

Glas als Fernhandelsprodukt im frühen Mittelalter – Köln und der europäische Norden

RGZM



Michael Dodt · Andreas Kronz · Bente S. Majchczack
Sebastian Messal (Hrsg.)

Glas als Fernhandelsprodukt im frühen Mittelalter – Köln und der europäische Norden

RGZM – TAGUNGEN

Band 46

zugleich

INTERDISZIPLINÄRE FORSCHUNGEN

zu den Häfen von der Römischen Kaiserzeit bis zum Mittelalter in Europa

Band 11

Herausgegeben von Claus von Carnap-Bornheim, Falko Daim, Peter Ettel und Ursula Warnke

Römisch-Germanisches Zentralmuseum
Leibniz-Forschungsinstitut für Archäologie
R G Z M

DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft

SPP 1630 HÄFEN

Römisch-Germanisches Zentralmuseum
Leibniz-Forschungsinstitut für Archäologie

Michael Dodt · Andreas Kronz · Bente S. Majchczack
Sebastian Messal (Hrsg.)

GLAS ALS FERNHANDELSPRODUKT IM FRÜHEN MITTELALTER – KÖLN UND DER EUROPÄISCHE NORDEN

Zwei Workshops im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogramms »Häfen von der Römischen Kaiserzeit bis zum Mittelalter«, ausgerichtet vom Römisch-Germanischen Museum zu Köln, 8.-10. November 2016, und den Sydvestjyske Museer in Ribe/Dänemark, 20.-22. März 2018

Verlag des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz 2022

Die Tagung wurde finanziert durch die

Deutsche Forschungsgemeinschaft

Römisch-Germanisches Zentralmuseum
Leibniz-Forschungsinstitut für Archäologie
R G Z M

Redaktion: Ute Klatt (RGZM)
Satz: Michael Braun, Ute Klatt (RGZM)
Umschlaggestaltung: Claudia Nickel (RGZM)

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie: Detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über **http://dnb.d-nb.de** abrufbar.

ISBN 978-3-88467-357-7
ISSN 1862-4812

Dieses Werk ist unter der Creative Commons-Lizenz 4.0 (CC BY-SA 4.0) veröffentlicht.

Propylaeum
FACHINFORMATIONSDIENST ALTERTUMSWISSENSCHAFTEN

Diese Publikation ist auf http://www.propylaeum.de dauerhaft frei verfügbar (Open Access).
DOI: https://doi.org/10.11588/propylaeum.1105
e-ISBN: 978-3-96929-187-0
URN: urn:nbn:de:bsz:16-propylaeum-ebook-1105-7

© 2022 Verlag des Römisch-Germanischen Zentralmuseums

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Entnahme von Abbildungen, der Funk- und Fernsehsendung, der Wiedergabe auf fotomechanischem (Fotokopie, Microkopie) oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, Ton- und Bildträgern bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Die Vergütungsansprüche des §54, Abs.2, UrhG. werden durch die Verwertungsgesellschaft Wort wahrgenommen.

Druck: johnen-druck GmbH & Co. KG, Bernkastel-Kues
Printed in Germany.

INHALT

Claus von Carnap-Bornheim · Falko Daim · Peter Ettel · Ursula Warnke
Vorwort der Herausgeber der Reihe VII

Michael Dodt · Andreas Kronz · Bente S. Majchczack · Sebastian Messal
Vorwort der Herausgeber des Bandes / Preface by the Editors of the Volume IX

Michael Dodt
Frühmittelalterliche Glaswerkstätten am Kölner Hafen und ihr Export 1

Alfred Schäfer
Römische Glasmacherwerkstätten des 3. und 4. Jahrhunderts in der südlichen Vorstadt des römischen Köln 37

Annemarieke Willemsen · Luc Megens · Florian Preiß
Frühmittelalterliches Glas aus Dorestad – Funde und Analysen 51

Matthew C. Delvaux
Beads and the Urban Networks of the Viking Age 65

Lene Lund Feveile
Glass Vessel Sherds from 8th and 9th Century Ribe – Shapes, Decorations and Types 79

Sif Bandholtz Hansen · Søren M. Sindbæk · Morten Søvsø · Sarah Croix · Gry Hoffmann Barfod
All Under One Roof – Chemical and Sr Isotope Analysis of Glass from a Viking Age Pit House at Ribe 103

Martin Segschneider
Fern-Glas in den Amrumer Dünen 121

Bente S. Majchczack · Andreas Kronz
Early Medieval Glass Finds from the North Frisian Islands (Germany) – Evidence for the Import of Vessel Glass and Local Bead Production 129

Torben Sode · Bernard Gratuze · James W. Lankton
The Glass Beads of Ribe – Evidence of Local Glass Bead Making and Long-distance Trade 159

Sebastian Messal · Andreas Kronz
Glashandel und Glasverarbeitung im südlichen Ostseeraum – Glas aus den frühmittelalterlichen Emporien von Groß Strömkendorf und Rostock-Dierkow 183

Anna B. Kowalska · Sylwia Wajda
Glass Beads from the Most Recent Excavations of the Viking Period Settlement in Świelubie near Kołobrzeg 219

Andreas Kronz
Rhenish Glass – The Role of Late Antique to Early Medieval Glass Production in the Rhineland.
A Chemical Investigation 233

Michael Dodt · Andreas Kronz
Glasprobentafeln 263

Verzeichnis der Autorinnen und Autoren 273

VORWORT DER HERAUSGEBER DER REIHE

Längerfristig angelegte Verbundprojekte liefern immer wieder wichtige Ergebnisse vernetzter Forschungen und dies lange über die eigentliche Laufzeit der jeweiligen Initiativen hinaus. So ist es auch mit dem durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft geförderten Schwerpunktprogramm (SPP) 1630 »Häfen von der Römischen Kaiserzeit bis zum Mittelalter«, das formal nach insgesamt sechs Jahren 2018 endete, das aber immer noch produktiv ist. Der hiermit vorgelegte Band ist ein wichtiger Baustein in der nachhaltigen Wirkung des SPP »Häfen«. Die vorgelegten Forschungen zum Thema spätantiker und frühmittelalterlicher Glasfunde ergaben sich aus der interdisziplinären Zusammenarbeit mehrerer Projektgruppen innerhalb des SPP (Rhein, Nordsee, Ostsee, Binnenhäfen). In ihren Diskussionen und Initiativen suchten diese immer auch Kontakte zu Institutionen und Persönlichkeiten, die außerhalb des SPP an entsprechenden Fragen forschten, sodass in Workshops und Konferenzen weitgespannte Netzwerke und breite Perspektiven entwickelt werden konnten. Gerade in der projektübergreifenden Analyse von Glasfunden kamen Stärken und wichtige Anliegen des SPP zusammen: einen explorativen Raum zu bieten und unterschiedliche Regionen, Forschungsgruppen und Forschungskulturen zu verbinden, und so einen wissenschaftlichen Mehrwert zu erzielen. Dies gelingt auch mit dem hier vorgelegten Band in hervorragender Art und Weise. Ausgehend von der Herstellung frühmittelalterlicher Gläser im Hafen Kölns nimmt er Glasfunde an Handels- und Umschlaghäfen, Emporia und Strandmärkten an Nord- und Ostsee in den Blick. Die archäologischen Untersuchungen werden von naturwissenschaftlichen Analysen flankiert. Das Kölner Projekt mit über 300 chemischen Glasanalysen bildete den Anstoß zum Aufbau einer Datenbank am Geowissenschaftlichen Zentrum der Universität Göttingen mit ca. 10 000 Datensätzen, die nunmehr für weitergehende Forschungen zur Verfügung steht. Damit werden die Fragen und Ergebnisse objektbezogener Analysen in den Zusammenhang weiträumiger Netzwerke gestellt, deren Knotenpunkte und Schnittstellen sicherlich auch durch see- und flussgebundene Transportwege bestimmt wurden. Es ist daher kein Zufall, dass sich in diesem Band Beiträge zu solchen zentralen Plätzen wie Köln, Ribe, Dorestad und Landschaften wie Friesland und dem Ostseegebiet wiederfinden.
Der Dank der Initiatoren des SPP gilt Michael Dodt, Andreas Kronz, Bente S. Majchczack und Sebastian Messal, die zwei Workshops in Köln und in Ribe zu diesem Thema konzeptionell geplant und durchgeführt haben und die ihre Ergebnisse nun als 11. Band der Reihe »Interdisziplinäre Forschungen zu den Häfen von der Römischen Kaiserzeit bis zum Mittelalter in Europa« vorlegen. In diesen Dank möchten wir das Redaktionsteam des RGZM in Mainz ausdrücklich miteinschließen.

Claus von Carnap-Bornheim
Falko Daim
Peter Ettel
Ursula Warnke

In: Michael Dodt · Andreas Kronz · Bente S. Majchczack · Sebastian Messal (Hrsg.), Glas als Fernhandelsprodukt im frühen Mittelalter – Köln und der europäische Norden. RGZM – Tagungen 46 (Mainz 2022).
DOI: http://doi.org/10.11588/propylaeum.1105.c15167

VORWORT DER HERAUSGEBER DES BANDES

Objekte aus Glas besitzen in der archäologischen Forschung eine besondere Bedeutung, sind sie doch deutliche Belege weitreichender überregionaler Kontakte. Während für Norddeutschland und Skandinavien nach wie vor eindeutige Belege für eine frühmittelalterliche Glasproduktion fehlen, sind für Westeuropa – insbesondere im Rheinland und in Südengland – eine Reihe von Zentren der Glasherstellung bekannt. Aus Handelsplätzen im Nord- und Ostseeraum geborgene Glasfunde wie Hohlgläser, Rohglas, verschiedene Perlentypen oder auch Mosaiksteine (Tesserae) sind daher als Fremdgüter zu betrachten, die durch Handel und Austausch in den Norden gelangten.
Zwar lassen sich durch eine typologische Betrachtung der Glasfunde die grundlegenden Charakteristika des Glashandels, insbesondere die Transportwege und Organisationsstrukturen des Fernhandels, generell beschreiben, eine Reihe von Details des frühmittelalterlichen Austausches wie die Herkunft und Verarbeitung bzw. Weiterbearbeitung des Glases bleibt jedoch zumeist offen. Die ständig steigende Zahl an Glasfunden und Produktionsnachweisen aus Siedlungen und Gräberfeldern West- und Nordeuropas und die mittlerweile standardmäßige Einbeziehung von naturwissenschaftlichen Analysen (Elektronen-Mikrosonde und Laser-ICPMS) zur präzisen Bestimmung der Glaszusammensetzung und Glastypen führten in den letzten Jahren aber zu einer wesentlichen Verbesserung des Forschungsstandes hinsichtlich der Zuweisung von Herstellungsregionen und gesicherten Produktionsorten, die im überregionalen Vergleich weitere Rückschlüsse zum Glashandel zulassen. Die chemisch-analytischen Untersuchungen ermöglichen zudem, technische Verarbeitungsprozesse und Technologieentwicklungen von der Römischen Kaiserzeit bis zum frühen Mittelalter detailliert zu beschreiben und zu diskutieren.

HÄFEN VON DER RÖMISCHEN KAISERZEIT BIS ZUM MITTELALTER

Eine Darstellung des aktuellen Forschungsstandes zum frühmittelalterlichen Glas als Indikator für Handels- und Austauschbeziehungen fehlt bislang, zumal in der Regel Einzeluntersuchungen von Glasfunden vorliegen, überregionale Vergleiche des Materials von verschiedenen Plätzen dagegen eher selten sind. Im Rahmen des durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Schwerpunktprogrammes (SPP) 1630 »Häfen von der Römischen Kaiserzeit bis zum Mittelalter« ergab sich nunmehr erstmals die Möglichkeit einer vergleichenden Analyse von Glasfunden des frühen Mittelalters aus dem Rheinland mit Fokus auf Köln mit Funden von Handelsplätzen und Emporien im Nordseeraum (Tinnum auf Sylt, Witsum und Goting auf Föhr, Norddorf auf Amrum) und Ostseeraum (Groß Strömkendorf/Reric, Rostock-Dierkow). Mit den Untersuchungen wurden – ausgehend von den Glaswerkstätten am Kölner Hafen – die Rolle des frühmittelalterlichen Glases als Fernhandelsprodukt beleuchtet und neue Erkenntnisse zu Handelsbeziehungen und Austauschrouten zwischen dem Fränkischen Reich und dem nördlichen Europa gewonnen. Schwerpunktmäßig wurde der Export von frühmittelalterlichem Glas von Köln in den Nord- und Ostseeraum durch naturwissenschaftliche Analysen untersucht. Die Ergebnisse der archäologisch-typologischen und chemisch-analytischen Untersuchungen wurden im Rahmen von zwei internationalen Workshops in Köln (8.-10. November 2016) und Ribe/Dänemark (20.-22. März 2018) vorgestellt und diskutiert. Archäologische und naturwissenschaftliche Beiträge über verschiedene Forschungsvorhaben und Materialstudien zu frühmittelalterlichem Glas aus Europa und dem östlichen Mittelmeerraum stellten die erzielten Ergebnisse des Hafenprojektes in einen überregionalen Kontext und gewährleisteten einen weiträumigen Überblick über Glas als Fernhandelsprodukt.

In: Michael Dodt · Andreas Kronz · Bente S. Majchczack · Sebastian Messal (Hrsg.), Glas als Fernhandelsprodukt im frühen Mittelalter – Köln und der europäische Norden. RGZM – Tagungen 46 (Mainz 2022).
DOI: http://doi.org/10.11588/propylaeum.1105.c15168

KÖLN UND DER EUROPÄISCHE NORDEN

Die im Rahmen der Workshops gehaltenen Vorträge konnten deutlich zeigen, dass sich Handelsbeziehungen und -routen bzw. deren Etappen in der archäologischen Überlieferung durchaus durch die Fundgattung »Glas« nachvollziehen lassen.

Die zentrale Bedeutung Kölns für die Glasherstellung nach dem Ende des Römischen Reiches zeigt sich vor allem durch mehrere im Stadtgebiet verteilte Glaswerkstätten. Dazu gehört neben den Werkstätten am Kölner Hafen (Beitrag Michael Dodt) die spätrömische Glaswerkstatt an der Nord-Süd-Fahrt/Tel-Aviv-Straße (Beitrag Alfred Schäfer). Die chemischen Analysen von 105 Gläsern vom Kölner Hafen (v. a. Glashäfen und Abfälle aus der Glasverarbeitung sowie charakteristische Gefäßformen wie Rüsselbecher, Spitzbecher, Glockenbecher, Schalen und Tummler der Merowingerzeit sowie Glockentummler und Trichterbecher der Karolingerzeit) bewiesen die fast ausschließliche Verwendung von Soda-Kalk-Glas-Rezepturen (Beitrag Andreas Kronz). Zur Herstellung von Hohlgläsern und vereinzelten Perlen wurde vor Ort überwiegend, jedoch nicht ausschließlich, rezykliertes Altglas eingesetzt. Die Lage der Werkstätten am Kölner Hafen legt einen Export entlang der Wasserstraßen zu anderen Binnenhäfen oder Ufermärkten an Rhein, Mosel, Main, Nordsee und Ostsee nahe.

