die anders nicht möglich waren, zum Beispiel die je nach Lichteinfall sich verändernde Farbigkeit, wie sie für den (allerdings bereits spätantiken) Lykurg-Becher nachgewiesen ist. Solche Gefäße, schreibt Schneider, „erhielten [...] die Dignität von Kunstwerken und wurden als Kunstwerke gewürdigt“.⁴³ Dass die Beschädigung wertvoller Gläser durch Handwerker sogar in der Rechtsprechung behandelt wurde, scheint da nur folgerichtig.

Der antiken Begeisterung gegenüber stand allerdings lange Zeit eine regelrechte Missachtung von wissenschaftlicher Seite, wie Holger Schwarzer und Thilo Rehren in ihrem Beitrag über das pergamenische Glas einleitend feststellen. Während andere Kleinfunde aus Pergamon seit der vorletzten Jahrhundertwende monographisch vorgelegt wurden,⁴⁴ war eine zusammenfassende Arbeit über die Glasfunde bis vor kurzem ein Desiderat.⁴⁵ Anhand der bislang unveröffentlichten Glasfunde der antiken Metropole Pergamon erfolgt ein Streifzug durch die Antike und das Frühe Mittelalter. Wenn gleich Pergamon offenbar schon in der Bronzezeit besie-

41 Hansen 1994.

42 Jackson 2005.

43 In diesem Band.

44 Conze 1902.

45 Rehren, Conolly u. a. 2015.

delt war, ist die Bedeutung der Stadt vor allem mit der Integration ins makedonische Imperium unter Alexander dem Großen und danach durch die Herrschaft des Eumenes stark angewachsen. In dieser Blütezeit finden sich in Pergamon Luxusgläser aus dem gesamten Ostmittelmeerraum. Zumindest ein Teil des Glases wurde seit der Mitte des 2. Jahrhundert v. Chr. lokal weiterverarbeitet. Die Werkstätten dafür vermutet Schwarzer im Ketios-Tal, schätzt ihre Bedeutung aber eher gering ein. Erst während der römischen Kaiserzeit wird die Produktion deutlich erhöht und geht nahtlos bis in die frühbyzantinische Zeit weiter, bevor die umayyadische Eroberung sie beendet und es erst im 12. Jahrhundert n. Chr. wieder zur Herstellung von Glas kommt, deren Ende dann schließlich in die osmanische Zeit fällt.

Die ältesten Gläser aus Pergamon sind kerngeformt. Als eine entscheidende Innovation lässt sich die Herstellung von Glas in Gussformen identifizieren, die es erstmals erlaubte identische Gläser in großen Mengen herzustellen. Holger Schwarzer spricht sogar von einer Massenproduktion. Der nächste große Einschnitt war die Erfindung der Glaspfeife, die seit dem 1. Jahrhundert v. Chr. die Produktionskapazität erneut erhöhte. Zunächst wurde Glas weiterhin in Formen geblasen, aber seit der augusteischen Zeit auch frei. Damit ist ebenfalls die Voraussetzung gegeben, wertvolles Trinkgeschirr für den Bedarf der Oberschicht zu produzieren, was zum Beispiel anhand der zarten Rippenschaalen bis in die neronisch-flavische Zeit nachweisbar ist. Die Funde aus Pergamon können diese Abfolge nicht nur minutiös dokumentieren, sondern auch eine Reihe bislang unbekannter Facetten der Glasentwicklung näher beleuchten. Neben ausgesprochen seltenen Funden, wie bemalten Glasgefäßen oder auch Glas mit opaker, rot-braun marmorierter Oberfläche, sind dabei auch Parfümfläschchen, becherförmige Lampen, Spielsteine, eine große Zahl an Anhängern, Perlen und sonstigen Schmuckstücken oder auch Glaskugeln, die man zum Kinderspielzeug zählen mag, zu nennen. Besonders erwähnenswert ist eine augusteische Phalera, die den späteren Kaiser Tiberius zeigt. Vergleichbare Stücke kommen im gesamten römischen Reich nur ausgesprochen selten vor und zeugen von der Vielfalt und dem Reichtum des pergamenischen Glases in der frühen Kaiserzeit. Die pergamenischen Glasmacher verfügten aber wohl nicht über die technischen Fähigkeiten, das enorm auf-

wändige Luxusgeschirr, das aus Rom bekannt ist, zu produzieren, und entsprechende Funde fehlen.

Anhand des Fensterglases lässt sich der starke Bezug der Glasfunde zur wirtschaftlichen Prosperität aufzeigen. Fensterglas wurde in Pergamon sehr häufig gefunden und wurde in römischer Zeit vor allem in öffentlichen Gebäuden oder Bädern verbaut. Schwarzer schätzt, dass der große Bedarf nur schwerlich mit einer lokalen Produktion gedeckt werden konnte und das entsprechende Material aus der Levante importiert werden musste. Ab der byzantinischen Zeit wurde vor allem dick gegossenes Glas mit einer großen Anzahl an Bläschen und kräftiger Färbung benutzt. Die chemischen Untersuchungen Thilo Rehrens unterstützen diese Beobachtung und fügen dem Bild bislang unbekannt Nuancen hinzu. Die meisten Gläser in Pergamon weisen dieselbe Zusammensetzung auf, die auch von anderen Plätzen der hellenistisch-römischen Welt bekannt ist; ein Umstand, der auf das gesamte Material, das vor das 6. Jahrhundert n. Chr. datiert, zutrifft. Bemerkenswert ist allerdings, dass die im 5. Jahrhundert aufkommenden Glassorten in Pergamon nur einen ausgesprochen geringen Niederschlag hatten, was Rehren vorsichtig mit dem wirtschaftlichen Niedergang der Stadt in Verbindung bringt. Darüber hinaus gelang hier erstmals der Nachweis einer spätantiken lokalen Glasproduktion, die sich durch sehr hohe Boronwerte zu erkennen gibt. Die Werkstätten müssen nordöstlich von Pergamon gelegen haben, wo große Boronlagerstätten eine solche Verunreinigung verursacht haben könnten. Die Produktion des Boronglases löste die Versorgung mit Glas aus Ägypten und der Levante ab, allerdings deutlich vor deren Ende im 9. Jahrhundert n. Chr.

Marion Brüggler beschäftigt sich (in diesem Band) mit den Details der Glasproduktion in der römischen Provinz *Germania secunda* anhand von archäologischen Funden und Grabungsbefunden. Trotz nicht unerheblicher Schwierigkeiten bei der Datierung ist es der Forschung mittlerweile gelungen, eine Reihe von Glaswerkstätten, zum Beispiel in Köln, im Hambacher Forst, auf dem Titelberg oder in der Nähe von Nimwegen, zu lokalisieren. Brüggler behandelt die beiden aussagekräftigsten Fundstellen, nämlich Goch-Asperden und den Hambacher Forst. Die *bottom up*-Perspektive erlaubt dabei nicht nur die lokale Organisation der Werkstatt, sondern auch deren Bedeutung und Einbindung in die Pro-