Die Bedeutung der Rheinachse für den Handel mit Glas zeigt sich vor allem durch zahlreiche in Soda-Kalk-Rezepturen hergestellte Glasfunde des 6.-9. Jahrhunderts von den Nordseeinseln Amrum, Föhr und Sylt (Beiträge Martin Segschneider, Bente S. Majchczack / Andreas Kronz). Siedlungen wie Tinnum auf Sylt oder Goting auf Föhr können daher als Etappenorte des Glashandels von Köln aus in den Norden interpretiert werden. Eines der Ziele dieses entlang des Rheins und der friesischen Inseln verlaufenden Handelsweges dürfte das dänische Emporium von Ribe gewesen sein. Langjährige Ausgrabungen im Stadtgebiet erbrachten massenweise Glasfunde, die auf Import von Hohlgläsern und Perlen hinweisen, aber auch eine lokale Perlenproduktion belegen (Beiträge Lene Lund Feveile, Torben Sode / Bernard Gratuze / James W. Lankton). Eine herausragende Stellung auf dem Weg nach Ribe und in den Ostseeraum dürfte Dorestad im Rhein-Maas-Delta besessen haben (Beitrag Annemarieke Willemsen / Luc Megens / Florian Preiß). In Dorestad konnten nur wenige Spuren der Glasherstellung oder -verarbeitung festgestellt werden. Das massenhafte Vorkommen von Keramik- und Glasfunden der Karolingerzeit weist dagegen eher auf eine Umschlagsfunktion des Hafens hin. Vermutlich wurden die Waren in Dorestad von Flussfahrzeugen (Prähme) auf hochseetüchtige Schiffe umgeladen. Über verschiedene Etappen, zu denen auch Haithabu gehörte, gelangten die Glasprodukte (Perlen, Gefäße, Bruchglas, Rohglas) schließlich in den Ostseeraum, aus dem zahlreiche Glasfunde von Siedlungsplätzen und Gräberfeldern bekannt sind (Beiträge Anna B. Kowalska / Sylwia Wajda, Sebastian Messal).

Seit dem 9. Jahrhundert kommt auch im Norden zunehmend das Holzascheglas in Gebrauch, wie sich in Haithabu, Rostock-Dierkow und Kaupang chemisch nachweisen lässt (Beiträge Andreas Kronz, Sebastian Messal); darüber hinaus zeigt sich ein sehr hoher Anteil an Mischgläsern verschiedener chemischer Grundtypen. Fast alle Glasobjekte bestehen aus wieder eingeschmolzenem Glas, worauf chemische Analysen aus Ribe (Beitrag Sif Bandholtz Hansen u. a.), Hamwic und Whithorn (Tagungsvortrag Victoria Lukas) hinweisen. Das Spektrum an Glasgefäßen erstreckt sich im Frühmittelalter auf einige Haupttypen mit zahlreichen Varianten (Beiträge Michael Dodt, Lene Lund Feveile und Tagungsvortrag Uwe Gross). Perlen wurden jedoch selten aus Glasbruch von Hohlgefäßen oder Fensterscheiben hergestellt. Die lokale skandinavische Perlenproduktion nutzte dazu zeitweise römische oder merowingische Mosaiksteine (Tesserae). Ab dem 9. Jahrhundert wurden Perlen überwiegend aus dem vorder- und zentralasiatischen Raum importiert (Beitrag Torben Sode / Bernard Gratuze / James W. Lankton), wobei Pflanzenaschegläser dominierten. Besonders im Perlenimport lässt sich über den Verlauf des Frühmittelalters hinweg die Verlagerung der

Fernhandelsrouten zwischen Asien und Nordeuropa ablesen, wobei sich Produktionstechniken, Handelswege und Akteure stetig ändern (Beitrag **Matthew C. Delvaux**). An den Beitrag von **Andreas Kronz** schließen sich Tafeln der Glasproben an, die **Michael Dodt** und **Andreas Kronz** analysiert haben und die sich auch auf die Beiträge der anderen Autoren dieses Bandes beziehen und von diesen zitiert werden.

Die zahlreichen im Rahmen der Workshops gehaltenen Vorträge kennzeichnen weitgehend den aktuellen Forschungsstand zum frühmittelalterlichen Glas als Fernhandelsprodukt. Es ist daher sehr erfreulich, dass nahezu alle Workshop-Beiträge im vorliegenden Band umfassend vorgelegt werden können, um einen bedeutenden Beitrag zur Glasforschung des frühen Mittelalters und zur europäischen Wirtschaftsgeschichte zu leisten. Unser besonderer Dank gilt allen Autoren. Darüber hinaus möchten die Herausgeber sich herzlich bei den Ausrichtern der beiden Workshops, der Kölner Dombauverwaltung (Peter Füssenich und Ulrich Back) und den Sydvestjyske Museer Ribe (Morten Søvsø), bedanken. Dem Excellence Centre Urb-Net der Universität Aarhus (Rubinia Raja und Søren M. Sindbæk) sei für die enge Zusammenarbeit bei der Organisation und Durchführung des Ribe-Workshops gedankt. Schließlich gilt unser Dank den Initiatoren des DFG Schwerpunktprogrammes 1630 für die Aufnahme des Bandes in die Tagungsreihe des Römisch-Germanischen Zentralmuseums.

Michael Dodt
Andreas Kronz
Bente S. Majchczack
Sebastian Messal

PREFACE BY THE EDITORS OF THE VOLUME

Objects made of glass have a special significance in archaeological research. They are clear evidence of far-reaching transregional contacts. While definite evidence of early medieval glass production is still lacking for northern Germany and Scandinavia, a number of centres of glass production are known for Western Europe – especially in the Rhineland and southern England. Glass finds recovered from trade centres in the North Sea and Baltic regions, such as hollow glass, raw glass, various types of beads, or even tesserae, must are therefore be regarded as foreign goods that reached the north through trade and exchange.

Although a typological examination of the glass finds allows a general description of the basic characteristics of the glass trade, especially the transport routes and organizational structures of long-distance trade, a number of details of the early medieval exchange, such as the origin and manufacturing or further processing of the glass, remain mostly open. However, the steadily increasing number of glass finds and production remains from settlements and cemeteries in Western and Northern Europe and the now standard use of analytical methods (electron microprobe and laser ICPMS) for the precise determination of glass composition and types have led in recent years to a significant improvement in the state of research with regard to the assignment of production regions and proven production sites. This data provides further information on the glass trade in a trans-regional comparison. The chemical-analytical investigations also make it possible to describe and discuss in detail technical processing procedures and technological developments from the Roman Imperial period to the early Middle Ages.

»HARBOURS FROM THE ROMAN IMPERIAL PERIOD TO THE MIDDLE AGES«

A presentation of the current state of research on early medieval glass as an indicator of trade and exchange relations has been lacking up to now, especially since individual studies of glass finds are usually available, while supraregional comparisons of material from different places are rather rare. Within the framework of the Priority Program (SPP) 1630 »Harbours from the Roman Imperial Period to the Middle Ages«, funded by the Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), there is now for the first time the opportunity for a comparative analysis of glass finds of the early Middle Ages from the Rhineland with a focus on Cologne as well as trading places and emporia in the North Sea area (Tinnum on Sylt, Witsum and Goting on Föhr, Norddorf on Amrum) and the Baltic Sea area (Groß Strömkendorf/Reric, Rostock-Dierkow). Based on the investigations of the glass workshops at the harbour of Cologne, the role of early medieval glass as a long-distance trade product was explored. New insights into trade relations and exchange routes between the Frankish Empire and northern Europe were made. The main focus was on the export of early medieval glass from Cologne to the North Sea and Baltic Sea regions by means of scientific analyses. The results of the archaeological-typological and chemical-analytical investigations were presented and discussed during two international workshops in Cologne (8th-10th November 2016) and Ribe/Denmark (20th-22nd March 2018). Archaeological and natural scientific contributions on various research projects and material studies on early medieval glass from Europe and the eastern Mediterranean placed the results achieved by the harbour project in a transregional context and ensured a wide-ranging overview of glass as a long-distance trade product.

COLOGNE AND THE EUROPEAN NORTH

A result of the lectures held during the conferences is that trade relations and routes or their stages can certainly be traced in the archaeological record through the find category »glass«. The central importance of Cologne for the production of glass after the end of the Roman Empire is shown in particular by several glass workshops distributed throughout the city. These include the glass workshops at Cologne harbour (contribution **Michael Dodt**) and the late Roman glass workshop at the Nord-Süd-Fahrt/Tel-Aviv-Straße (contribution **Alfred Schäfer**).

The chemical analyses of 105 glasses from the Cologne harbour (mainly melting crucibles and waste from glass processing as well as characteristic vessel forms such as claw beakers, conical beakers, bell beakers, bowls and palm cups of the Merovingian period as well as bell-tumblers and funnel beakers of the Carolingian period) proved the almost exclusive use of soda-lime glass recipes. Recycled waste glass was predominantly, but not exclusively, used on site for the production of hollow glass and occasional beads.

The location of the workshops at the harbour site of Cologne suggests an export along the waterways to other inland ports or riverside markets on the Rhine, Moselle, Main, North Sea and Baltic Sea.

The importance of the river Rhine for the trade in glass is demonstrated above all by numerous glass finds of the 6th to 9th centuries AD from the North Sea islands of Amrum, Föhr and Sylt, produced in soda-lime recipes (contributions **Martin Segschneider**, **Bente S. Majchczack / Andreas Kronz**). Settlements like Tinnum on Sylt or Goting on Föhr can therefore be interpreted as stopover points of the glass trade from Cologne to the north. One of the destinations of this trade route running along the Rhine and the Frisian islands may have been the Danish emporium of Ribe. Long-term excavations in the city area yielded masses of glass finds, which indicate the import of glass vessels and beads, but also prove a local bead production (contributions **Lene Lund Feveile**, **Torben Sode / Bernard Gratuze / James W. Lankton**). Dorestad in the Rhine-Meuse delta may have had a prominent position on the way to Ribe and the Baltic Sea region (contributions **Annemarieke Willemsen / Luc Megens / Florian Preiß**). Only a few traces of glass production or processing could be found at Dorestad. The mass occurrence of pottery and glass finds of the Carolingian period, on the other hand, rather points to a transhipment function of the harbour. Presumably, goods were transferred in Dorestad from river vessels (prahms) to oceangoing ships. Via various stages, including Haithabu, the glass products (beads, vessels, cullet, raw glass) finally reached the Baltic Sea region, from which numerous glass finds from settlement sites and burial grounds are known (contributions **Anna B. Kowalska / Sylwia Wajda**, **Sebastian Messal**).

From the 9th century onwards, wood ash glass was increasingly used in the north, as can be demonstrated chemically for Haithabu, Rostock-Dierkow, and Kaupang (contributions **Andreas Kronz**, **Sebastian Messal**); in addition, there is a very high proportion of mixed glasses of different chemical base types. Almost all glass objects consist of remelted glass, as indicated by chemical analyses from Ribe (contribution **Sif Bandholtz Hansen et al.**), Hamwic and Whithorn (conference presentation Victoria Lukas). The range of glass vessels in the Early Middle Ages includes some types with many variations (contributions **Michael Dodt**, **Lene Lund Feveile**, conference presentation Uwe Gross). However, beads were rarely made from cullet of hollow vessels or window panes. The local Scandinavian bead production used Roman or Merovingian tesserae for a while. From the 9th century onwards beads were imported mainly from the Near East and Central Asia (contribution **Torben Sode / Bernard Gratuze / James W. Lankton**), with plant-ash glass dominating. Particularly in the import of beads, the shift of long-distance trade routes between Asia and northern Europe can be seen over the course of the Early Middle Ages, with production techniques, trade routes, and actors constantly changing (contribution **Matthew C. Delvaux**). **Andreas Kronz**'s contribution is followed

by plates of the glass samples **Michael Dodt** and **Andreas Kronz** analysed, which also relate to and are cited by the contributions of the other authors in this volume.
The numerous papers presented at the workshops represent the current state of research on early medieval glass as a long-distance trade product. It is therefore very gratifying that almost all workshop papers can be comprehensively presented in the present volume to provide a significant contribution to early medieval glass research and European economic history. Our special thanks go to all authors. In addition, the editors would like to express their sincere gratitude to the organizers of the two workshops, the Cologne Dombauverwaltung (Peter Füssenich and Ulrich Back) and the Sydvestjyske Museer Ribe (**Morten Søvsø**). The Excellence Centre UrbNet at Aarhus University (Rubinia Raja, **Søren M. Sindbæk**) is to be thanked for their close cooperation in organizing and running the Ribe workshop. Finally, our thanks go to the initiators of the DFG Priority Programme 1630 for including the volume in the conference series of the Römisch-Germanisches Zentralmuseum in Mainz.

Michael Dodt
Andreas Kronz
Bente S. Majchczack
Sebastian Messal

MICHAEL DODT

FRÜHMITTELALTERLICHE GLASWERKSTÄTTEN AM KÖLNER HAFEN UND IHR EXPORT

Das Schwerpunktprogramm 1630 »Häfen von der Römischen Kaiserzeit bis zum Mittelalter« bot – ausgehend von dem Projekt »Der frühmittelalterliche Hafen Kölns – Produktionsstätte und Exporthafen für Gläser« – die Gelegenheit, in zwei Workshops in Köln/D (8.-10. November 2016) und Ribe/DK (20.-22. März 2018) den frühmittelalterlichen Glashandel von Köln vor allem mit dem Norden – dem Unterrhein, der Nordsee und Ostsee – im frühen Mittelalter zu diskutieren. Die Kölner Sichtweise geht von den Glaswerkstätten am Kölner Hafen aus, die im frühen Mittelalter die Nachfolge des römischen Zentrums der Herstellung von Glasgefäßen angetreten haben. Wie in der Römerzeit Gläser, die das wichtigste und kontinuierliche Erzeugnis Kölner Wirtschaft darstellten, nicht nur in der Stadt Käufer fanden, sondern auch in entferntere Gegenden – vor allem in das freie Germanien [1] – exportiert wurden, wird auch für das frühe Mittelalter der Export zunächst (Merowingerzeit) in umliegende Gegenden und später (Karolingerzeit) darüber hinaus nach Skandinavien untersucht. Da im fränkischen Reich enge Kontakte mit dem rechtsrheinischen Gebiet unterhalten wurden, wird auch der Hellweg, der vom Neolithikum bis in die Zeit der Ottonen eine wichtige Handelsstraße nach Osten bildete [2] und besondere Bedeutung während der Auseinandersetzung Karls des Großen mit den Sachsen hatte, als Handelsroute für Glas untersucht, ebenso der Main bis Unterfranken, wo seit der ersten Hälfte des 6. Jahrhunderts die fränkische Landnahme mainaufwärts stattgefunden hatte und die »Handelsroute« (für Glas) über die Projektgruppe »Binnenhäfen« des Schwerpunktprogramms 1630 leicht zugänglich war [3]. Vom Unterrhein bis zur Nordsee und Ostsee sowie über den Rhein entlang des Hellwegs fand die fränkische Landnahme später als am Main statt, als die Gebiete der Friesen und Sachsen in karolingischer Zeit erobert wurden. Die friesische Metropole Dorestad wurde bedeutender Umschlaghafen für den Handel mit England, den Nordfriesischen Inseln, Dänemark und den Ostseehäfen, wo Glasprodukte erst in der »Wikingerzeit«, die im fränkischen Reich mit der Karolingerzeit zusammenfällt, in größerem Umfang gefunden werden. Vom Kölner Standpunkt stellen sich die Fragen, welche Kölner Glaserzeugnisse rheinabwärts bis nach Skandinavien, rheinaufwärts und mainaufwärts bis nach Unterfranken und über den Hellweg nach Osten bis nach Paderborn exportiert wurden und ob sich verschiedene Zeitphasen im Export erkennen lassen. Diese können in Abhängigkeit von wirtschaftlichen oder politischen Konstellationen erklärt werden.

Die Kölner Forschung kann aufgrund der Ausgrabungen seit über 25 Jahren umfangreiche frühmittelalterliche Glaswerkstätten vorweisen, deren Produkte sich auch fassen lassen. Der Umfang der Betriebe hebt sie über andere frühmittelalterliche Glashütten, die Identifizierung des Produktionsspektrums sogar über die eigenen (Kölner) römischen Glashütten heraus. Der Kölner Glasexport wird hauptsächlich an den Gefäßen untersucht. Perlen wurden in den merowingerzeitlichen Glaswerkstätten am Kölner Hafen in geringem Umfang, in karolingischer Zeit gar nicht hergestellt, im Unterschied zu den Häfen und Handelszentren der Nordsee wie Ribe in Dänemark und der Ostsee wie Haithabu, wo die Glasproduktion fast ausschließlich in der Herstellung von Perlen bestand. Für die Herstellung von Flachglas gibt es in den Kölner Glaswerkstätten keine eindeutigen Indizien, zumal ihre Datierung schwierig ist. Hilfe zur Identifizierung von Gläsern Kölner oder anderer Werkstätten bieten naturwissenschaftliche Analysen, die am Geowissenschaftlichen Zentrum der Universität Göttingen durchgeführt wurden (s. Beitrag Kronz).

In: Michael Dodt · Andreas Kronz · Bente S. Majchczack · Sebastian Messal (Hrsg.), Glas als Fernhandelsprodukt im frühen Mittelalter – Köln und der europäische Norden. RGZM – Tagungen 46 (Mainz 2022).
DOI: http://doi.org/10.11588/propylaeum.1105.c15169

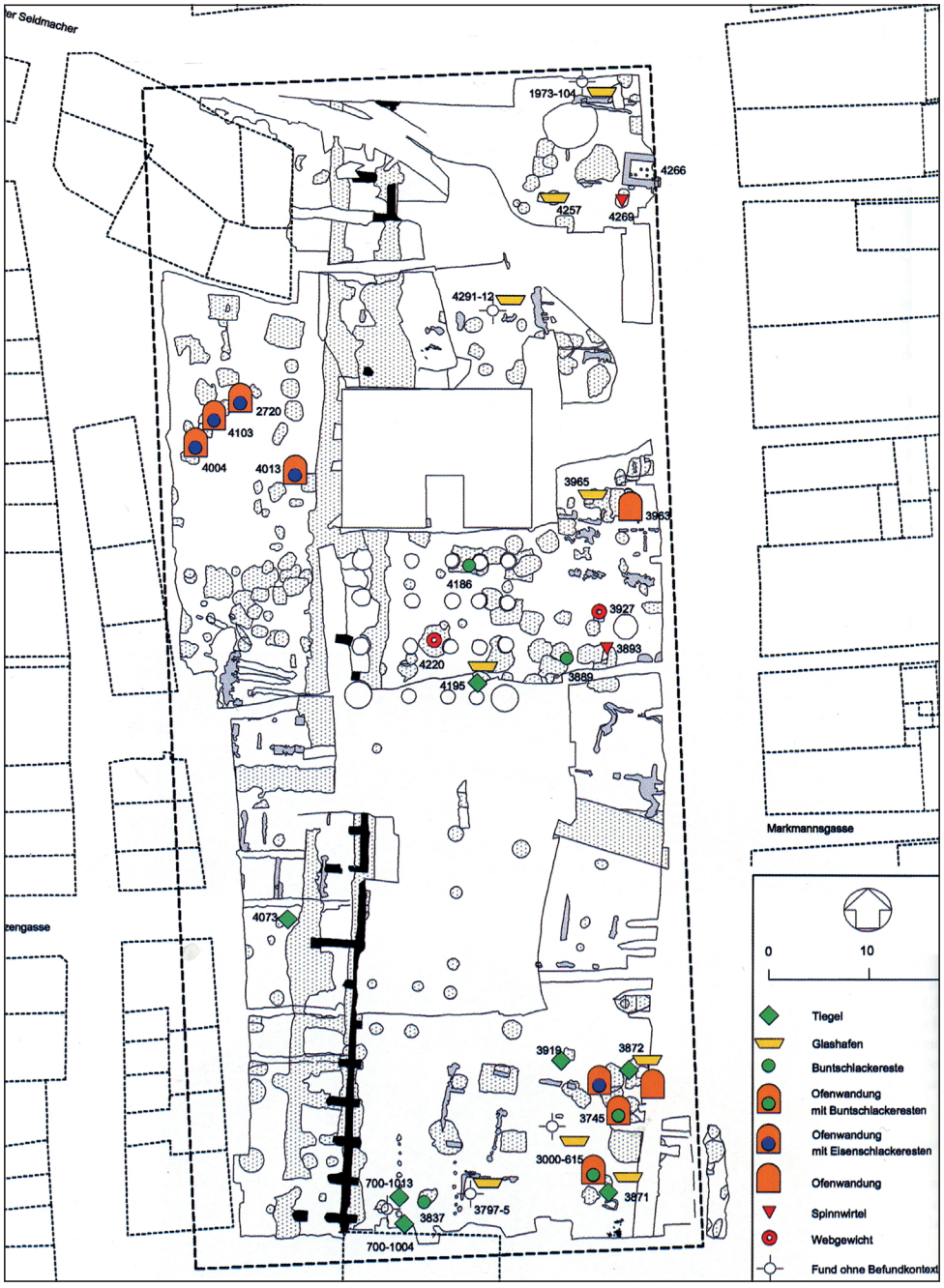


Abb. 1 Köln, Heumarkt, Ausgrabung 1996-1998, Plan der frühmittelalterlichen Befunde. – (Plan T. Höltken). – M. 1:100.

FRÜHMITTELALTERLICHE GLASWERKSTÄTTEN IN KÖLN

Im Bereich des spätantiken Kölner Hafens, der von den Römern im Laufe von zwei Jahrhunderten von einem Naturhafen an einem Rhein-Nebenarm über die Verfüllung des Nebenarms zur Verlagerung der Hafenaktivitäten an den offenen Strom verändert wurde[4], ließen sich in der ersten Hälfte des 5. Jahrhunderts, als Köln noch unter römischer Verwaltung stand, Franken und andere Germanen in deren Gefolge nieder und errichteten dort Handwerksbetriebe für Metallguss und -verarbeitung, Knochenschnitzerei, Weberei und schließlich auch Glaswerkstätten[5]; neben dem Handwerk wurden dort wie üblich in frühmittelalter-

lichen Siedlungen auch Tiere gehalten. Spuren der frühfränkischen Niederlassung, die erstmalig in der Ausgrabung am Heumarkt 1996-1998 im größeren Umfang nachgewiesen wurden (**Abb. 1**), bestanden in Grubenhäusern und Siedlungsgruben. Auch ein Pfostenbau als Wohnhaus gehört wahrscheinlich in diese frühfränkische Epoche, da er im Unterschied zu den Fachwerkbauten der folgenden Karolingerzeit keine Steinsockel besaß. Häuser der Karolingerzeit wurden außer am Heumarkt am nördlich gelegenen Kurt-Hackenberg-Platz bei Ausgrabungen in den Jahren 2004-2012 nachgewiesen[6], der wie der Alte Markt über dem verfüllten Rhein-Nebenarm liegt und erst ab dem 8. Jahrhundert verfestigt war und besiedelt werden konnte. Aber auch unmittelbar an der Innenseite der noch bestehenden römischen Stadtmauer wurden Glaswerkstätten, die bei Ausgrabungen am Kurt-Hackenberg-Platz und Am Domhof entdeckt wurden, erst ab dem 8. Jahrhundert betrieben. Wie der Heumarkt liegen auch die römischen Getreidespeicher (*horrea*) unter der (romanischen) Kirche Groß St. Martin auf der ehemaligen Rheininsel, wo die geologische Grundlage für eine Besiedlung bereits in frühfränkischer Zeit gegeben war. Dort wurden bei Ausgrabungen in den Jahren 1974-1976 nicht nur das Halbfertigprodukt einer wirtelförmigen Perle, sondern auch Glashäfen der Merowinger- und Karolingerzeit gefunden, die eindeutige Indizien für Glaswerkstätten darstellen.

Am frühmittelalterlichen Hafen Kölns arbeiteten Glaswerkstätten in einem locker zusammenhängenden Areal, das sich mit der Zeit vom mittleren Bereich der ehemaligen Rheininsel nach Nordwesten ausdehnte (**Abb. 2**). In römischer Zeit lagen hingegen die meisten Glaswerkstätten in den Suburbien, da sie möglicherweise für das ab der Mitte des 1. Jahrhunderts dichter besiedelte Stadtgebiet zu feuergefährlich waren und die Anlieferung von Brennholz über die Fernstraßen leichter war[7]. Die frühmittelalterlichen Glaswerkstätten konnten über den Rhein mit Rohstoffen versorgt werden, über den auch der größte Teil des Exports der Gläser erfolgte, zumal die römischen Fernstraßen im frühen Mittelalter nicht mehr gepflegt wurden. Am frühmittelalterlichen Hafen Kölns übernahmen im 5. Jahrhundert die Franken das Glashandwerk von den Römern. Die Bemerkung des Theophilus Presbyter (12. Jahrhundert), die Franken seien gelehrige Schüler der Römer und »höchst erfahren« in der Glasherstellung und -verarbeitung gewesen[8], ist hier greifbar. Die Franken setzten die Bedeutung Kölns als Zentrum der Glasproduktion fort, wie Fritz Fremersdorf und Otto Doppelfeld bereits vermutet hatten[9].

Von den frühmittelalterlichen Glasöfen am Kölner Hafen konnten einige Reste der Lehmkuppeln mit anhaftenden Glasschichten, jedoch nur drei Befunde *in situ* ausgegraben werden[10], von denen lediglich einer (Kurt-Hackenberg-Platz, Stelle 18) zweifelsfrei als Glasofen gedeutet werden kann. Von diesem Glasofen war der Rest der Sohle erhalten[11]. Keiner der Öfen hatte einen regelmäßig kreisrunden Grundriss wie einige der bekannten römischen Öfen des 1. Jahrhunderts von Köln. Ein Ofen (Heumarkt, Stelle 3147) hatte eine rechteckige Form bei einer Größe von 2,0 m × 1,7 m und war im unteren Teil aus Bruchsteinen gebaut[12], ein zweiter, kleinerer Ofen hatte einen birnenförmigen Grundriss und war aus Ziegelbruch gebaut (Heumarkt, Stelle 2454), wie auch Glasöfen des 4. Jahrhunderts oft diese Form haben[13]. Die beiden genannten Öfen werden aufgrund von Spuren starker Hitzeeinwirkung als Glasöfen gedeutet. Reste der Glasproduktion wurden nicht unmittelbar in diesem Ofen, sondern in seiner näheren Umgebung gefunden. Ein weiteres Fundament, das auf einer Grube mit Ofenresten und Abfällen einer merowingerzeitlichen Glaswerkstatt (Heumarkt, Stelle 3872; **Abb. 3 ab**) stand, wurde als Kühlofen gedeutet. Drei dieser als Glasöfen angenommenen Befunde können in die Karolingerzeit, einer in die Merowingerzeit datiert werden. Von Ofenresten zweier der lokalisierbaren Glaswerkstätten wurden anhaftende Glasschichten analysiert. Diese waren jedoch nicht interpretierbar, da es sich überwiegend um Verglasung aufgrund von Ascheanflug handelte, oft gemischt mit der eigentlichen Gebrauchsglasschmelze. Diese an der Ofenwandung anhaftende Glasbildung war mehr der Flugasche ausgesetzt als die Reste der Glasschmelzen in den Glashäfen. Die Analysen der Gläser in den Glashäfen, bei denen der chemische Glastyp HIMT-2 überwiegt, lieferten entsprechend bessere Ergebnisse.

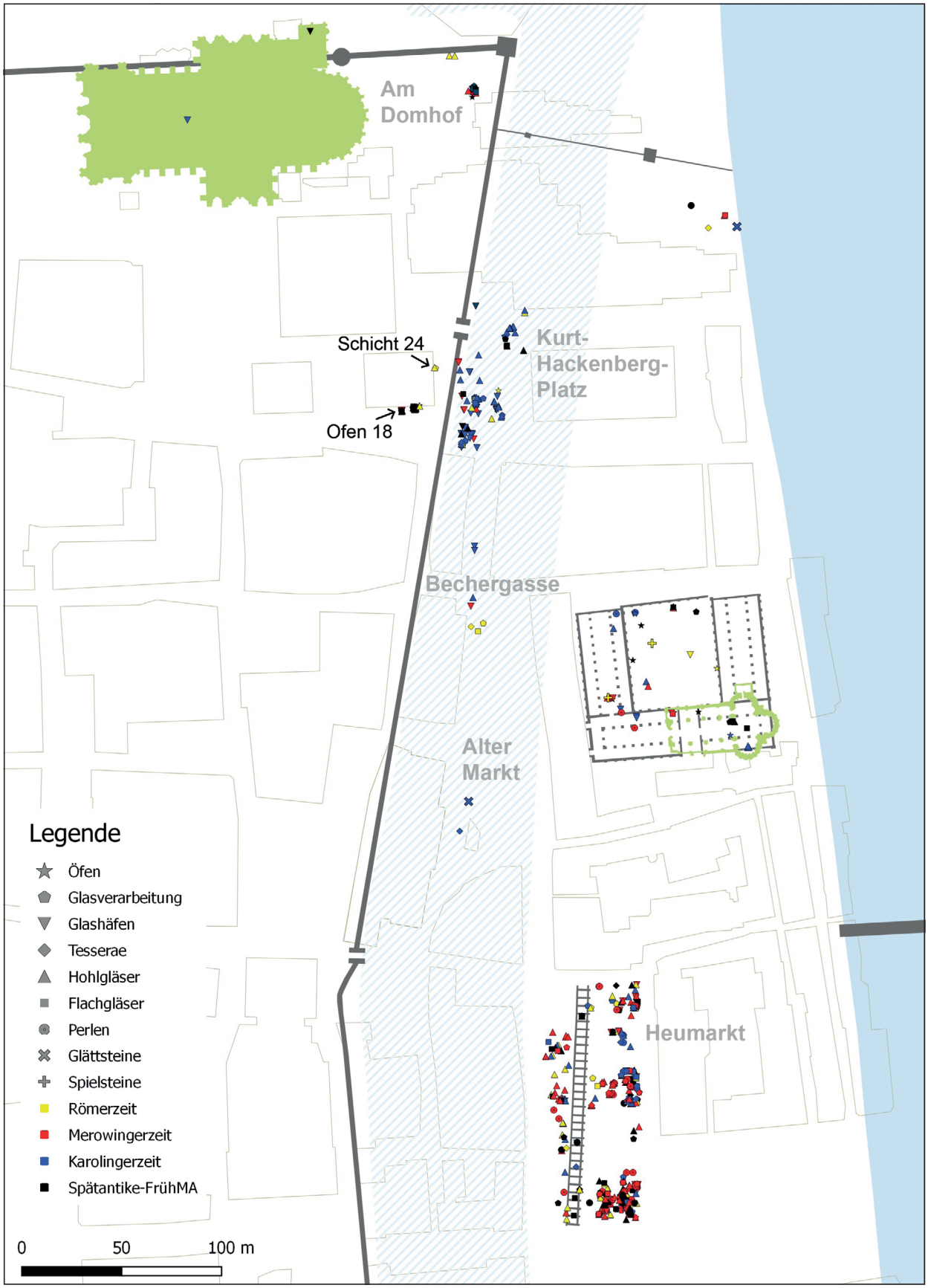


Abb. 2 Köln, frühmittelalterliche Hafensiedlung, Verbreitungskarte des Glases. – (Plan E. Hetzel, K. Otten). – o. M.