vinzialverwaltung zu rekonstruieren. Wenngleich viele Details immer noch nicht sicher geklärt sind, so ist für beide Fundplätze der Nachweis der Glasbearbeitung erbracht. Insbesondere die Forschungen im Hambacher Forst machen dabei die Dimension der provinzialrömischen Glasherstellung deutlich. Die Archäologie hat mindestens 38 offenbar zu einem einzigen Fabrikkomplex gehörende Glasöfen freigelegt. Anhand der Verteilung von Fundgut, aber auch der unterschiedlichen Konzentrationen einzelner Ofentypen, lassen sich hierbei eine komplexe Arbeitsteilung und eventuell sogar die Spezialisierung auf gewisse Tätigkeiten erschließen. Die Frage, ob hier tatsächlich Rohglas hergestellt oder nur fertiges Rohglas geschmolzen und weiterverarbeitet wurde, lässt Brüggler offen, verweist aber auf das Argument der großen Einheitlichkeit der spätantiken Gläser, worauf von Ian Freestone (in diesem Band) detailliert eingegangen wird.⁴⁶ Glasprodukte wurden in kleinen Serien hergestellt. So lassen sich aus verschiedenen Fundorten Glasgefäße anführen, deren chemische Komposition derart ähnlich ist, dass sie aus demselben Rohglasbarren stammen müssen. Von entscheidender Bedeutung für die Bewertung der Komplexe ist dabei weiterhin deren Datierung. Waren die einzelnen Glaswerkstätten gleichzeitig in Benutzung, oder haben wir es mit einer lokal wechselnden Kleinstproduktion, die immer nur wenige Öfen gleichzeitig unterhielt, zu tun? Nicht nur die reichhaltigen Funde spätantiken Glases sind hierfür von Belang, sondern auch aus den Befunden selbst lassen sich Argumente erschließen. Zum einen fallen die Datierungen einzelner Öfen in ein erstaunlich enges Fenster. Im Hambacher Forst reicht dieses nur vom 2. Viertel des 4. Jahrhunderts bis in das mittlere Drittel des 5. Jahrhunderts, also ungefähr 100 Jahre. Die große Wichtigkeit der Glaswerkstatt wird zudem noch durch ein weiteres Detail unterstrichen: Sowohl in Goch-Asperden als auch im Hambacher Forst tauchen die Glaswerkstätten völlig aus dem Nichts und ohne lokale Vorläufer auf. Hochspezialisierte Glasbläser müssen wahrscheinlich aus Köln dort angesiedelt worden sein. Ein solcher Wert in direkter Nähe zur Grenze zur *Germania Magna* stellte freilich ein großes Risiko dar und wurde durch die Ansiedlung römischer Soldaten geschützt.

In Goch-Asperden endete die Glasherstellung um

420/30 n. Chr. und im Hambacher Forst minimal später um die Mitte des 5. Jahrhunderts n. Chr. Die Glasherstellung erlebte jedoch keinen dramatischen Abbruch, sondern in den merowingischen Reihengräberfeldern zeigt sich stattdessen sogar eine Weiterführung einzelner Gefäßtypen in einem ähnlichen, aber nicht identischen Glas.

Ian Freestone zeigt (in seinem Beitrag in diesem Band) auf, welche beeindruckenden neuen Erkenntnisse die systematische Anwendung naturwissenschaftlicher Methoden auf antikes Glas erbracht hat. Auch Freestone betont den gewaltigen Zuwachs an Typen und Funden im 1. nachchristlichen Jahrtausend als Folge der Erfindung der Glaspfeife. Einzelne Gebäude bestanden plötzlich aus bis zu mehreren hundert Tonnen Glas, das für Fenster, Mosaiken und Wanddekorationen genutzt wurde. Neue Isotopenstudien an antikem Glas scheinen in der Tat zu bestätigen, dass die römischen Funde nahezu ausnahmslos mit Soda aus ägyptischen Lagerstätten hergestellt wurden. Freestones Erörterung der Funde kann nicht nur eine Vielzahl an Rezepten zur Färbung und Entfärbung von Glas rekonstruieren, sondern darüber hinaus auch nahelegen, dass einzelne Entfärberezepte bewusst für spezifische Objektkategorien benutzt wurden. So wurde beispielsweise Glas, das mit Antimon entfärbt worden war, bevorzugt für hochqualitative Objekte, die man bei Tisch zur Schau stellte, benutzt.

Interessanterweise verdeutlichen die Funde von mit Antimon oder Mangan entfärbtem Glas an Fundstellen im Wadi Natrun in Ägypten, dass dies bereits während der Rohglasherstellung stattfand.⁴⁷ Glasherstellung war keine *ad hoc*-Tätigkeit, sondern die lange Produktionskette war minutiös geplant und erfolgte nach Regeln und Ansprüchen der antiken Hersteller und Kunden. Die Komplexität der *chaîne opératoire* hatte aber auch zur Folge, dass sich politische Ereignisse, die zur Unterbrechung der Versorgung führten, direkt auf die Glasproduktion auswirken konnten. Der Abbruch opaker Antimongläser im frühen bis mittleren 4. Jahrhundert n. Chr. und das gleichzeitige Aufkommen neuer Gläser, deren Opazität stattdessen durch die Zugabe von Zinnoxid oder Bleizinn gelb erreicht wurde, mag eine Folge solcher Ereignisse sein. Von der eindrucksvollen Fähigkeiten der Glasmacher zur Innovation zeugen auch

46 Vgl. auch Rehren und Brüggler 2015.

47 Vgl. Nenna u. a. 2003; Nenna 2015.

die noch vor wenigen Jahren als akzidentell gewerteten Gläser, die durch Zugabe von Nanopartikeln einer Silber-Gold-Legierung goldrot gefärbt wurden, zum Beispiel der berühmte Lycurgusbecher.⁴⁸

Im Laufe des 1. Jahrtausends n. Chr. ist die Anzahl an Glaskompositionen dennoch verhältnismäßig beschränkt, was vor allem darauf zurückzuführen ist, dass Primärglas nur an wenigen Orten hergestellt werden konnte. Freestone argumentiert in seinem Beitrag für eine nahezu ausschließliche Herstellung im östlichen Mittelmeerraum. In anderen Regionen sei vor allem Glasrecycling betrieben wurden. Die Schwierigkeiten Recycling nachzuweisen lägen vor allem in der Tatsache begründet, dass oftmals Glasfragmente zu ähnlichen Gläsern gefertigt wurden wie denjenigen, aus denen sie ursprünglich entstammten, und daher keine chemischen Hinweise auf den Prozess hinterließen. Trotzdem lässt sich die Sekundärproduktion und das Recycling von Glas beispielhaft anhand archäologischer Funde nachweisen, wie zum Beispiel Wracks römischer Schiffe, die Glasfragmente geladen hatten. Zudem hat die Forschung in jüngster Zeit große Fortschritte dabei gemacht, die Verunreinigung von Glas während der Sekundärproduktion zu identifizieren.

Den Grund für die beinahe ausschließliche Ausrichtung der Glasproduktion auf die Herstellungszentren für Primärglas in Ägypten und Syrien-Palästina sieht Freestone vor allem in dem Vorkommen von Natron begründet, dessen beschränkten Lagerstätten eine Verlagerung der Produktion unmöglich machten.⁴⁹ Diese Situation änderte sich erst mit dem Abbruch der Natronglasproduktion. Dies geschah in Ägypten um die Mitte des 9. Jahrhunderts n. Chr. und etwas später auch in Palästina und war der entscheidende Impuls, die seit dem Ende des 8. Jahrhunderts bestehende Produktion von Gläsern aus sodareicher Pflanzenasche in Südeuropa und pottaschenreicher Gläser nördlich der Alpen auszubauen, die schließlich zu den mittelalterlichen Glaszentren, zum Beispiel in Venedig oder Lothringen, führte.