Abb. 3 Köln, Heumarkt, Ausgrabung 1996-1998, Reste einer Glaswerkstatt aus Grube 3872. – (a Foto Firma LAND, 3872-011; b Foto A. Wegner; RBA d040235).

Die wichtigsten Fundkomplexe der Glaswerkstätten wurden an anderer Stelle vorgestellt[14]. Die Vorlage und Auswertung sämtlicher Funde stehen noch aus. Im Rahmen dieses Beitrags können die Fundgattungen jedoch im Überblick mit dem Ziel der archäologischen und naturwissenschaftlichen Charakterisierung sowie der Vorstellung des Gefäßspektrums der Kölner Werkstätten dargestellt werden. Einen Überblick über die Reste der Glaswerkstätten am Kölner Hafen zeigt die **Tabelle 1** der Grabungen und Fundgattungen.

Bei der Ausgrabung am Heumarkt, die aufgrund der größten geborgenen Menge an frühmittelalterlichen Glasresten als Referenzgrabung gilt, wurde die größte Zahl an Glasresten geborgen; sie verteilen sich recht ausgewogen auf die Gattungen. Bei der Ausgrabung mit den zweitmeisten Glasfunden, am Kurt-Hackenberg-Platz, wo nur in der Karolingerzeit Glaswerkstätten existierten, überwiegen hingegen die Glashäfen. Die Komplexe mit Glasresten in den übrigen Ausgrabungen sind den ersten beiden gegenüber gering. Jedoch stammt der besterhaltene Glashafen (ca. 2/3 Gefäß) aus einer dieser Ausgrabungen (**Abb. 4**). Die Gesamtzahl der bisher bekannten frühmittelalterlichen Glashafenfragmente am Kölner Hafen beträgt mehr als 120 und übertrifft die Zahl der römischen inzwischen bei weitem. Während die Römer die Schüsselform – u. a. des Typs Niederbieber 104/Alzey 28[15] – als Glashafen benutzten, bevorzugten die Glasmacher in der Merowingerzeit die Form des Wölbwandtopfes, die sich aus dem Typ Alzey 32/33 entwickelte (**Abb. 5**). In

Objektart	Glashäfen (Fragmente)	Rohglas/ Fabrikationsreste	Tesserae	Altglas (römisch)	Hohlgläser (vermutl. Produktionsreste)	Perlen	Flachglas	insges.
Grabung	RS/BS/WS		(blau/ grün/rot)	RS / BS/WS	RS/BS/WS	groß/ klein	insges. (RS)	
Heumarkt	6/4/14	mind. 200	72	8/10/18	89/32/138	5/72	54 (2)	**722**
Kurt-Hackenberg-Platz	15/7/64	94	2	2/2/10	17/8/60	0/05 + Kette	12 (2)	**298**
Bechergasse	1/0/2		2		1		1	**7**
Groß St. Martin	2/3 Gefäß, 5/0/3	3	1?		5/2/7	1/4	5	**37**
Am Domhof	3/0/2	2			7		1	**15**
Philharmonie			1		3			**4**
insges.	**127**	**ca. 300**	**78**	**50**	**369**	**87**	**73**	**1084**

Tab. 1 Verteilung der Glasfunde in den einzelnen Ausgrabungen am Kölner Hafen. – (Tabelle M. Dodt).



Abb. 4 Köln, Ausgrabung unter Groß St. Martin 1974-1976, Glashafen. – (Foto A. Wagner; RBA d050735_02)

der Karolingerzeit waren neben Wölbwandtöpfen oder kugel- und eiförmigen Töpfen Schüsseln mit linsenförmigem Boden und abgesetztem Rand als Glashäfen in Gebrauch. Bei allen Gefäßen handelt es sich um Formen, die im Gebrauchsgeschirr des Haushalts vorkamen[16]. Sie mussten jedoch eine Temperatur von 1200° C aushalten; ob sie dafür als »technische« Keramik aufbereitet wurden, ist nicht erkennbar. Viele Glashäfen sind während der Benutzung nach mehreren Schmelzvorgängen aufgrund von Materialschwäche zerbrochen; das Glas der Schmelze ist über den Bruch geflossen. Die meisten merowingerzeitlichen Glashäfen bestehen aus Mayener Ware[17], während in der Karolingerzeit dieser Ware eine weitere an die Seite tritt. Dass es sich bei der anderen Ware um Schmelzgefäße handelt, die im Vorgebirge hergestellt wurden,

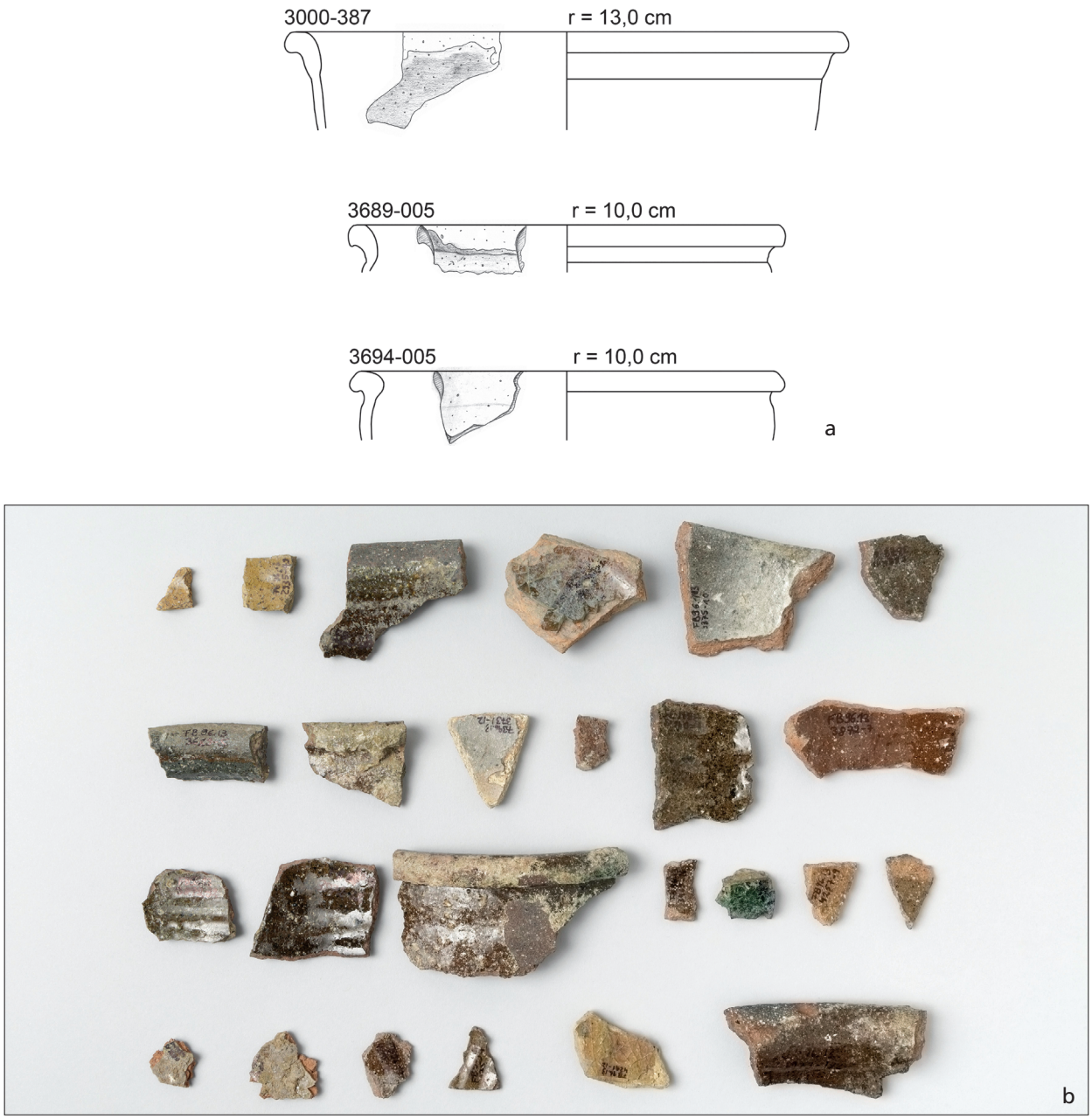


Abb. 5 Köln, Heumarkt, Ausgrabung 1996-1998, Glashafenfragmente. – (a Profilzeichnung K. Otten; b Foto A. Wegner; RBA d040237). – a M. 1:3; b o. M.

kann aufgrund der allgemeinen Verbreitung der Keramik am Kölner Hafen nur vermutet werden; der Scherben ist zu sehr sekundär gebrannt, um makroskopisch beurteilt werden zu können. Unter den Farben des Glasschmolzes in den Häfen herrschen hell-transparente Grüntöne vor: blaugrün, hellgrün, olivgrün. Sie finden sich in den Rohglas- und Glasgefäßfragmenten wieder. Opakes Glas wurde in keinem Glashafen festgestellt. Perlen aus opakem Glas wurden nicht mit Glasposten aus Häfen hergestellt, sondern durch Schmelzen und Wickeln von Glasstäben. Diese Glasstäbe müssen wiederum durch Schmelzen des »Rohglases« in Häfen hergestellt werden. In den Werkstätten am Kölner Hafen kommt auch opak-blaues oder -grünes Glas als Rohmaterial in Form von Tesserae vor. Da fast alle Tesserae am Heumarkt und nur wenige am Kurt-

Hackenberg-Platz gefunden wurden, ist eine merowingische Zeitstellung naheliegend, auch wenn sich nur ein Teil anhand von Fundkomplexen in diese Zeit datieren lässt; in karolingerzeitlichen Fundkomplexen sind sie als Streufunde aufzufassen. Damit entfällt eine Funktion als Mosaiksteine, denn in Köln gibt es keine merowingerzeitlichen Mosaiken. Frühmittelalterliche Mosaiken sind aus der Karolingerzeit in Aachen, vor allem an den Goldglasmosaiken am Gewölbe der Pfalzkapelle[18], goldene Deckenmosaiken in Köln in St. Gereon bekannt. Ob es sich bei einer hellgrün transparenten Tessera mit Goldresten, die am Kölner Hafen gefunden wurde (Heumarkt, Stelle 4277-13), um das Halbfertigprodukt einer frühmittelalterlichen Gold-Tessera handelt, ist nicht sicher. Opake Tesserae konnten zum Färben der Glasschmelze verwendet werden. Da sie dieselbe Farbe und dasselbe Volumen haben wie kleine scheibenförmige Perlen, könnten die Tesserae auch zum Herstellen derselben gedient haben. Jedoch ist die Herstellung von Perlen aus Tesserae technisch komplizierter als durch vorgefertigte, dünne Glasstäbe[19].

VORAUSSETZUNG FÜR DIE UNTERSUCHUNG DES EXPORTS: EINGRENZUNG DER GLASSIGNATUREN VON PRODUKTEN AM KÖLNER HAFEN

Das Glas in den Schmelzgefäßen weist eindeutig die chemische Zusammensetzung (Glastyp) des am Kölner Hafen verarbeiteten Glases auf. Um dieses Glas, das mit den Glastypen an den Exportorten verglichen werden soll, möglichst eng zu fassen, werden die Analysen hier zusammengestellt und im Beitrag von A. Kronz am Ende des Tagungsbandes ausgewertet. Von der Ausgrabung am Heumarkt (Fundbericht 96.13) wurde das Glas aus neun Hafenfragmenten (Proben KHa 8, 12, 29, 30, 37-39, 50 und 81), von der Ausgrabung Kurt-Hackenberg-Platz (Fundbericht 2004.001) aus acht Hafenfragmenten (Proben KHa 82-85, 88, 89, 92 und 93), von der Ausgrabung Groß St. Martin (Fundbericht 74.10) aus zwei Hafenfragmenten (Proben KHa 168 und 169) und von der Ausgrabung Bechergasse (Fundbericht 2004.023) aus einem Hafenfragment (KHa 174) analysiert. Von den insgesamt 20 Proben waren acht Proben durch die Keramik verunreinigt. Die Mehrheit (zehn) der messbaren Proben wiesen Glastyp HIMT-2, eine HIMT-1 auf. Bei der Auswertung wird zunächst nicht zwischen Merowinger- und Karolingerzeit differenziert, zumal in beiden Epochen die Hauptgruppe relativ gleichförmig repräsentiert ist[20].

Da die Glasherstellung bis zur Neuzeit aufwendig war, wurden Herstellungs- und Verarbeitungsreste sorgfältig aufgesammelt und wieder eingeschmolzen, ausgenommen solche, die auf unterschiedliche Weise verschmutzt waren. Hier werden die Proben der Glasreste, an denen auf einer Seite Lehm o. a. haftet oder die aufgrund der Form unmittelbar von Glasposten aus den Häfen (z. B. Tropfen) stammen können, zusammengestellt, da diese eindeutig aus den Werkstätten am Kölner Hafen stammen, während z. B. angeschmolzene Glasstücke auch von einem Hausbrand stammen könnten: Proben KHa 25, 28 und 71 von der Grabung Heumarkt, KHa 100 und 105 vom Kurt-Hackenberg-Platz. Die Analyse der fünf Proben ergab dreimal HIMT-2 und zweimal HIMT-1. Zum Abfall, der in der Werkstatt entsteht, gehören die Pfeifenabschläge und Glaskappen, die gleichzeitig eindeutige Hinweise auf die Herstellung von Glasgefäßen am frühmittelalterlichen Hafen Kölns bieten. Es wurde jedoch nur die Probe von einem Pfeifenabschlag (KHa 167) analysiert, die ein nicht weiter interpretierbares, sehr heterogenes Glas mit hohen Aluminiumgehalten und Holzascheanteilen ergab.[21].

Auch die homogenen Tesserae aus opak-blauem oder -grünem Glas können als Rohmaterial angesehen werden. Alle fünf Analysen an Tesserae vom Kölner Hafen (Proben KHa 22, 54, 55, 63, 64) ergaben HIMT-2; die Glassignaturen der Proben KHa 54, 55 und 64 kommen jedoch dem spätrömischen mit Mangan und Antimon entfärbten (»Roman-SbMn«) Glas sehr nahe[22]. Die transparent-hellgrüne Tessera mit Resten einer

Vergoldung (Probe KHa 79) hat die Signatur von römisch-»farblosem« Glas. Für mittelalterliche Goldglastesserae können auch römische Glastypen als Träger verwendet worden sein. Um herauszufinden, ob die Tesserae von römischen Mosaiken stammen, wurden Vergleichsanalysen von Glastesserae aus Mosaiken der Trierer Barbarathermen durchgeführt[23] (Proben KHa 180 und 181). Die Analysen ergaben römisch-»farbloses« Glas (»Roman-SbMn«). Sowohl die Trierer, wie auch die Kölner Tesserae besitzen Merkmale, die auf einen hohen Anteil rezyklierten Glases schließen lassen. In der Tendenz spiegelt der Chemismus der meisten Kölner Tesserae eine jüngere nachrömische Herstellung wider.

PRODUKTE DER KÖLNER GLASWERKSTÄTTEN

Nicht nur bezüglich der Anzahl der Glashäfen, sondern auch bezüglich des Nachweises des in Köln hergestellten Spektrums der Glasgefäße lassen sich die frühmittelalterlichen Glaswerkstätten Kölns besser als die römischen charakterisieren. Unsere Kenntnis des römischen Formenspektrums in Köln basiert im Wesentlichen auf den Kölner Grabfunden[24]. Für die Merowingerzeit lässt sich unsere Kenntnis des Produktionsspektrums aus den Glaswerkstätten durch die Gläser aus den Gräbern unter dem Dom und der St. Severinskirche, den Gräberfeldern von Köln-Junkersdorf und Köln-Müngersdorf[25] sowie Verbreitungskarten mit Konzentrationen am Rhein annehmen (s. u.).
Als Produktionsreste von Gefäßen der Glaswerkstätten können zur Unterscheidung von Altglas die zusammen mit den Glashäfen und Fabrikationsresten gefundenen Gefäßstücke, die bei der Arbeit in der Werkstatt dem Aufsammeln entgangen waren, angesehen werden, wenn sie aus der gleichen Zeit wie die anderen Funde derselben Komplexe[26] stammen, besonders wenn es dort mehrere Glasgefäße derselben Form gibt. Als Altglas wird generell römisches Glas in frühmittelalterlichen Fundkontexten und merowingisches Glas in karolingischen Fundkomplexen angesehen. Flachglas, das in der Regel Fensterglas bildete, kann nur durch frühmittelalterliche Fundzusammenhänge datiert, jedoch aufgrund fehlender genauerer Datierungskriterien nicht weiter in Produktionsreste und Altglas differenziert werden. Auch naturwissenschaftliche Analysen sind nicht scharf genug, um eine entsprechende Differenzierung zu erhalten; sie tragen lediglich zu einer groben Differenzierung bei. Die Analysen helfen jedoch, die Zuordnung der Produktionsreste von Glasgefäßen zu überprüfen[27].
In der Nordostecke der Ausgrabung Heumarkt gab es eine besonders starke Konzentration von etwa 70 Glasfunden in einem ehemaligen römischen Hypokaustum (Stellen 4266-4268), die in die zweite Hälfte des 5. bis erste Hälfte des 6. Jahrhunderts datiert werden können (**Abb. 6**)[28]. Fabrikationsreste in Form von Glasschmolz, Glasbruch, der wieder eingeschmolzen werden sollte, und ein dickes Stück »Rohglas« mit anhaftendem Lehm sowie eine größere Zahl genannter opak-blauer und -türkisgrüner Tesserae bilden die Indizien für die Herkunft der Glasreste aus einer Glaswerkstatt. Besondere Reste dieser Glaswerkstatt bilden zwei große, wirtelförmige Perlen mit Wirbelmuster[29] und mehrere kleine, scheibenförmige, opakblaue oder -türkisgrüne Perlen, die teilweise als Halbfertigprodukte eindeutige Merkmale der Produktion vor Ort tragen[30]; aufgrund der gleichen Verzierung kann aus dem Fundkomplex auch eine zylinderförmige Perle dem Produktionsspektrum angeschlossen werden. Aus diesem Fundkomplex stammen an Glasgefäßen Fragmente von Glockenbechern[31], einfachen Spitzbechern mit aufgelegter Fadenspirale unter dem Rand und schrägen Wandriefen[32], große Spitzbecher mit aufgelegtem Schlaufendekor (Typ Kempston) in gleicher Glasfarbe[33], Schalen mit bauchiger Wandung und eingeschmolzener, opak-weißer Fadenverzierung unter dem Rand[34] oder mit »Federmuster«[35]. Überprüft wurde die Vermutung der Zugehörigkeit der Produkte dieses Fundkomplexes zu einer frühmittelalterlichen Werkstatt Kölns wieder mit Hilfe der (chemischen) Analysen (Proben KHa 62-77)[36]. Sämtliche Glasreste weisen den Hauptglastyp HIMT-2 der



Abb. 6 Köln, Heumarkt, Ausgrabung 1996-1998, Funde aus Stellen 4266-4268 mit Perlen. – (Foto A. Wegner; RBA d040238; RBA d039150)

frühmittelalterlichen Werkstätten des Kölner Hafens auf. Die Analysen bestätigen die formtypologische Datierung der frühmittelalterlichen Gefäße. Es handelt sich nicht um das ältere (reinere) römische entfärbte Glas. Vielmehr ist diese HIMT-2 Variante im Vergleich mit den Literaturdaten erst etwa ab dem 6. Jahrhundert zu beobachten.

Während aus den fränkischen Grubenhäusern I und VI der ersten Hälfte des 5. Jahrhundert keine Fabrikationsreste stammen, gibt es in den Grubenhäusern III bis V, die sich allgemein in das 5. Jahrhundert oder genauer in die zweite Hälfte des 5. Jahrhunderts datieren lassen, deutliche Hinweise auf Glasproduktion in Form von »Rohglas« und zerstampftem Glas, das eingeschmolzen werden sollte[37]. Die Produkte entsprechen denen des Fundkomplexes aus dem Hypokaustum 4266: Glasschalen, (möglicherweise ein Rüssel-)Becher, Perlen und Tesserae sowie Glasschmolz. Die Analysen ergaben neben HIMT-2 (Proben KHa 52, 54-56) auch die Glastypen HIMT-1 (KHa 51) und ein bereits rezykliertes Levantine-1 (KHa 53); Glas dieser beiden Typen wurde am frühmittelalterlichen Hafen Kölns auch verarbeitet, jedoch in deutlich geringerer Menge als HIMT-2. In diesen frühmerowingischen Grubenhäusern sowie in der etwas späteren (erste Hälfte des 6. Jahrhunderts) Grube im südöstlichen Bereich des Heumarkts (3871) kommen noch Reste von römischem Altglas in Form von Henkeln kleiner Kännchen vor. Weitere Glashüttenreste, die in Grube 3871



Abb. 7 Köln, Heumarkt, Ausgrabung 1996-1998, Funde aus Grubenhaus VII und Arbeitsbereich 3671. – (Foto A. Wegner; RBA d040708).

gefunden wurden, sind zwei Glashäfen, zwei optisch geblasene Spitzbecher, zwei Tesserae, eine scheibenförmige Perle und ein Flachglasfragment, das angesichts des mitgefundenen Glashenkels auch römisches Altglas sein könnte. Die Analyse an einem Spitzbecher (Probe KHa 32) aus der Grube ergab HIMT-2. Eine weitere Bestätigung der Produktion von Glockenbechern und Glasschalen mit opakem Rand liefert die Grube 3872, die Ofenreste und Glashäfen enthielt (s. o.); die Gefäße sowie ein Glasfaden (Proben KHa 34-36) weisen den chemischen Glastyp HIMT-2 auf. Die hier genannten Glasgefäße, Perlen und Tesserae aus dem aufgegebenen Hypokaustraum, den Grubenhäusern III bis VI und den Gruben 3871 und 3872 stammen sicher aus merowingerzeitlichen Glaswerkstätten. Noch etwas später – d. h. in die zweite Hälfte des 6. bis zum frühen 7. Jahrhundert – ist die Verfüllung des jüngsten Grubenhauses VII der Ausgrabung Heumarkt (**Abb. 7**) zu datieren, in der ein Ofenrest, zwei Glashafenfragmente, Schmelzreste, eine Tessera und Perlen, jedoch keine Gefäßreste geborgen wurden; Reste von Sturzbechern (Form B), Tummlern und kugeligen Gefäßen, die von der Produktion stammen könnten, sowie je ein Fragment eines Spitzbechers mit Schlaufenverzierung (Typ Kempston) und eines konischen Bechers, die eher als Altglas dort verarbeitet wurden[38], lagen in unmittelbarer Nähe des Grubenhauses VII in Arbeitsbereich 3671, erfüllen hier jedoch nicht die Kriterien von sicheren Funden einer Glaswerkstatt[39]. Das Gleiche gilt für den in die Mitte bis zum Ende des 6. Jahrhunderts datierten Fundkomplex aus Grube 4200 mit zwei opak-grünen Tesserae, einem Sturzbecher der Form D, einer geschweift-schrägwandigen Schale und einer weiteren Schale. Die chemische Analyse der schrägwandigen Schale (Probe KHa 57) ergab ein recht reines Glas des Typs HIMT-2, zwar ohne nennenswerte Altglasanteile, jedoch mit erhöhten Holzascheanteilen. In der vermutlich karolingischen Hausstelle 3542/3672 sind Fundkomplexe mit merowingerzeitlichen Glasfragmenten geborgen worden, zu denen auch zwei Glashäfen gehören. Weitere Funde aus dem Hausbereich wie ein Fläschchen mit blauem Fadendekor, ein Becher oder eine Schale und ein Sturzbecher gehören möglicherweise in dieselbe Zeit. Die chemischen Analysen des Fläschchens (KHa 23a/b) sind noch dem römischen farblosen Glas zuzuordnen (Roman-SbMn), der Becher und eines der Glashafenfragmente (Proben 24 und 29) gehören zum Typ HIMT-

2. Die eindeutige Verwendung von Altglas an dieser Stelle belegt ein römisches Flachglasfragment mit rauer Unterseite. Ein Fundkomplex mit mehreren Glasfragmenten aus Graben 3836 wird hier angefügt, obwohl er nicht durch Fabrikationsreste (Ofen-, Glashafenfragmente, Glasschmolz) charakterisiert ist, sondern eine feste Datierung in das letzte Drittel des 6. Jahrhunderts durch einen Triens[40], sowie durch ^{14}C-Analyse[41] und durch Keramik[42] aufweist. Der Fundkomplex gleicht mit seiner höheren Anzahl an Glasfragmenten den Fundkomplexen mit Fabrikationsresten: zwei Glasschalen, eine mehrfarbige und eine opak-gelbe Perle sowie zwei Glasgefäßen von 3-4 mm Stärke; da das Trennmittel in der mehrfarbigen Perle nicht ausgefeilt war, ist diese als Produkt der Glaswerkstätten des Kölner Hafens anzusehen. Die chemische Analyse eines der Flachgläser (Probe KHa 31) ergab den Glastyp Levantine-1 (s. u.).

Wir können hier das sichere Produktionsspektrum der Werkstätten in der Merowingerzeit festhalten: große wirtelförmige und zylinderförmige Perlen mit Wirbelmuster, kleine einfarbige, scheibenförmige Perlen, opak-blaue und -grüne Tesserae, Schalen mit Federmuster oder mit einfacher weißer Fadenverzierung unter dem Rand, Glockenbecher, optisch geblasene Spitzbecher und große Spitzbecher mit Schlaufendekor (Typ Kempston). Aufgrund gleicher Verzierungen können auch unterschiedliche Glasprodukte der Herstellung in Köln zugewiesen werden, wie dies bei den wirtelförmigen und den zylindrischen Perlen mit Wirbel- und den Glasschalen mit Federdekor zu beobachten ist. Da Spitzbecher mit Schlaufendekor in Köln hergestellt wurden, gehörten wahrscheinlich auch Glasschalen mit Schlaufendekor[43] zum Produktionsspektrum; bestätigt wird die Vermutung durch die chemische Analyse (Probe KHa 17)[44]. Die Herstellung von Rüsselbechern[45] am Kölner Hafen ist nicht auszuschließen, auch wenn nur ein Rüsselende in karolingisch verlagertem Material geborgen wurde. Fragmente von Becherfüßen oder von ausbiegenden Gefäßrändern mit Fadendekor können von Rüsselbechern stammen; sie sind jedoch den Glockenbechern oder Spitzbechern ähnlich. Bemerkenswert sind auch frühmerowingische Glasformen, die nicht am Kölner Hafen vorkommen, wie Spitzbecher mit Arkadenverzierung (Typ Haillot-Hammelburg)[46] und Schalen mit Bodenrosette[47]. Die Herstellung dieser und anderer Gefäße weist nach den Verbreitungskarten auf eine Produktion in den Glaswerkstätten in Huy an der Maas hin (s. u.); andererseits waren diese Werkstätten nach bisherigem Forschungsstand nur im 6. und 7. Jahrhundert tätig, während der Spitzbecher, der aus dem römischen konischen Becher entwickelt wird, bereits in der zweiten Hälfte des 5. Jahrhunderts vorkommt. Die Herstellung von Sturzbechern, die nur mit wenigen Fragmenten in merowingerzeitlichen Fundkomplexen in der frühmittelalterlichen Hafensiedlung Kölns vorkommen, ist nicht eindeutig entsprechend den genannten Kriterien zu belegen, jedoch wahrscheinlich, da sie in größeren Zahlen bei den Ausgrabungen der Gräberfelder von Köln-Junkersdorf und -Müngersdorf[48] geborgen wurden. In Junkersdorf machen die Sturzbecher sogar fast die Hälfte aller Glasgefäße aus. In beiden Gräberfeldern sind die Bestattungen mit Glasbeigaben jedoch nicht so früh (Abb. 8) wie die in der Kölner Hafensiedlung am deutlichsten erkennbare Glasproduktion. Diese ist wiederum in Krefeld-Gellep[49] und in Bonn-Schwarzrheindorf[50] stärker vertreten. Das spärliche Vorkommen von Sturzbechern in der Hafensiedlung von Köln steht wahrscheinlich mit der Erhaltung in Zusammenhang. Möglich ist auch, dass in der mittleren Merowingerzeit das Bruchglas sorgfältiger aufgesammelt wurde als in der frühen. Von Tummlern wurden mehrere Stücke – mit eingerolltem oder nach außen umgelegtem Rand – geborgen, jedoch nicht im eindeutigen Zusammenhang mit gleichzeitigen Produktionsindikatoren. Bei einem Tummlerfragment mit Kreuzmuster und vertikalen Rippen handelt es sich aufgrund von Gebrauchsspuren (Kratzer) um Altglas[51]. Die Analysen von Kölner Sturzbechern und Tummlern sowie später Schalen stützen sich vor allem auf die Glasgefäße aus dem Gräberfeld von Köln-Junkersdorf (Proben KHa 194, 197-199), die sämtlich den Glastyp HIMT-2 aufweisen. Am frühmittelalterlichen Hafen Kölns überwiegen die Befunde der Glasproduktion und das Produktionsspektrum der Glasgefäße in der zweiten Hälfte des 5. und der ersten Hälfte des 6. Jahrhunderts[52]. Erst an zweiter Stelle finden sich die Sturzbecher und Tummler des 6. und 7. Jahrhunderts. Perlen kommen in geringerer Zahl vor, während sie z. B. an der Nord-