4 Glas im Fernen Osten

Eine bislang wenig beachtete Gruppe von Gläsern wird von Julian Henderson, Simon Chenery, Edward W. Faber und Jens Kröger (in ihrem gemeinsamen Aufsatz in diesem Band) ausführlich untersucht und dargestellt. Als Ausgangspunkt wählen die Autoren die Seidenstraße, auf der nicht nur Menschen, sondern auch Ideen, Technologien, Krankheiten und vieles mehr ausgetauscht wurden, und stellen die Hypothese auf, dass sich mit dem intensivierten Kontakt des Abbasidenreiches mit der Tang-Dynastie auch Glastechnologien verändert und ausgebreitet haben sollten. Der Austausch entlang der Seidenstraße sorgte dafür, dass zum Beispiel Harun al-Rashid und seine Nachfolger chinesisches Porzellan kennen und schätzen lernten. Inwiefern aber führte dies zu Innovationen im Herstellungsprozess? Lässt sich anhand der naturwissenschaftlichen Charakterisierung von Glasfunden die Vernetzung der einzelnen Knotenpunkte der Seidenstraße aufzeigen und so erklären, wie diese miteinander kommunizierten?

Dieses ambitionierte Ziel bedarf größerer Vorarbeiten, zum Beispiel die Entwicklung entsprechender Beobachtungsverfahren und der Analyse einer ausreichend großen Stichprobe aus Fundorten des Nahen und Mittleren Ostens. Islamische Glasproduktion ist in einer Reihe von Fundplätzen nachgewiesen, die von Beth She'an im heutigen Israel⁵⁰ über Raqqa in Nordsyrien⁵¹ bis nach Samarra in Mesopotamien⁵² reicht. Islamische Glasmacher nutzten sowohl das seit der Bronzezeit bekannte Natronglas, jedoch ebenso ein neuartiges Glas aus Pflanzenasche. Für dessen Entstehung liegen in Raqqa Hinweise auf gezielte Experimente vor,⁵³ die eventuell mit dem umstrittenen arabischen Gelehrten Dschäbir ibn Hayyān zusammenhängen. Für die Zeit ab dem 12. Jahrhundert n. Chr. berichten die Quellen dagegen, dass Juden die Produktion von Glas und Keramik in Tyros kontrollierten. Die Ausgrabungen von Glasöfen belegen die Produktion auch archäologisch. Islamisches Glas führt einerseits viele byzantinische und sassanidische Glasobjekte weiter, zeigt sich aber auch innovativ, zum Beispiel durch die Applikation von Lüsterfarbe oder die Herstellung von relief- und ritzverzierten

48 Barber und Freestone 1990.

49 Shortland u. a. 2006; Phelps u. a. 2016.

50 Gorin-Rosen 2000.

51 Henderson, Challis u. a. 2005.

52 Lamm 1928; Carboni 2001, 15–17.

53 Henderson, McLoughlin und McPhail 2004.

Gefäßen sowie der Ausweitung der Gläser mit Facettenschliff. Der hohe Wert dieser Gläser wird auch durch den exzeptionellen Fund im ins späte 9. Jahrhundert n. Chr. datierenden Tempelschatz des Famen-Klosters in Nordwestchina unterstrichen.⁵⁴

Als Ergebnis ihrer Analyse können Henderson et al. die Identifikation von Elementgruppen, die Farbe beziehungsweise Opazität verursachen, festhalten, und mittels Spurenelementanalysen und diagnostischer Verunreinigungen die lokale Glasproduktion einzelner Städte unterscheiden. Neben den zu erwartenden überwiegend lokalen Glasprodukten können sie eine nicht unbedeutende Anzahl an Importen aufzeigen. Große Distanzen werden beispielsweise durch grüne Glasgefäße und Fensterglas in Samarra, welches aus dem ca. 700 km entfernten Raqqa stammt, oder levantinisches Glas, das bis nach Nischapur im westlichen Khorasan verhandelt wurde,⁵⁵ nachgewiesen. Besonders gut lassen sich levantinische und nicht-levantinische Gläser unterscheiden.

Aus den gewonnenen Daten leitet sich eine völlig neue Produktions- und Distributionsstruktur ab. Im Gegensatz zum bronzezeitlichen und antiken Glas ist nicht mehr ein einziges Primärproduktionszentrum, von dem Rohglas zu Sekundärglaszentren transportiert wird, auszumachen, sondern eine weit verstreute dezentrale Primärproduktion an verschiedenen Plätzen.⁵⁶ Diese Produktionsorte lassen sich zum Teil mit spezifischen Spurenelementen und Gefäßtypen korrelieren, beispielsweise im Fall der Herstellung farbloser, glasschnittverzierter Gefäße aus Nischapur, was eine regionale Spezialisierung andeutet. Auch in Orten mit einer reichen und innovativen Glasproduktion wie Samara wurden solche Gefäße importiert.

Dezentrale Produktion wird von Henderson et al. auch für die Levante vermutet und sie stützen sich dabei auf ihre neu gewonnenen Daten. Neben den bekannten Produktionsorten in Israel und Unterägypten nehmen sie die lokale Produktion von Pflanzenaschegläsern in Beirut, Damaskus, Kairo und Amman an. Diese Erkenntnis zieht jedoch die Frage nach sich, warum die Produktion der Natrongläser schließlich abbricht. Das Autorenteam schlägt vor, zusätzlich zu den bekannten Gründen,

wie dem ägyptischen Bürgerkrieg im frühen 9. Jahrhundert n. Chr. und den erhöhten Regenfällen im 7./8. Jahrhundert n. Chr., die das Natronvorkommen negativ beeinflusst haben sollen,⁵⁷ auch die Konjunktion sozioökonomischer und technischer Faktoren zu bedenken. Die Verlegung der Zentralgewalt von Damaskus nach Bagdad, die mit der Ablösung der Umayyaden durch die Abbasiden einhergeht, sorgte dafür, dass sich die islamische Glasproduktion nicht mehr an der Levante orientierte, sondern auf Mesopotamien ausgerichtet wurde. Dieses politische Umfeld und die große chemische Experimentierfreude der Glasmacher unter Harun al Raschid wären dann das Fundament, auf dem sich der langsame Wandel vom Natron- hin zum Pflanzenaschenglas vollzog.

5 Eine kurze Geschichte des Antiken Glas

Wann Glas genau erfunden wurde ist anhand der archäologischen Quellen momentan nur schwer zu entscheiden. Zu spärlich und ungenau datiert sind gerade die frühen Funde. Akzeptiert man diese jedoch als intentionale Glasherstellung, dann könnten in kleinen Mengen bereits seit der Mitte des 3. Jahrtausends gefärbte Glasperlen hergestellt worden sein. Die geheimnisvolle Herstellung dieser Perlen muss sich in einer besonderen magischen Bedeutung niedergeschlagen haben. Glas war prähistorischen Menschen nicht unbekannt und tritt als unbeabsichtigtes Nebenprodukt bei der Metallschmelze und Legierung von Metallen auf. Wahrscheinlich könnte Glas also seit dem 5. Jahrtausend v. Chr. bekannt gewesen sein, nicht jedoch die gezielte Herstellung. Glasierte Perlen, wie zum Beispiel aus der Pequin-Höhle in Israel,⁵⁸ werden dann auch verhältnismäßig früh nach dem Aufkommen der Metallurgie regelmäßig in der Levante und Ägypten und wohl auch in Pakistan hergestellt.⁵⁹ Das wiederum bedeutet, dass die Grundlagen für die Glasherstellung, die Durchführung kontrollierter Brennvorgänge bei hohen Temperaturen und das Wissen um das Verschmelzen von zu Pulver zerstoßenen

54 Li u. a. 2016.

55 Kröger 1995.

56 Z.B. Schibille 2011.

57 Henderson 2013, 97–102.

58 Bar-Yosef Mayer u. a. 2004, 493–495.

59 Bar-Yosef Mayer u. a. 2004, 500–502.

Steinen, bereits in der Kupferzeit in einem riesigen Gebiet vorhanden waren. Warum es trotzdem so lange gedauert hat, bis daraus die ersten Gläser entstanden sind, ist aus heutiger Sicht schwer verständlich, könnte aber freilich in der Geheimhaltung von Wissen und vor allem den eingeschränkten Möglichkeiten, präzise formuliertes Wissen über Zeit und Raum hinweg zu transportieren, begründet liegen. Dass frühere Versuche bestanden, glasig-glänzende Oberflächen durch Brennvorgänge zu erzielen, steht aber außer Frage. Fayence-Perlen sind zum Beispiel deutlich vor dem Glas in Schottland verbreitet.⁶⁰

Irgendwann im 3. Jahrtausend v. Chr. hatten Handwerker eine Rezeptur gefunden, die die Herstellung farbigen Glases erlaubte, aber erst um 1600 v. Chr. finden Archäologen nennenswerte Glasmengen. Auch hier sind noch viele Fragen offen, jedoch betonen die meisten Forscher,⁶¹ dass die spätbronzezeitlichen Palastwirtschaften einen idealen Hintergrund für die Weiterentwicklung der Technologie boten. Hier lag großer Bedarf an Prestigeobjekten vor, zum Beispiel zum Ausschmücken der herrschaftlichen Residenz oder als diplomatisches Geschenk. Gerade die Künstlichkeit von Glas war dabei offenbar ausschlaggebend für die große Nachfrage und sorgte dafür, dass Handwerker regelrechte Meisterwerke aus Glas, wie zum Beispiel polychrome Gefäße oder Gefäßskulpturen, schufen.

Die Glastechnologie erreichte während dieser Zeit sehr schnell Europa, wo sie in den mykenischen Palästen durch lokale Handwerker übernommen wurde. Mykenische Gläser sind von der ägyptisch-levantinisch-mesopotamischen Tradition und den dazugehörigen Techniken losgelöst. Statt polychromer Gläser, wird nahezu ausschließlich blaues Glas benutzt und mit Gold kombiniert. Die Funde lassen erahnen, dass dem Glas besondere (magische?) Eigenschaften zugeschrieben wurden, denn mitunter ist es von Goldfolie vollkommen überdeckt oder wurde als Zierelement auf Waffen und Helmen verwendet. Wieder anders ist die Nutzung in Italien und Mitteleuropa, wo bronzezeitliches Glas zuletzt auftritt und nahezu ausschließlich in Form blauer oder mehrfarbiger Perlen bekannt ist.

Glastechnologie wurde auf verschiedenen Strukturen transportiert. Im Mittelmeerraum und Westasien

waren es bereits bekannte Handelsrouten, über die die Glastechnologie sich verbreitete und schließlich die Ägäis erreichte. Für die Diffusion nach Italien werden ebenfalls mykenische Austauschnetze (oder zumindest Austauschnetze, die mit der Verbreitung von Keramik im mykenischen Stil zusammenhängen) als ausschlaggebend angesehen,⁶² während für die Verbreitung in den Norden ein Zusammenhang mit den Austauschnetzen für Bernstein und die hohe Mobilität von Einzelpersonen erwogen werden.⁶³ Glas erschloss also keine neuen Kontakte, sondern profitierte von bestehenden Netzwerken. Es scheint tatsächlich so zu sein, dass es eher die sozialen Faktoren waren, die halfen die Innovation voranzutreiben. Die Glasproduktion reagierte also auf den Bedarf. Jedoch sollte nicht unterschätzt werden, dass die Kenntnis von Glas ein wichtiger Impuls für den intensivierten Import und die lokale Aneignung der Sekundärproduktion war.

Durch die Adaption von Glastechnologie wurden diese Netzwerke intensiviert und sukzessive ausgebaut. Klare Grenzen blieben allerdings bestehen. Die Gründe dafür liegen zunächst in der mangelnden Technologie begründet, denn außerhalb von Ägypten und der Levante ist die Produktion von Rohglas bislang nicht nachgewiesen. Ohne Rohglasproduktion muss jede Glasherstellung mit dem auskommen, was sie durch Handel, Tausch und Tribute erlangen oder recyceln kann, ist also auf ‚glass working‘ beschränkt. Das mag die ausgesprochen andersartige Glaskultur im bronzezeitlichen Europa vielleicht schon aus der Technik erklären.

Akzeptiert man dies, dann kommt aber zu der mangelnden Fähigkeit Rohglas zu produzieren zumindest für die Funde vor Frattesina auch ein vollkommen anderer Wissensstand, bei dem zu überlegen wäre, als was Glas überhaupt wahrgenommen wurde. Bereits die Ägypter sahen in Glas einen künstlichen, fließenden Edelstein. Wurde Glas in Regionen, in denen man nichts über die Herstellung von Glas wusste, daher vielleicht als Stein angesehen, den man unter Feuer magisch verformen konnte?

Zu keiner Zeit bestand die Notwendigkeit Glas zu nutzen. Die sukzessive Diffusion ist daher ein gutes Beispiel, dass prähistorische Innovationen keineswegs immer als Lösungen praktischer Probleme verstanden wer-

60 Sheridan und Shortland 2004.

61 Z. B. Rehren 2014; Wilde 2003.

62 Beitrag von Leonie Koch in diesem Band.

63 Varberg, Gratuze und Kaul 2015.

den müssen. Bronzezeitliches und auch antikes Glas erfüllte keinen praktischen Zweck, sondern wurde stattdessen aus ästhetischen und magischen Gründen oder um sich sozial zu distinguieren benutzt.

Aus antiker Sicht war sicherlich die Erfindung der Glaspfeife der entscheidende Durchbruch für die Glasproduktion. Dadurch wurde Glas nicht nur deutlich billiger, sondern vollkommen neue Formen wurden möglich. Ein vorläufiges Histogramm der Fundfrequenzen, das auf der Stichprobe der bislang gesammelten prähistorischen und antiken Gläser im Projekt *Digitaler Atlas der Innovationen* beruht⁶⁴, zeigt bereits deutlich, dass mit dem Aufkommen des Glasblasens im 1. Jahrhundert v. Chr. die Menge an im Umlauf befindlichen Glas sich signifikant erhöhte (Abb. 3). Zu bedenken ist aber auch hier die zugrundeliegende Infrastruktur. Die Glaspfeife konnte nur einen solchen *Impact* entwickeln, weil die sie nutzenden Handwerker mit dem aufstrebenden römischen Reich auf einen großen Kundenstamm zurückgreifen wie auch die römische Logistik nutzen konnten. Durch den Transport von Rohglas, aber eben auch Spezialisten in die Provinzen gelang der Aufbau sekundärer Glaszentren, zum Beispiel am Niederrhein⁶⁵.