see und Ostsee in großer Zahl hergestellt (und gefunden) wurden[53]. Da zwei Perlentypen deutliche Anzeichen für eine Produktion aufweisen und der chemische Typ (HIMT-2) weiterer analysierter Perlen diesen und anderen Gläsern gleicht (Proben KHa 3, 33, 67, 72, 74, 75), ist eine Perlenherstellung in geringerem Umfang am Kölner Hafen sicher. Glasproben wurden allerdings von weitgehend monochromen, opaken oder transparenten Perlen angefertigt, deren Farben dem »Rohglas« oder Glasschmolz entspricht, da bei polychromen Perlen der Grad der Verunreinigung höher ist, und diese Perlen sich daher nicht gut mit dem in den Werkstätten am Kölner Hafen verarbeiteten Glas vergleichen lassen. Flachglas, das in der Regel der Verglasung von Fenstern gedient haben wird, wurde auch in merowingerzeitlichen Fundkomplexen (Graben 3826 mit Triens [Probe KHa 31] und Hypokaustum 4622 [KHa 76]) geborgen, und weist dort die am Kölner Hafen verarbeiteten chemischen Glastypen HIMT-2 und ein frühes Levantine-1 auf, letzteres eher noch aus spätrömischer Produktion.

Glockentummler mit eingerolltem Rand und Trichterbecher bilden die Hauptglasformen der Karolingerzeit, die auch in den Werkstätten des Kölner Hafens hergestellt wurden, jedoch nur die einfachen Formen. Zahlreiche Beispiele für verschieden dekorierte Trichterbecher – mit farbigem Mündungsstreifen, mit Fadendekor oder Goldauflage – und solche mit horizontalem, hohlem Wulst in der Gefäßmitte lieferten die Ausgrabungen im karolingerzeitlichen Handelszentrum Dorestad, über das auch die Kölner Produkte zu den Strandhäfen und Handelsplätzen in die Nordsee verschifft wurden. Fragmente von Trichterbechern mit farbigem Mündungsstreifen und von Gefäßen mit Reticellaverzierung wurden zwar auch am Kölner Hafen gefunden, können jedoch nicht mit der Produktion in Verbindung gebracht werden, ebensowenig wie Trichterbecher mit Wulst.

An die vorgestellten geschlossenen Befunde können weitere, nicht geschlossene Fundkomplexe angefügt werden, die jedoch keine engen Datierungen gewährleisten und das Produktionsspektrum nicht so scharf erkennen lassen. Die chemischen Analysen bieten die Voraussetzung, die Übereinstimmung des Produktionsspektrums mit den vorgestellten Fundkomplexen zu überprüfen. In diesem Beitrag möchte ich mich auf die geschlossenen und gut datieren Produktionsreste beschränken, die als Grundlage für die chemische Bestimmung von weniger sicheren Werkstattresten und von exportierten Gefäßen oder Glasbruch zur Weiterverarbeitung dienen können.

WEITERE FRÜHMITTELALTERLICHE ZENTREN DER GLASHERSTELLUNG IM RHEIN-MAAS-GEBIET

Lange wurde für Gläser an verschiedenen Fundplätzen des frühen Mittelalters Köln als Herstellungsort angenommen, z. B. für Glasfunde in Krefeld-Gellep, an der Nord- und Ostsee oder am Hellweg[54]. Bevor der Nachweis aufgrund der Ausgrabungen der letzten 25 Jahre – am Kölner Heumarkt 1996-1998 und am Kurt-Hackenberg-Platz 2004-2007 – sowie die Untersuchungen des DFG-Projektes erbracht werden konnten, hatten die Reste von Glaswerkstätten auf der Kordeler Hochmark bei Trier als einzig sicheres Herstellungszentrum für frühmittelalterliche Glasgefäße gegolten[55]. Inzwischen wurde jedoch durch L. Clemens und P. Steppuhn der Nachweis erbracht, dass die dortige Glashütte nicht im frühen, sondern im hohen Mittelalter arbeitete[56]. Trier selber weist vor allem zur Zeit der spätrömischen Kaiserresidenz Glashütten auf, die innerhalb des Töpfereibezirks lagen. Es gibt Hinweise, dass diese Glashütten im frühen Mittelalter fortgesetzt wurden, während sie sich entlang des Moselufers nach Norden erstreckten. Auf dem Gelände der Barbarathermen wurden Glashäfen gefunden, die sich aufgrund der Siedlungsabfolge sowie der Glaschemie dem frühen Mittelalter zuweisen lassen[57]. In einem Gefäß fanden sich angeschmolzene rote Mosaiksteine.



Abb. 8 Köln-Junkersdorf, Gläser aus merowingerzeitlichen Gräbern. – (Foto A. Wegner; RBA d039148).

Zwei weitere frühmittelalterliche Glashütten sind in Huy an der Maas[58] und Hasselsweiler bei Jülich[59] nachgewiesen (Abb. 9). Während die Glaswerkstätten am Kölner Hafen das gesamte frühe Mittelalter hindurch arbeiteten, d. h. von der zweiten Hälfte des 5. bis zur Mitte des 10. Jahrhunderts, produzierte die Hütte in Hasselsweiler nur in der zweiten Hälfte des 5. und im frühen 6. Jahrhundert und die Hütte in Huy vom späten 5. bis zum 7. Jahrhundert. Die bisherigen Publikationen zu Hasselsweiler konzentrieren sich auf die Einordnung und die Analyse des dort verarbeiteten Glases, deren Vergleich mit den Analysen der frühmittelalterlichen Hafensiedlung von Köln nun zeigt, dass sich die Glassignaturen beider Hütten nicht voneinander unterscheiden lassen. Es bestätigt sich damit eine gleichartige und -zeitige Entwicklung in der Glaschemie zwischen der spätrömischen im Hambacher Forst[60] und der karolingerzeitlichen in Haithabu[61] wie in Köln. Vielleicht liegt auch ein Technologie- und Wissenstransfer in der zweiten Hälfte des 5. Jahrhunderts vor, d. h. möglicherweise ist ein Glashandwerker 50 km nach Westen gezogen und hat dort eine Werkstatt errichtet[62]. Gegenüber Hasselsweiler waren die Glashütten am Kölner Hafen für den Export über den Rhein im Vorteil. Einen vergleichbaren Vorteil hatte Huy mit der Lage an der Maas. In dem Zentrum der Glasgefäßherstellung in Huy sind zwei größere Glaswerkstätten auf der rechten Maasseite (rue Sous-le-Château/place Saint Jacques und place Saint-Severin) und Spuren von weiteren Glaswerkstätten auf der linken Maasseite (Aux Ruelles, Saint Victor und Saint Hilaire) bekannt[63]. Wie in Köln hatten sich in Huy im frühen Mittelalter neben den Glaswerkstätten auch andere Handwerksbetriebe angesiedelt, u. a. Eisenschmiede, Buntmetallwerkstätten und Töpfereien. Die Glaswerkstätten stellten nach bisherigem Forschungsstand Spitzbecher, Sturzbecher mit runden und spitzen Böden, Tummler mit formverzierten Böden und Schalen mit opaker Fadenverzierung her.

Handel mit Kölner Glasprodukten im frühen Mittelalter

Eine bedeutende Gruppe von Abnehmern für die Produkte der Glaswerkstätten am Kölner Hafen bildeten sicherlich die in der nächsten Nähe Ansässigen. Wahrscheinlich haben sie die Glasgefäße unmittelbar von

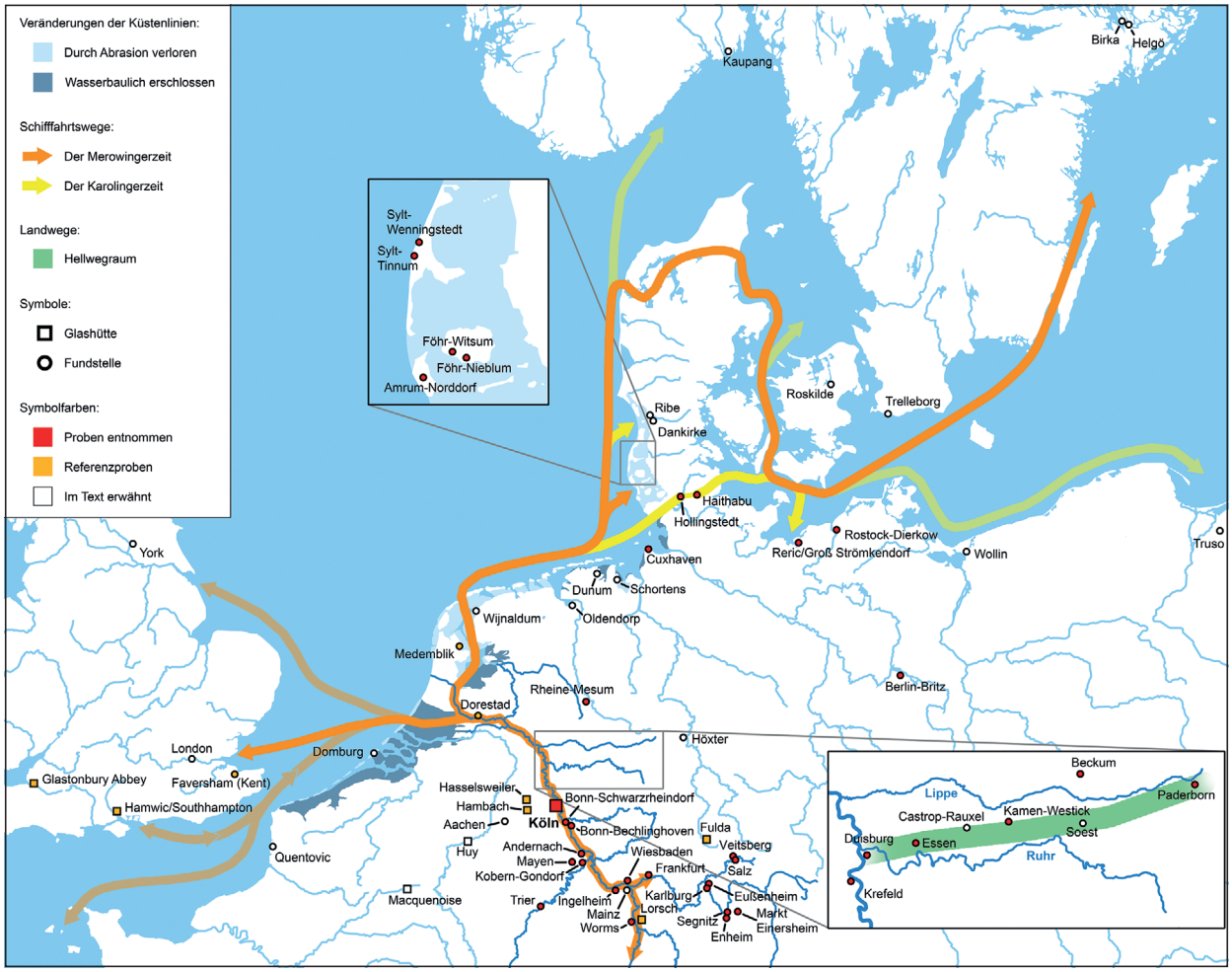


Abb. 9 Glashütten des frühen Mittelalters im Rhein-Mosel-Maas-Gebiet. – (Karte K. Otten).

den Glaswerkstätten erworben; diese Art der Erwerbung ist damit nicht über einen geregelten Export-Handel erfolgt. Wegen der großen Nähe zur Produktionsstätte ist der Vergleich des Formenspektrums von Gräberfeld und Glashütten sinnvoll. Eine relativ große Anzahl an Glasgefäßen wurde in dem vollständig ausgegrabenen Gräberfeld von Junkersdorf gefunden (**Abb. 8**)[64]. Die Gläser weichen von dem genannten zeitlichen Produktionsschwerpunkt am Kölner Hafen (s. o.) ab, d. h. frühmerowingische Glasgefäße sind nur in geringer Zahl vertreten. Die größte Anzahl an Glasgefäßen bilden die Sturzbecher. Schließlich kommen auch zwei kugelige oder beutelförmige Becher vor, die sicherlich nicht in Köln hergestellt wurden, sondern für deren Form eine angelsächsische Herkunft angenommen wird[65]. Alle vier analysierten Glasgefäße (Proben KHa 196-199) – auch der beutelförmige Becher (Probe KHa 196) – weisen den Kölner Haupttyp HIMT-2 auf[66]. Bessere formtypologische Parallelen mit der frühmerowingischen Produktion am Kölner Hafen bieten die Glasgefäße aus dem Gräberfeld von Bonn-Schwarzrheindorf, das noch in einer gewissen Nähe zum Kölner Hafen liegt: Schalen mit Federmuster, Schalen mit Fadenzone und große Spitzbecher von Typ Kempston. Da die Analyse durch die Elektronen-Mikrosonde zwar zuverlässig, aber nicht zerstörungsfrei ist, konnten von den in der Publikation von Schwarzrheindorf abgebildeten Glasgefäßen im Römisch-Germanischen Zentralmuseum in Mainz keine Proben[67] genommen werden, jedoch von zwei zerscherbten Sturzbechern im Landesmuseum in Bonn (Proben KHa 253-254), die wieder den Glastyp HIMT-2 zeigten. Die Glasgefäße, die in der frühmittelalterlichen Siedlung von Mayen gefunden wurden, sind dort ebenfalls nicht über den

Export-Handel hingelangt. Die Töpfer von Mayen belieferten in der Merowingerzeit die Glashütten am Kölner Hafen mit keramischen Schmelzgefäßen (Glashäfen, s. o.) und erwarben quasi im Gegenzug Glasgefäße: Glockenbecher, Spitzbecher, Schalen, Tummler und Glockentummler[68]. Eine eigene Glashütte, wie im Töpfereibezirk in Trier, hat sich hier nicht angesiedelt.

DER EXPORT DES KÖLNER GLASES IM FRÜHEN MITTELALTER

Die wichtigste Exportroute für die Glasprodukte Kölns bildete im frühen Mittelalter der Rhein. Dementsprechend werden vor allem die Fundorte an diesem, d. h. an den Wasserwegen Main, Mosel, Nordsee- und Ostseeküsten archäologisch untersucht und mit naturwissenschaftlichen Analysen überprüft[69] (**Abb. 9**). Bei den infrage kommenden Absatzplätzen der frühmittelalterlichen (Kölner) Glasprodukte handelt es sich 1.) um Orte mit Häfen, z. B. die karolingerzeitlichen Handelszentren Dorestad, Ribe und Haithabu, über die das Glas weiter in die Umgebung verhandelt wurde, 2.) um Herrschaftszentren an Wasserstraßen, d. h. die karolingischen Pfalzen Ingelheim, Frankfurt u. a.[70] und 3.) um Orte, bei denen auch andere Waren aus der Umgebung Kölns bekannt sind, u. a. Mühlsteine aus Mayener Basaltlava[71], Keramikgefäße aus dem Vorgebirge[72], wodurch der zeitliche Rahmen bekannt ist. Bevorzugt werden Glasfunde aus Siedlungen berücksichtigt, obwohl es mehr und besser erhaltene Glasgefäße in Gräberfeldern gibt und diese durchaus auch zu Rückschlüssen auf den Glashandel führen können[73], jedoch lässt sich das Spektrum der Glasfunde in Siedlungen besser mit dem der Glaswerkstätten am Kölner Hafen sowie zwischen Merowinger- und Karolingerzeit vergleichen, da die Sitte der Grabbeigaben in der Karolingerzeit aufhört.

Der Export nach Osten über den Hellweg

Der Hellweg bildet als Landweg eine Ausnahme. Ausgangspunkt für diesen Handelsweg (von Köln rheinabwärts) bildete zuerst das (spät-)römische Kastell Krefeld-Gellep (Gelduba), das über einen Hafen verfügte[74], später die Hafensiedlung Duisburg (Dispargum)[75]. Gelduba lag nicht nur durch seinen Hafen am Rhein an einer nordsüdlichen Handelsroute, sondern auch an einer westöstlichen Handelsstraße, die von westlich des Rheins über eine Furt zwischen Gelduba und Duisburg-Serm östlich des Rheins den Anschluss an den Hellweg findet. Noch in der ersten Hälfte des 4. Jahrhunderts war der Vicus von Gelduba möglicherweise eine Handelsbasis für den Hellwegraum, wie Ch. Reichmann im Vergleich mit den Münzspektren in den germanischen Siedlungen von Castrop-Rauxel (Zeche Erin), Kamen-Westick und Soest-Ardey vermutet; in der zweiten Hälfte des 4. Jahrhunderts sei dann eine fränkische Föderateneinheit als Grenzsicherung im Vorland stationiert worden – möglicherweise war damit Dispargum-Duisburg gemeint[76], das schließlich die Funktion einer Handelsbasis am Rhein als Kopfstation des Hellwegs übernahm, als der Hafen von Gelduba vollständig verlandet war. Beim Kastell Gelduba wurden zahlreiche Gläser in den Gräbern der Kastellbesatzung und der Bevölkerung der Zivilsiedlungen gefunden[77]. Die Verwendung als Gebrauchsgegenstand und die Beigabe von Gläsern in Gräbern werden über die Föderatenzeit im 4. und 5. Jahrhundert bis in die Merowingerzeit, als in dem ehemaligen Kastell ein fränkischer Adliger residierte, fortgesetzt[78]. Das fränkische Typenspektrum weist niedrige Becher (Gellep Typen 225, 236-237 und 337), Glockenbecher (Gellep Typen 226 und 335), kleine Flaschen (Gellep Typen 227-228), Rüsselbecher (Gellep Typen 229, 307, 336), Spitzbecher (Gellep Typen 230-232 und 308), Sturzbecher (Gellep Typen 233-235), tiefe Schalen (Gellep Typen 239-310), Spitzbecher des Typs Kempston (Gellep Typ 309), Trinkhörner (Gellep Typ 311), kugelige Becher (Gellep Typen 338-339) und Tummler (Gellep Typ 340) auf. Außer in den Gräber-

feldern wurden bei Ausgrabungen im (ehemaligen) Kastell Fragmente von fränkischen Glasgefäßen gefunden. Wie für die römischen Gläser wird für die frühmittelalterlichen Gläser von Ch. Reichmann über die typologischen Gemeinsamkeiten eine Herkunft der Gefäße aus Köln und eine Belieferung über die beiden Häfen vermutet [79]. Die Glas-Analysen zeigen jedoch innerhalb des Typs HIMT-2, wie für die Gesamtheit der frühmittelalterlichen Kölner Gläser eine große Streuung der Zusammensetzung, was zu einer grundsätzlichen Übereinstimmung, aber keiner eindeutigeren Zuweisung führt. Auch in Duisburg lassen sich Importe, darunter Glasgefäße, bereits in der ersten Hälfte des 5. Jahrhunderts nachweisen. In der Hafensiedlung an der Ruhrmündung wurden Spitzbecher des Typs Kempston, in der Siedlung von Duisburg-Bruckhausen Glockenbecher und Sturzbecher und in den Gräberfeldern der umliegenden Ortschaften Meiderich, Alsum und Walsum Glockenbecher, Spitzbecher, Sturzbecher und Tummler gefunden [80]. Einige der germanischen Siedlungen am Hellweg, die in spätrömischer Zeit existierten (z. B. Kamen-Westick, Castrop-Rauxel und Essen-Burgaltendorf), wurden offensichtlich über den Einbruch des Münzgeldes in der Mitte des 4. Jahrhunderts hinaus bis zum Ende des 5. Jahrhunderts mit Glasgefäßen beliefert. Dann gibt es offensichtlich einen Einbruch beim Glas-Import wie vorher beim Münzgeld, während die Siedlung weiter existiert, wie Keramikfunde zeigen [81]. Die größte Anzahl an Glasgefäßen wurde bei Ausgrabungen zwischen 1926 und 1935 in der germanischen Siedlung in Kamen-Westick geborgen [82]; an frühmittelalterlichen Glasgefäßen sind es dort Rüsselbecher, Spitzbecher mit schräger Riefelung (Gellep Typ 231-232), Spitzbecher mit Arkadenmuster (Typ Hammelburg), Kugelbecher, Schalen mit weißem Fadendekor und Schalen mit aufgelegtem Faden- und Schlaufendekor (Typ Irlmauth) [83]. In dieselbe Zeit fallen auch die Glasfragmente aus der Grabung in einer weiteren germanischen Siedlung am Hellweg auf dem Gelände der Zeche Erin in Castrop-Rauxel [84]; an frühmittelalterlichen Glasgefäßen sind es dort Glocken- oder Rüsselbecher, kugelige Becher mit horizontalem Fadendekor, Schalen mit aufgelegtem Faden- und Schlaufendekor (Typ Irlmauth) und Spitzbecher mit Schlaufendekor (Typ Kempston) [85]. Am östlichen Ende der untersuchten Strecke des Hellwegs bei Paderborn wurden in der Siedlung bei Balhorn als auch in der Innenstadt, die aus der im Jahre 796 errichteten Pfalz entstanden ist, Glasgefäße der frühen und mittleren Merowingerzeit sowie Trichterbecher gefunden [86]. Der Fundplatz Pfalz Paderborn ist bezüglich des Glases und der Frage nach der Herkunft von den Werkstätten am Kölner Hafen mit der Abtei (Essen-)Werden zu vergleichen, die ebenfalls eine karolingische Gründung ist und in deren Teich Fragmente von Trichterbechern und eines Glashafens gefunden wurden [87].

Das Ergebnis der Auswertung der Analysen von frühmittelalterlichen Gläsern im Hellwegraum zeigt außer für die Rüsselbecher (s. Beitrag Kronz) kaum Übereinstimmungen mit dem Glas aus den Werkstätten am Kölner Hafen. Offensichtlich bezog dieser Raum seine Gläser in der Merowingerzeit von anderen Werkstätten. Für die Karolingerzeit gilt dies noch mehr, zumal hier wie in den Häfen an der Ostsee [88] eine immer stärkere Verwendung des neuen Holzascheglases festzustellen ist [89]. Für die Umgebung von Duisburg ist allerdings für die Merowingerzeit durchaus eine Belieferung mit Glas vom Kölner Hafen nachweisbar; gleichzeitig wurden die Einwohner mit Glasgefäßen anderer Werkstätten beliefert. Viel weiter östlich des Hellwegs, in Berlin-Britz, wurde eine Glasschale in einem Grab der Zeit um 500 gefunden, deren Ähnlichkeit mit Produktionsresten vom Kölner Hafen und deren chemischer Signatur eine Herkunft aus Köln nahelegen [90]. Andererseits ist bei diesem Einzelfund ein regelrechter Export dorthin zweifelhaft.

Der Export rhein- und mainaufwärts

Rhein- und mainaufwärts stehen für die Überprüfung des Kölner Exports in der Merowingerzeit vor allem Grabfunde zu Verfügung. Da dort auch eine größere Zahl von fragmentierten Gläsern geborgen wurde,

ließen sich chemische Analysen durchführen. Die analysierten Gläser stammen aus dem Moselmündungsgebiet (Kobern und Andernach), aus Worms, aus der Region zwischen Wiesbaden und Frankfurt sowie aus Unterfranken (Enheim, Segnitz, Markt Einersheim und Eußenheim)[91]. Für die Untersuchung von Gläsern der Karolingerzeit schienen die an dieser Route liegenden Pfalzen Ingelheim, Frankfurt, Karlburg und Salz wie die Pfalz Paderborn (s. o.) vielversprechend; die Pfalzen Karlburg und Salz gehören zudem zur Forschung der Projektgruppe »Binnenhäfen« im SPP 1630[92]. Jedoch zeigte sich, dass die in den Pfalzen gefundenen Glasgefäße überwiegend aus merowingerzeitlichen Vorgängersiedlungen stammen, während karolingerzeitlich datiertes Glas als Flachglas vorliegt, das sicher nicht am Kölner Hafen hergestellt wurde. In Ingelheim wurden aus der Vorgängersiedlung innerhalb der Pfalz Fragmente von Sturzbechern und Tummlern geborgen, die denen des naheliegenden Gräberfeldes entsprechen[93]. Bei einem Gefäßrand wäre eine Deutung als Trichterbecher möglich, aufgrund der geringfügigen Erhaltung jedoch nicht sicher; es könnte sich auch um eine Schale handeln. Alle Proben (KHa 184-187) weisen den Glastyp HIMT-2 auf. Die Glassignatur des Tummlers (KHa 184) liegt in der Nähe von Tummlern aus Köln und aus Frankfurt (Niedererlenbach KHa 239)[94]. Ein weiterer Tummler aus Frankfurt (Harheim KHa 240) liegt jedoch außerhalb der engeren Kölner Glassignaturen. Auch in Frankfurt wurde bisher kein Glas gefunden, das mit der karolingischen Pfalz in Verbindung gebracht werden kann[95]. Unter den Gräberfeldern in der Umgebung von Frankfurt ist das von Harheim das größte und lieferte die meisten Gläser. Die 18 identifizierbaren Glasgefäße sind drei Schalen mit eingeschmolzenen Fäden oder Federdekor, eine Schale mit eingerolltem Rand (ohne Schlaufenverzierung), vier Glockenbecher, ein Spitzbecher, sechs Sturzbecher, ein Tummler mit Vertikalrippen und zwei kugelige Becher[96]. Demnach ist ein größerer Teil der frühen Merowingerzeit zuzuordnen, in der auch die Funde der Kölner Glaswerkstätten am zahlreichsten sind. In Wiesbaden gibt es mehrere Gräberfelder, in denen merowingerzeitliche Glasgefäße gefunden wurden: Glockenbecher, Spitzbecher mit schräger Riefelung (Typ Gellep)[97], Spitzbecher mit Schlaufendekor (Typ Kempston), Sturzbecher der Form A und B, Tummler der Form A und B sowie je eine zylindrische Flasche, eine unverzierte Schale, eine Faltenschale und ein Trinkhorn[98], unter denen die Gläser der mittleren und späteren Merowingerzeit (Sturzbecher und Tummler) überwiegen. Die Glassignaturen von einem Glocken- und zwei Spitzbechern mit Schlaufendekor des Typs Kempston (Proben KHa 255-257) gleichen den Kölner Glassignaturen (**vgl.** Beitrag Kronz). Weiter mainaufwärts in Unterfranken wurden bei Ausgrabungen in merowingerzeitlichen Gräberfeldern (Enheim, Markt Einersheim und Segnitz) verhältnismäßig wenige Gläser gefunden. Eine Ausnahme bildete das in jüngerer Zeit ausgegrabene Gräberfeld von Eußenheim mit verhältnismäßig vielen Glasgefäßen[99]. Von den vier Glasgefäßen aus diesen Gräberfeldern sind drei Sturzbecher, eins ist nicht zu identifizieren. Zudem wurden in der karolingischen Pfalz Karlburg – nicht weit von Eußenheim gelegen – ein merowingerzeitlicher Sturzbecher in einem Grubenhaus und ein Tummler oder eine Schale innerhalb der Siedlung gefunden. Sämtliche Analysen von merowingerzeitlichen Gläsern aus Unterfranken (Proben KHa 242-243 und KHa 248-251) ergaben den Glastyp HIMT-2 (der Kölner Produktion). Der Siedlungsplatz mit den meisten, zudem gut erhaltenen früh- und spätmerowingerzeitlichen Glasgefäßen in Süddeutschland, der Runde Berg bei Urach[100], weist viele Gefäßformen auf, die mit dem Kölner Produktionsspektrum übereinstimmen; die chemische Übereinstimmung mit der Kölner Glasproduktion ist nur bedingt zu ermitteln, ist aber für die analysierten Elemente durchaus gegeben[101].

Bei Ausgrabungen am Veitsberg, der mit der Pfalz Salz an der fränkischen Saale, einem Nebenfluss des Maines liegt, wurde nachweislich karolingerzeitliches Glas gefunden. Südlich von Salz ist ein merowingerzeitliches Gräberfeld bekannt, in dem »ab dem mittleren 6. Jahrhundert mindestens 200 Jahre lang die Toten bestattet wurden«[102]. Von den Glasfunden der älteren Ausgrabungen von 1983-1985 in Siedlungsflächen wurden im Rahmen des DFG-Projekts fünf Proben genommen[103]. Bei den analysierten karolinger-

zeitlichen Gläsern der Pfalz Salz handelt es sich jedoch nicht um Hohlgläser, sondern um einen Glättstein und um Flachgläser. Nur bei einem Glas handelt es sich um ein Hohlglas, das als Trichterbecher gedeutet werden kann und bei dem eine lokale und zeitliche Zuordnung zweifelsfrei ist[104]. Die Flachgläser sowie der Glättstein weisen mehrheitlich Holzascheglas auf (Proben KHa 245-247,1/2). Der Trichterbecher konnte aufgrund der starken Korrosion nicht quantitativ analysiert werden; die Korrosion selber ist jedoch ein Indiz dafür, dass es sich auch um ein Holzascheglas handelt. Bezüglich des Kölner Exports zeichnet sich – unter dem Vorbehalt unseres mangelnden Wissens über die Mainzer Produktion – aufgrund der chemischen Analysen folgendes Bild ab: in der Merowingerzeit wurden Siedlungen am Main bis mindestens Frankfurt mit Gläsern aus Köln beliefert. In der Karolingerzeit bezogen die Pfalzen und Orte in Unterfranken ihr Glas jedoch nicht von den Kölner Hütten, da dort kein Holzascheglas verarbeitet wurde.