Glasdiffusion ist sehr eng mit dem Ausbau prähistorischer und antiker Infrastrukturen einerseits und mit der Verfügbarkeit von Know-how um die Glasherstellung andererseits verbunden. Das Zusammenspiel dieser beiden Faktoren 'steuert' die Diffusion. Glas konnte nur dorthin gelangen, wo ausgebaute Handelsrouten einen Transport ermöglichten. Seine Konsumtion setzt wenig voraus, aber bereits die Verarbeitung von Rohglas in Fertigprodukte bedurfte ausgefeilter technischer Vorbedingungen, wie zum Beispiel die Fayenceherstellung oder die Legierung von Bronze. Dadurch scheint Glas mittels Sprünge sich auf der Landkarte zu verbreiten. Nach den ersten Glasfunden im 3. Jahrtausend dauert es bis nach 1600 v. Chr., bis Glas sich zwischen Ägypten und Iran ausbreitete. Es gelang zunächst nur die Produktion im östlichen Mittelmeerraum zu intensivieren, bevor ab dem 14. Jahrhundert v. Chr. sich Handwerker im mykenischen Griechenland Glastechnologien eigneten. Im Sinne der Innovationstheorie von Ever-

ett Rogers ist das eine tatsächliche Neuerfindung („Re-Invention“).⁶⁶ Im 12. Jahrhundert v. Chr. fand eine weitere Re-Invention in Frattesina statt und von dort verbreitete sich das Glas wiederum über bestehende Handelsnetze. Selbst im römischen Imperium gelang die Re-Lokalisierung der Primärglasproduktion aus Ägypten und der Levante nicht.⁶⁷ Sämtliche Glasnetzwerke setzten daher einen Kontakt in diese Regionen voraus, um an Rohmaterial zu gelangen. Dieser Faktor limitierte damit die Verbreitung von Glas mindestens ebenso wie die Erfindung der Glaspfeife diese beschleunigte. Das Zusammenkommen beider Faktoren in der frühen Kaiserzeit ist es dann, was Glas wirklich zur Massenware machte.

Worin letztlich die Gründe für den Aufbau dezentral gesteuerter Glasnetzwerke zu suchen sind, ist fraglich. Neue Forschungen zeigen aber, dass die These vom Abbruch der Natronversorgung die antike und mittelalterliche Realität nur unterkomplex darstellt. Wie Rehren und Schwarzer in ihrem Beitrag im vorliegenden Band zeigen, existierten lokale Primärproduktionen (wahrscheinlich in beschränktem Umfang) bereits deutlich früher und könnten im Falle von Pergamon vielleicht sogar mit dem wirtschaftlichen Niedergang der Stadt und der damit verbundenen Motivation nach neuen Quellen zu suchen zusammenhängen. Andererseits zeigt der Aufsatz von Henderson et al. (in diesem Band) aber auch, dass der Zufluss neuen Wissens aus Ostasien und die politische Neuausrichtung der Abbasiden mitverantwortlich sein können für diesen neuen Innovationschub.

Die sukzessive Ausbreitung der Glasherstellung musste viele strukturelle Hürden überwinden bevor ein lokales Hüttenwesen entstehen konnte. Zudem ist von der Bronzezeit bis in die Antike die räumliche Ausweitung der Primärproduktion kaum, vielleicht sogar gar nicht, vorhanden. Die Gründe dafür sind jedoch weniger in mentalen Durchbrüchen oder revolutionären Änderungen zu suchen, sondern im langsamen Aufbau technischer Substrukturen und der langwierigen Suche nach neuem Wissen über die Herstellung dieses faszinierenden Materials.

⁶⁴ Hansen u. a. 2018

⁶⁵ Beitrag von Marion Brüggler in diesem Band.

⁶⁶ Rogers 2003, 174–175.

⁶⁷ Beitrag von Ian C. Freestone in diesem Band.

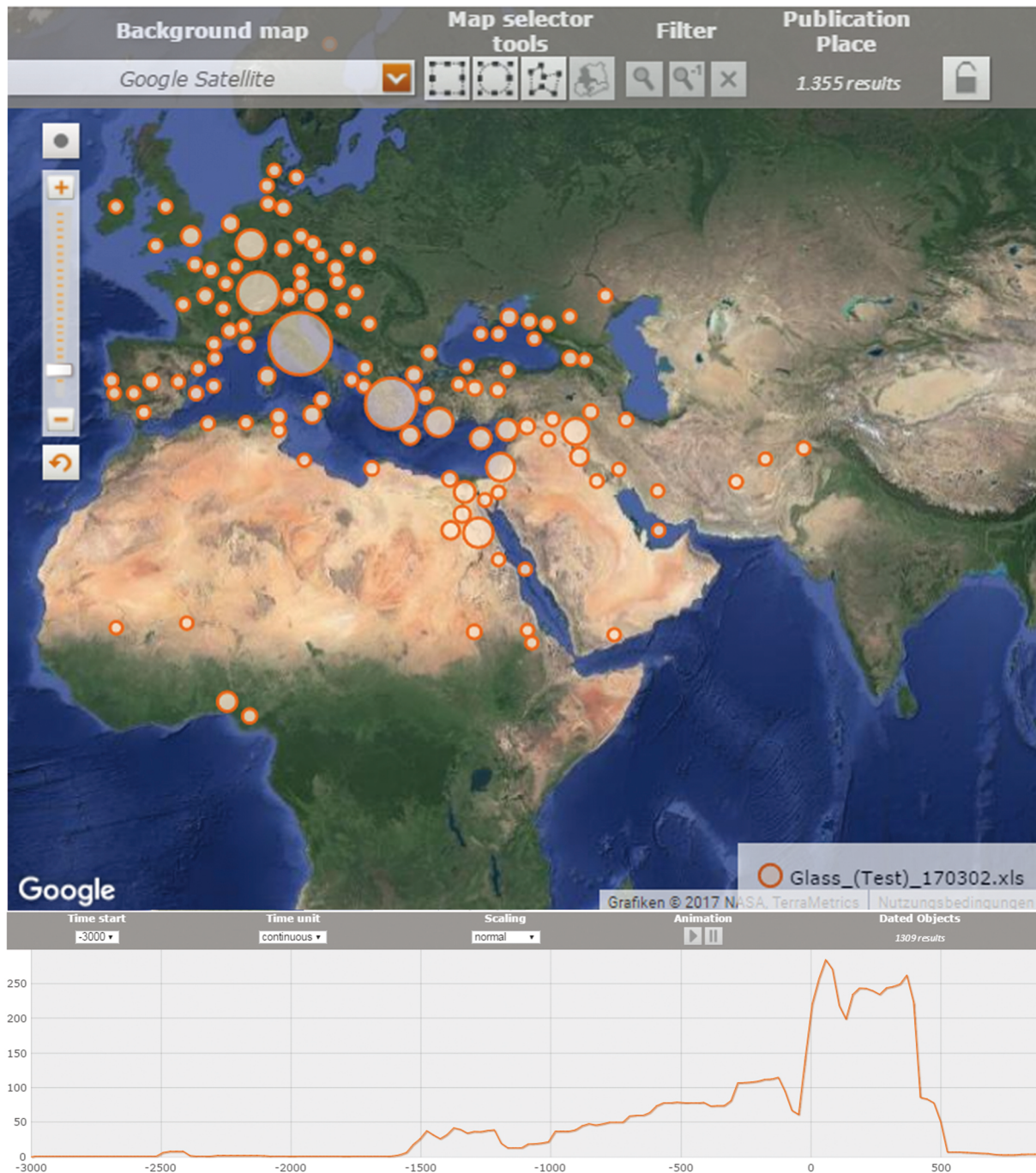


Abb. 3 Verbreitung früher Glasfunde von den Anfängen bis ca. zum 3./4. Jahrhundert n. Chr.

Bibliographie

Angelini 2014

Ivana Angelini. „Analisi dei materiali vetrosi“. In *Roccoia (Farnese, VT). La necropoli con tombe a camera del Bronzo Medio. Contributi di Ivana Angelini, Rita Vargiu e Piera Santoro. With an Abstract in English*. Hrsg. von N. Negroni Catacchio, M. Aspesi, C. Metta und G. Pasquini. Ricerche e scavi del Centro Studi di Preistoria e Archeologia 1. Mailand: Onlus, 2014, 74–89.

Angelini u. a. 2009

Ivana Angelini, Angela Polla, Barbara Giussani, Paolo Bellintani und Gilberto Artioli. „Final Bronze-Age Glass in Northern and Central Italy. Is Frattesina the Only Glass Production Centre?“ In *Proceedings ISA 2006. 36th International Symposium on Archaeometry 2–6 May, Quebec City, Canada*. Hrsg. von J.-F. Moreau, R. Auger, J. Chabot und A. Herzog. CELAT 25, Ser. Archéométrie 7. Québec: CELAT Université Laval, 2009, 329–337.

Bar-Yosef Mayer u. a. 2004

Daniella E. Bar-Yosef Mayer, Naomi Porat, Z. Gal, Dina Shalem und H. Smithline. „Steatite Beads at Peqi'in. Long Distance Trade and Pyro-Technology during the Chalcolithic of the Levant“. *Journal of Archaeological Science* 31 (2004), 493–502.

Barag und Oppenheim 1970

Dan Barag und Leo A. Oppenheim. *Glass and Glassmaking in Ancient Mesopotamia*. Corning Museum of Glass Monographs 3. New York: Corning Museum of Glass, 1970.

Barber und Freestone 1990

D. J. Barber und Ian C. Freestone. „An Investigation of the Origin of the Colour of the Lycurgus Cup by Analytical Transmission Electron Microscopy“. *Archaeometry* 32.1 (1990), 33–45.

Bass 1986

George F. Bass. „A Bronze Age Shipwreck at Uluburun (Kas)“. *American Journal of Archaeology* 90 (1986), 269–296.

Bellintani 2014

Paolo Bellintani. „Le perle in materiale vetroso dall'antica età del Bronzo all'inizio dell'età del Ferro in Italia. Indicatori di scambio su lunga distanza e prime testimonianze di produzione locale“. In *XVI Giornate Nazionali di Studio sul Vetro. Il vetro in Età Protostoria in Italia, Adria (RO), 12–13 maggio 2012*. Hrsg. von S. Ciappi, A. Larese und M. Uboldi. Mailand: Centro Culturale Mediolanense Studium, 2014, 15–24.

Bellintani und Stefan 2008

Paolo Bellintani und Livia Stefan. „Nuovi dati sul primo vetro europeo. Il caso di Frattesina“. In *Atti del Primo Convegno Interdisciplinare sul Vetro nei Beni Culturali e nell'Arte di Ieri e di Oggi, Parma, 27–28 Novembre 2008*. Hrsg. von Associazione Tecnici Italiani del Vetro. Parma: Tipocrom, 2008, 1–18.

Biavati und Verità 1989

Alberto Biavati und Marco Verità. „The Glass from Frattesina, a Glassmaking Center in the Late Bronze Age“. *Rivista della Stazione Sperimentale del Vetro* 4 (1989), 295–303.

Carboni 2001

Stefano Carboni. *Glass from Islamic Lands. The al-Sabah Collection*. London: Thames und Hudson, 2001.

Çınardalı-Karaaslan 2012

Nazlı Çınardalı-Karaaslan. „The East Mediterranean Late Bronze Age Glass Trade within the Context of the Panaztepe Finds“. *Oxford Journal of Archaeology* 31.2 (2012), 121–141.

Cline 1994

Eric H. Cline. *Sailing the Wine-Dark Sea. International Trade and the Late Bronze Age Aegean*. British Archaeological Reports, International Series 591. Oxford: Tempus Reparatum, 1994.

Conze 1902

Alexander Conze. *Die Kleinfunde aus Pergamon*. Abhandlungen der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Berlin: Reimer, 1902.

Effinger 1996

Maria Effinger. *Minoischer Schmuck*. British Archaeological Reports, International Series 646. Oxford: Tempus Reparatum, 1996.

Gebhard 1999

Rupert Gebhard. „Der Goldfund von Bernstorff“. *Bayerische Vorgeschichtsblätter* 64 (1999), 1–18.

Gorin-Rosen 2000

Yael Gorin-Rosen. „The Ancient Glass Industry in Israel. Summary of the Finds and New Discoveries“. In *La Route du verre. Ateliers primaires et secondaires du second millénaire av. J.-C. au Moyen Age*. Hrsg. von M.-D. Nenna. Lyon: Maison de l'Orient Méditerranéen-Jean Pouilloux, 2000, 49–64.

Haevernick 1965

Thea Elisabeth Haevernick. „Beiträge zur Geschichte des Antiken Glases, XIII, Nuzi-Perlen“. *Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz* 12 (1965), 35–40.

Haevernick 1978

Thea Elisabeth Haevernick. „Urnenfelderzeitliche Glasperlen“. *Zeitschrift für Schweizerische Archäologie und Kunstgeschichte* 35 (1978), 145–157.

Hansen 1994

Svend Hansen. *Studien zu den Metalldeponierungen während der älteren Urnenfelderzeit zwischen Rhönetal und Karpatenbecken*. Universitätsforschungen zur Prähistorischen Archäologie. Bonn: Habelt, 1994.

- Hansen u. a. 2018**
Svend Hansen, Jürgen Renn, Florian Klimscha und Jochen Büttner. *The Digital Atlas of Innovations*. 2018. DOI: 10.17171/2-11. URL: <http://repository.edition-topoi.org/collection/BAOI> (visited on 02/10/2021).
- Henderson 2013**
Julian Henderson. *Ancient Glass. An Interdisciplinary Exploration*. Cambridge und New York: Cambridge University Press, 2013.
- Henderson, Challis u. a. 2005**
Julian Henderson, Keith Challis, Sarah O'Hara, Sean McLoughlin, Adam Gardner und Gary Priestnall. „Experiment and Innovation. Early Islamic Industry at al-Raqq, Syria“. *Antiquity* 79 (2005), 130–145.
- Henderson, Evans, Bellintani u. a. 2015**
Julian Henderson, Jane Evans, Paolo Bellintani und Anna Maria Bietti Sestieri. „Production, Mixing and Provenance of Late Bronze Age Mixed Alkali Glasses from Northern Italy. An Isotopic Approach“. *Journal of Archaeological Science* 55 (2015), 1–8.
- Henderson, Evans und Nikita 2010**
Julian Henderson, Jane Evans und Kalliopi Nikita. „Isotopic Evidence for the Primary Production, Provenance and Trade of Late Bronze Age Glass in the Mediterranean“. *Mediterranean Archaeology and Archaeometry* 10.1 (2010), 1–24.
- Henderson, McLoughlin und McPhail 2004**
Julian Henderson, Sean McLoughlin und David McPhail. „Radical Changes in Islamic Glass Technology. Evidence for Conservatism and Experimentation with New Glass Recipes from Early and Middle Islamic Raqq, Syria“. *Archaeometry* 46 (2004), 439–468.
- Hughes-Brock 2008**
Helen Hughes-Brock. „Close Encounters of Interesting Kinds. Relief Beads and Glass Seals. Design and Craftsmen“. In *Vitreous Materials in the Late Bronze Age Aegean*. Hrsg. von C. M. Jackson und E. C. Wager. Sheffield Studies in Aegean Archaeology 9. Oxford: Oxbow Books, 2008, 126–150.
- Ingram 2005**
Rebecca Suzanne Ingram. *Faience and Glass Beads from the Late Bronze Age Shipwreck at Uluburun*. Master of Arts, Texas A&M University. 2005. URL: <https://nautarch.tamu.edu/Theses/pdf-files/Ingram-MA2004.pdf> (visited on 02/11/2021).
- Jackson 2005**
Caroline M. Jackson. „Making Colourless Glass in the Roman World“. *Archaeometry* 47 (2005), 763–780.
- Jackson und Nicholson 2010**
Caroline M. Jackson und Paul T. Nicholson. „The Provenance of Some Glass Ingots from the Uluburun Shipwreck“. *Journal of Archaeological Science* 37.2 (2010), 295–301.
- Kneisel und Müller 2011**
Jutta Kneisel und Johannes Müller. „Produktion, Distribution, Konsumtion und die Formation sozialer Unterschiede in frühbronzezeitlichen Gesellschaften Mitteleuropas“. In *Sozialarchäologische Perspektiven. Gesellschaftlicher Wandel 5000–1500 v. Chr. zwischen Atlantik und Kaukasus*. Hrsg. von S. Hansen und J. Müller. Archäologie in Eurasien 24. Mainz: Philipp von Zabern, 2011, 295–324.
- Koch 2010**
Leonie Carola Koch. „Glas – Zeichen einer neuen Zeit? Gläserne Vogelperlen des frühen Orientalizzante“. In *Neue Forschungen zu den Etruskern. Beiträge der Tagung vom 07. bis 09. November 2008 am Archäologischen Institut der Universität Bonn*. Hrsg. von A. Kieburg und A. Rieger. British Archaeological Reports, International Series 2163. Oxford: Hadrian Books, 2010, 33–39.
- Kröger 1995**
Jens Kröger. *Nishapur. Glass of the Early Islamic Period*. New York: Metropolitan Museum of Art, 1995.
- Laffineur 1995**
Robert Laffineur. „Craftsmen and Craftsmanship in Mycenaean Greece. For a Multimedia Approach“. In *Politeia. Society and State in the Aegean Bronze Age. Proceedings of the 5th International Aegean Conference/5e Rencontre égéenne internationale, University of Heidelberg, Archäologisches Institut 10–13 April 1994*. Hrsg. von W.-D. Niemeier und R. Laffineur. Aegaeum 12. Liège und Austin: Histoire de l'art et archéologie de la Grèce antique, Université de Liège, Program in Aegean Scripts and Prehistory, University of Texas at Austin, 1995, 189–199.
- Lamm 1928**
Carl Johann Lamm. *Das Glas von Samarra*. Die Ausgrabungen von Samarra 4. Berlin: Reimer, 1928.
- Li u. a. 2016**
Qinghui Li, Jie Jiang, Xinling Li, Song Liu, Donghong Gu und Julian Henderson. „Chemical Analysis of Tang Dynasty Glass Vessels Unearthed from the Underground Palace of the Famen Temple Using a Portable XRF Spectrometer“. In *Recent Research in the Scientific Investigations of Ancient Glass*. Hrsg. von G. Gan, J. Henderson und Q. Li. Archaeology and History of China 2. Singapur: World Scientific, 2016, 157–178.
- Mildner u. a. 2010**
Stefanie Mildner, Frank Falkenstein, Jens-Peter Schmidt und Ulrich Schüssler. „Materialanalytische Untersuchungen an ausgewählten Glasperlen des bronzezeitlichen Hortfundes von Neustrelitz, Lkr. Mecklenburg-Strelitz“. *Bodendenkmalpflege in Mecklenburg-Vorpommern* 57 (2010), 43–63.
- Nenna 2015**
Marie-Dominique Nenna. „Primary Glass Workshops in Graeco-Roman Egypt. Preliminary Report on the Excavations of the Site of Beni Salama, Wadi Natrun (2003, 2005–9)“. In *Glass of the Roman World*. Hrsg. von J. Bayley, I. Freestone und C. Jackson. Oxford: Oxbow Books, 2015, 1–22.

Nenna u. a. 2003

Marie-Dominique Nenna, Valérie Thirion-Merle, Maurice Picon und Michèle Vichy. „Un nouvel atelier primaire dans le Wadi Natrun (Égypte), et les compositions des verres produits dans cette région“. *Bulletin de l'Association française pour l'Archéologie du verre* (2003), 21–24.

Nicholson 2008

Paul T. Nicholson. „Glass and Faience Production Sites in New Kingdom Egypt. A Review of the Evidence“. In *Vitreous Materials in the Late Bronze Age Aegean*. Hrsg. von C. M. Jackson und E. C. Wager. Sheffield Studies in Aegean Archaeology 9. Oxford: Oxbow Books, 2008, 1–13.

Nicholson und Henderson 2000

Paul T. Nicholson und Julian Henderson. „Glass“. In *Ancient Egyptian Materials and Technology*. Hrsg. von P. T. Nicholson und I. Shaw. Cambridge und New York: Cambridge University Press, 2000, 177–224.

Nicholson, Jackson und Trott 1997

Paul T. Nicholson, Caroline M. Jackson und Katharine M. Trott. „The Ulu Burun Glass Ingots, Cylindrical Vessels and Egyptian Glass“. *Egyptian Archaeology* 83 (1997), 143–153.

Nightingale 2000

Georg Nightingale. „Die Kombination von Gold und Glas bei mykenischen Perlen“. In *Österreichische Forschungen zur ägäischen Bronzezeit 1998. Akten der Tagung am Institut für Klassische Archäologie der Universität Wien 2.–3. Mai 1998*. Hrsg. von F. Blakolmer. Wiener Forschungen zur Archäologie 3. Wien: Phoibos, 2000, 159–165.

Nightingale 2005

Georg Nightingale. „The Mycenaean Glass Warriors“. In *Annales du 16e Congrès de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre, London 2003*. Hrsg. von Association Internationale pour l'Histoire du Verre. Nottingham: Association Internationale pour l'Histoire du Verre, 2005, 19–22.

Nightingale 2008

Georg Nightingale. „Tiny, Fragile, Common, Precious. Mycenaean Glass and Faience, Beads and Other Objects“. In *Vitreous Materials in the Late Bronze Age Aegean*. Hrsg. von C. M. Jackson und E. C. Wager. Sheffield Studies in Aegean Archaeology 9. Oxford: Oxbow Books, 2008, 64–104.

Nikita, Henderson und Nightingale 2009

Kalliopi Nikita, Julian Henderson und Georg Nightingale. „An Archaeological and Scientific Study of Mycenaean Glass from Elateia-Alonaki, Greece“. In *Annales of the 17th Congress of Association Internationale pour l'Histoire du Verre, 2006, Antwerp*. Hrsg. von K. Janssen, P. Degryse, P. Cosyns, J. Caen und L. Van't dack. Brüssel: University Press Antwerp, 2009, 39–46.

Oppenheim u. a. 1988

Leo A. Oppenheim, Robert H. Brill, Dan Barag und Axel von Saldern. *Glass and Glassmaking in Ancient Mesopotamia. An Edition of the Cuneiform Texts Which Contain Instructions for Glass-makers. With a Catalogue of Surviving Objects*. Corning, London und Toronto: Corning Museum of Glass Press und Associated University Presses, 1988.

Phelps u. a. 2016

Matt Phelps, Ian C. Freestone, Yael Gorin-Rosen und Bernard Gratuze. „Natron Glass Production and Supply in the Late Antique and Early Medieval Near East. The Effect of the Byzantine-Islamic Transition“. *Journal of Archaeological Science* 75 (2016), 57–71.

Pusch und Rehren 2007

Carsten M. Pusch und Thilo Rehren. *Hochtemperatur-Technologie in der Ramses-Stadt. Rubinglas für den Pharao*. Grabungen Pelizaeus-Museum Hildesheim in Qantir Pi-Ramesse 6. Hildesheim: Gerstenberg, 2007.

Redford 1992

Donald B. Redford. *Egypt, Canaan and Israel in Ancient Times*. Princeton: Princeton University Press, 1992.

Rehren 2014

Thilo Rehren. „Glass Production and Consumption between Egypt, Mesopotamia and the Aegean“. In *Contextualising Grave Inventories in the Ancient East*. Hrsg. von S. Lange und T. Köster. Qatna Studien, Supplementa 3. Wiesbaden: Harrassowitz, 2014, 217–223.

Rehren und Brüggler 2015

Thilo Rehren und Marion Brüggler. „Composition and Production of Late Antique Glass Bowls Type Helle“. *Journal of Archaeological Science, Reports* 3 (2015), 171–180.

Rehren, Conolly u. a. 2015

Thilo Rehren, P. Conolly, Nadine Schibille und H. Schwarzer. „Changes in Glass Consumption in Pergamon (Turkey) from Hellenistic to Late Byzantine and Islamic Times“. *Journal of Archaeological Science* 55 (2015), 266–279.

Rogers 2003

Everett Rogers. *The Diffusion of Innovations*. New York: Free Press, 2003.

Rueden 2011

Constance von Rueden. *Die Wandmalereien von Tall Mishri-fe/Qatna im Kontext einer ägäisch-syrischen Kommunikation*. Qatna-Studien 2. Berlin: Harrassowitz, 2011.

Saldern 2004

Axel von Saldern. *Antikes Glas*. Handbuch der Archäologie. München: C. H. Beck, 2004.

Schibille 2011

Nadine Schibille. *Late Byzantine Mineral Soda High Alumina Glasses from Asia Minor. A New Primary Glass Production Group*. Journal/Portal: Plos One. 2011. URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0018970> (visited on 13/09/2017).

Sheridan und Shortland 2004

Alison Sheridan und Andrew J. Shortland. „... Beads Which Have Given Rise to so Much Dogmatism, Controversy and Rash Speculation? Faience in Early Bronze Age Britain and Ireland“. In *Scotland in Ancient Europe. The Neolithic and Early Bronze Age of Scotland in their European Context*. Hrsg. von I. A. G. Shepherd und G. J. Barclay. Edinburgh: Society of Antiquaries of Scotland, 2004, 263–279.

Shortland 2012

Andrew J. Shortland. *Lapis Lazuli from the Kiln. Glass and Glass-making in the Late Bronze Age*. Leuven: Leuven University Press, 2012.

Shortland u. a. 2006

Andrew J. Shortland, Lukas Schachner, Ian C. Freestone und Michael Tite. „Natron as a Flux in the Early Vitreous Materials Industry. Sources, Beginnings and Reasons for Decline“. *Journal of Archaeological Science* 33 (2006), 521–530.

Vandkilde u. a. 2015

Helle Vandkilde, Svend Hansen, Kostas Kotsakis, Kristian Kristiansen, Johannes Müller, J. Sofaer und Marie Louise Stig Sørensen. „Cultural Mobility in Bronze Age Europe“. In *Forging Identities. The Mobility of Culture in Bronze Age Europe*. Vol. 1–2. Report from a Marie Curie Project 2009–2012 with Concluding Conference at Aarhus University, Moesgaard 2012. Hrsg. von P. Suchowska-Ducke, S. Scott Reiter und H. Vandkilde. Oxford: Oxford University Press, 2015, 5–37.

Varberg, Gratuze und Kaul 2015

Jeanette Varberg, Bernard Gratuze und Flemming Kaul. „Between Egypt, Mesopotamia and Scandinavia. Late Bronze Age Glass Beads Found in Denmark“. *Journal of Archaeological Science* 54 (2015), 168–181.

Wilde 2003

Heike Wilde. *Technologische Innovationen im zweiten Jahrtausend vor Christus. Zur Verwendung und Verbreitung neuer Werkstoffe im ostmediterranen Raum*. Göttinger Orientforschungen, IV. Reihe Ägypten, 44. Wiesbaden: Harrassowitz, 2003.

Wilde 2011

Heike Wilde. *Innovation und Tradition. Zur Herstellung und Verwendung von Prestigeusername im pharaonischen Ägypten*. Göttinger Orientforschungen, IV. Reihe Ägypten, 49. Wiesbaden: Harrassowitz, 2011.

Xenaki-Sakellariou 1985

Agnes Xenaki-Sakellariou. *Hoi thalamōtoi taphoi tōn Mykēnōn. Anasakaphēs Chr. Tsunta (1887–1898). Les tombes à chambre de Mycènes. Fouilles de Chr. Tsountas (1887–1898)*. Paris: De Boccard, 1985.

Abbildungsnachweis

1–3 Abfrage aus <https://atlas-innovations.de/en/>
(letzter Zugriff am 03.04.2020)

FLORIAN KLIMSCHA

Florian Klimscha arbeitet als Archäologe am Niedersächsischen Landesmuseum Hannover. Zusammen mit Svend Hansen und Jürgen Renn leitete er das Topoi-Projekt *Digitaler Atlas der Innovationen*. Seine Forschungsschwerpunkte sind technische Innovationen in Antike und Vorgeschichte, die Archäologie des Neolithikums und der Bronzezeit sowie prähistorische Steinäxte. Gegenwärtig leitet er Forschungen in Tel Tsaf (Israel) und Hüde I (Niedersachsen).

Dr. Florian Klimscha
Landesmuseum Hannover
Das Weltmuseum
Willy-Brandt-Allee 5
30169 Hannover, Deutschland
E-Mail: Florian.Klimscha@landesmuseum-hannover.de

FLORIAN KLIMSCHA ist Leiter des Fachbereichs Archäologie des Niedersächsischen Landesmuseums Hannover und Spezialist für das Neolithikum und Innovationsprozesse in der Urgeschichte. Er leitet Projekte in Tel Tsaf (Israel) und Hüde I (Niedersachsen).

HANS-JÖRG KARLSEN ist Professor für Ur- und Frühgeschichtliche Archäologie an der Universität Rostock. Er ist auf Siedlungsarchäologie von der Bronzezeit bis zur Römerzeit spezialisiert und leitet Grabungen in Hitzacker-Marwedel (Niedersachsen) und Rathsdorf (Brandenburg).

SVEND HANSEN ist Direktor der Eurasien-Abteilung des Deutschen Archäologischen Instituts. Seine Forschungsschwerpunkte sind Sozialarchäologie und technologische Innovationen. Er leitet Ausgrabungen in Pietrele (Rumänien) und das vom ERC mit einem Advanced Grant geförderte Projekt „Technische und soziale Innovationen im Kaukasus“.

JÜRGEN RENN ist Direktor am Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte. Ziel seiner Forschung ist die Entwicklung eines theoretischen Verständnisses der Wissensevolution unter Berücksichtigung ihrer epistemischen, sozialen und materiellen Dimensionen. Jüngste Studien konzentrieren sich auf die historischen Ursprünge und koevolutionären Dynamiken, die zum Anthropozän geführt haben.

In der Reihe BERLIN STUDIES OF THE ANCIENT WORLD erscheinen Monographien und Sammelbände aller altertumswissenschaftlichen Disziplinen.

Die Publikationen gehen aus der Arbeit des Exzellenzclusters *Topoi. The Formation and Transformation of Space and Knowledge in Ancient Civilizations* hervor, einem Forschungsverbund der Freien Universität Berlin und der Humboldt-Universität zu Berlin sowie den Partnerinstitutionen Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, Deutsches Archäologisches Institut, Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte und Stiftung Preußischer Kulturbesitz.

Die Reihe ist Bestandteil der Publikationsplattform *Edition Topoi*. Alle Bände der Reihe sind elektronisch unter www.edition-topoi.org verfügbar.

67 BERLIN STUDIES OF
THE ANCIENT WORLD

www.edition-topoi.org

ISBN 978-3-9820670-3-2



9 783981 968552