Der Export zur Nord- und Ostsee

Bei der Untersuchung des Kölner Glasexports zur Nord- und Ostsee liegt der Schwerpunkt auf dem 8. bis 10. Jahrhundert. Zur Charakterisierung der Gläser an einzelnen Häfen sei auf die Beiträge zu Ribe (Lund Feveile, Bandholtz Hansen et al.), Föhr und Sylt (Majchczack/Kronz), Rostock-Dierkow und Groß Strömkendorf (Messal/Kronz) und Amrum (Segschneider) verwiesen. Der Kölner Handel musste über das friesische Handelszentrum Dorestad am Oude Rijn (vgl. Beitrag Willemsen/Megens/Preiß) führen, wo die Waren von Flussschiffen (Prähme) auf hochseetüchtige Schiffe umgeladen wurden. An dieser Stelle sei ein Blick auf die dürftigen Kenntnisse über Handel und Transport, die treibende Kraft des Exports, im frühen Mittelalter geworfen. Wahrscheinlich waren es in erster Linie fränkische Händler, die den Export des Kölner Glases rheinauf und rheinab organisiert haben. Nach D. Skre lassen sich ihre Spuren bis zum norwegischen Handelszentrum Kaupang nachweisen[105]. Spätestens ab Dorestad haben die Friesen zumindest den Transport, wenn nicht auch den Handel übernommen[106]. Sie sind nicht nur in der Hochseeschifffahrt, sondern auch in der Binnenschifffahrt erfahren und hatten Niederlassungen in Mainz und Köln[107]. Die friesischen Hafensiedlungen Dorestad und Medemblik zahlten Abgaben an den König, der damit vermutlich auch die Handelsrouten nach Skandinavien kontrollierte[108]. Der Transport wurde auf den Binnengewässern seit römischer Zeit mit Flachschiffen und Einbäumen unternommen[109]. Für den Transport in die Nordsee benutzten sie gerundete Schiffe, aus denen sich später die Koggen entwickelten[110]. Die Fundstellen der Gläser geben allein keine Auskunft darüber, ob sie über Fernhandel oder über Zwischenhändler zu den Orten kamen, wo sie benutzt wurden, schließlich zerbrachen und weggeworfen wurden, wenn man die Fragmente nicht zu einer Glashütte zurückbringen konnte, wo sie wieder eingeschmolzen wurden (Rezyklierung), oder wenn man sie als Grabbeigabe verwendete. Grabfunde sind, wie am Beispiel Köln-Junkersdorf gezeigt, bezüglich des Imports weniger aussagekräftig als Siedlungsfunde.

Auf der Fahrt rheinabwärts passierte man vor Dorestad die merowingerzeitliche Siedlung von Rhenen, die das größte in den Niederlanden ausgegrabene Reihengräberfeld aufweist[111]. Nur aus 36 der 1100 Gräber wurden Glasgefäße geborgen, was mit einem Niedergang der merowingerzeitlichen Glasproduktion im Laufe des 6. und 7. Jahrhunderts, in denen der Schwerpunkt des Gräberfeldes liegt, erklärt wird[112]. Neben den Glasgefäßen enthielten die Gräber von Rhenen wirtelförmige Perlen mit Wirbelmuster, wie sie in Köln hergestellt wurden. Zwar dominieren die Hohlgläser des 6. und 7. Jahrhunderts, d. h. die Sturzbecher und Tummler, es wurden aber auch Rüsselbecher, Glockenbecher, Spitzbecher und Schalen aus den Gräbern geborgen, wie sie in Köln hergestellt wurden. In Dorestad gibt es einige merowingerzeitliche Glasfunde aus der älteren Siedlungsphase, die der Siedlungsphase als bedeutendes karolingisches Handelszentrum vorausging. Von den merowingerzeitlichen Glasfunden sind eine wirtelförmige Perle, eine Glasschale mit

Schlaufenverzierung (Typ Irlmauth), Sturzbecher und Tummler publiziert[113]; die ersten beiden Objekte könnten aus Kölner Werkstätten stammen. Von Dorestad führte die Route zur Nord- und Ostsee nicht über das Rhein-Maas-Delta, sondern durch das Ijsselmeer[114]. Dort liegen im frühen Mittelalter der kleinere Handelsplatz Medemblik und die Terpensiedlung von Wijnaldum. Am Oude Haven von Medemblik wurden zwei Glockentummler mit Faden- und Schlaufenverzierung in einer karolingischen Schicht gefunden. Von den 37 bestimmbaren Glasgefäßen[115] aus Wijnaldum können 12 in die frühe bis mittlere Merowingerzeit und 15 in die späte Merowinger- bis frühe Karolingerzeit datiert werden[116]. Merowingerzeitliche Spitzbecher, Spitzbecher mit Schlaufendekor und Schalen mit Federdekor, die in Wijnaldum gefunden wurden, können mit den Kölner Werkstätten in Verbindung gebracht werden. Y. Sablerolles sieht alle Gefäße des 5. bis 7. Jahrhunderts als fränkischen Import an; angelsächsische Gefäße, die auch in Skandinavien gefunden werden, fehlen[117]. An der nordfriesischen Küste wurden auf der Insel Amrum in Grubenhäusern eines Strandmarkts mehrere frühmerowingische Gläser gefunden[118]. Einige der Hohlgläser, wie Schalen, große Spitzbecher mit Schlaufendekor (Typs Kempston) und Rüsselbecher (Proben KHa 137-138 und 269), entsprechen der Kölner Produktion, andere Gläser können anhand der Glassignaturen (Proben KHa 135-136 und 268, alle Typ HIMT-1) von einer Kölner Herkunft eher ausgeschlossen werden (s. u.); d. h. der Siedlungsplatz wurde von verschiedenen Glaswerkstätten beliefert. Es wird angenommen, dass die Seehandelsroute vom Rhein bzw. vom Ijsselmeer über Amrum auch Dankirke passierte[119], das 10 km nördlich von Ribe gelegen als Herrschersitz eines lokalen Potentaten den Handel kontrollierte[120]. Zum Handel, der hier betrieben wurde, gehörte auch der Import von spätrömisch-fränkischen Gläsern von der Mitte des 4. bis zur Mitte des 6. Jahrhunderts: Glockenbecher, einfache Spitzbecher, Schalen und Spitzbecher mit Schlaufendekor (Typ Kempston)[121], die von den Kölner Werkstätten stammen können. Trinkhörner, konische Becher mit Fuß und Schlaufendekor (Typ Snartemo), dunkelbraune Rüsselbecher, Becher mit Facetten-Schliff und ein blauer Spitzbecher mit aufgelegtem weißen Fadendekor wurden in anderen Werkstätten hergestellt. U. Lund Hansen stellte 1991 im Unterschied zur älteren Forschung fest, dass der Glasimport aus dem Frankenreich in Dänemark während des 5. und 6. Jahrhunderts beträchtlich geringer war als der Import römischer Gläser im 3. und 4. Jahrhundert[122], ausgenommen der am Handelsplatz Dejbjerg, der offensichtlich nur in frühmerowingischer Zeit engen Kontakt mit fränkischen Handelsrouten hatte[123]. Die Auffassung einiger englischer Forscher, dass am Übergang zur jüngeren germanischen Eisenzeit (520-530 oder etwas später) der Glasimport teilweise von England ausgeht, bezweifelt sie[124], nicht jedoch die Frage des Glasexportes in der jüngeren Merowingerzeit als mangelndes Interesse des Merowingerreichs bezüglich des Nordseehandels[125]. In diesen Fragen besteht noch Forschungsbedarf in Hinblick auf archäologische und chemische Untersuchungen von Gläsern aus dem nordöstlichen Merowingerreich, Skandinavien und England.

In der Karolingerzeit entwickelte sich Dorestad zu einem bedeutenden Handelszentrum. Hier wurde eine große Anzahl an Gläsern beim Verladen von Flussschiffen auf hochseetüchtige Schiffe verloren und zerbrochen; einige vollständige, jedoch zerscherbte Gefäße erhielten sich im seichten Wasser. Es handelt sich vor allem um Glockentummler und Trichterbecher, daneben um Schalen und kugelige Becher mit Reticellaverzierung[126]. Im Unterschied zur Produktion in Köln kommen auch Glockentummler und Trichterbecher mit Reticellaverzierung, mit einem farbigen Rand oder Vergoldung vor. Nur die einfachen Glockentummler oder Trichterbecher können aus Köln stammen; die Wahrscheinlichkeit erhöht sich aufgrund der auffallenden dünnen Wandungen der Gefäße in Dorestad[127]. Die dort gefundenen verzierten oder mit einem horizontalen Wulst in der Gefäßmitte versehenen Trichtergefäße und kugeligen oder beutelförmigen Glasbecher müssen von anderen Glashütten stammen. Im friesischen Wijnaldum wurden nur einfache Trichtergefäße gefunden[128]. Eine Kölner Herkunft ist für das Soda-Kalk-Glas aus Wijnaldum aufgrund der analytischen Qualität der Vergleichsdaten nicht gut verifizierbar[129]. Im 8. Jahrhundert entwickeln sich an

der Nordsee Handelszentren (Ribe, s. Beitrag Lund Feveile) und Strandmärkte gleichzeitig zur Errichtung von Geestrandburgen (auf Föhr und Sylt, s. Beitrag Majchczack/Kronz; Kaupang in Süd-Norwegen [130]) und an der Ostsee Emporia (Reric/Groß Strömkendorf, Rostock-Dierkow, s. Beitrag Messal/Kronz), die die Produktion von Gläsern (in den Herstellungszentren) und den Import gefördert haben mögen [131]. Der größere Teil der Glasgefäße von Ausgrabungen an Handelsplätzen auf Föhr und Sylt unterscheidet sich an Farbe (teilweise türkis- und kobaltblau-transparent) und Verzierung (gelbe Fäden) von den Erzeugnissen aus Köln, auch wenn es chemische Übereinstimmungen bezüglich der Haupttypen (HIMT-2 und Levantine-1) und ihrer Mengenverhältnisse gibt. In dieser Zeit scheinen die Kölner Glaserzeugnisse dort nicht mehr dominant zu sein; diese Entwicklung nimmt bei der Einführung von Waldascheglas zu, wie die Analysen im späteren Haithabu (9./10. Jahrhundert) zeigen [132].

Die Kölner Belieferung der Emporia an der Ostsee muss über den beschriebenen Wasserweg erfolgt sein, da eine Handelsroute über den Hellweg und von Paderborn nach Norden aufgrund der Ergebnisse der Glasanalysen offensichtlich nicht stattgefunden hat (s. o.) [133]. Die Route zwischen Nord- und Ostsee führte durch den Limfjord im Norden Dänemarks [134]. Mit der wachsenden Bedeutung von Haithabu wurde eine kürzere, südliche Strecke über die Flüsse Eider und Treene zur Schlei mit einem 18 km langen Landweg eingerichtet. Den östlichsten schiffbaren Hafen an der Treene hatte Hollingstedt, das als »Nordseehafen von Haithabu« galt [135]. Einzig bestimmbares Gefäß unter den wenigen Glasfragmenten aus den Ausgrabungen in Hollingstedt ist der Fuß eines Trichterbechers [136]. Unter den Glasfunden aus den Ausgrabungen von Haithabu, das sich ab dem frühen 9. Jahrhundert mit der Umsiedlung von dänischen Handwerkern aus Reric [137] zu einem bedeutenden Handelshafen der Wikinger entwickelte und um 1066 aufgegeben wurde, gehören 4,8 % zu Hohlgläsern [138]. Die bestimmbaren Hohlgläser sind Trichtergläser, d. h. Glockentummler oder Trichterbecher, Traubenbecher, kugelige, beutelförmige oder napfartige Becher, Schalen und wenige Flaschen, die teilweise mit farbigem Mündungsstreifen, opaken oder Reticella-Fäden verziert waren [139]. Über Haithabu zu den Handelszentren in Schweden (Helgö und Birka am Märlasee) gegeben haben, zumal die Funde von vollständigen Glasgefäßen in den Gräbern von Birka ein viel größeres Fomenspektrum als die von Köln zeigen. An der Nordsee sind offensichtlich fränkische Kaufleute weiter in den Norden bis zum Handelsplatz Kaupang in Südnorwegen gefahren (s. o.) und haben möglicherweise auch Glasgefäße mitgebracht [140]. Der Handelshafen Kaupang existierte von der Mitte des 8. bis zum Beginn des 10. Jahrhunderts und wurde offensichtlich von einem lokalen Potentaten in dem 1 km entfernten Huseby geschützt bzw. gefördert [141].

Unter den Glasfragmenten des Handelsplatzes von Helgö in Schweden wurden mindestens 80 verschiedene Gefäße des 4. bis 9. Jahrhunderts nachgewiesen. Glasimport ist nicht nur in der Wikingerzeit (Karolingerzeit im Frankenreich) in Form von Trichterbechern, Schalen, Überfanggläsern, »Emaille«-Gläsern etc., sondern bereits in der Völkerwanderungs- und Vendelzeit (etwa Merowingerzeit im Frankenreich) in Rüsselbechern, Spitzbechern und Sturzbechern – teilweise mit Gold- oder Reticella-Auflagen – sowie Spitzbechern mit Fuß und Schlaufendekor (Typ Snartemo; Ende des 4. bis Ende des 5. Jahrhundert) vertreten [142]. Es gibt auch Reste von Glasherstellung in der Vendel- und frühen Wikingerzeit [143], die jedoch zur Perlenherstellung gehören [144]. Aufgrund des Vergleichs der Glasreste von Dorestad, Ribe, Helgö, Birka, Haithabu, Rostock-Dierkow und Reric/Groß Strömkendorf wird in der jüngeren Forschung ein homogener Import von Trinkgläsern vom 8. bis zum 10. Jahrhundert bzw. ein kontinuierlicher Kontakt mit den Glashütten auf dem Kontinent vom 4. bis zum 9. Jahrhundert gesehen [145]. Ein großer Teil der Glasgefäße des 8. und 9. Jahrhunderts in den Handelszentren der Nordsee, Ostsee und Skandinaviens können aufgrund der Verzierungen, Technik oder Formen (Schalen und Kugelbecher, Reticella-Fäden, Goldauflagen und farbiger Rand, Überfangglas und Emaillierung) keine Kölner Produktion sein, ohne dass eine Überprüfung anhand von chemischen Analysen notwendig ist. In Helgös Nachfolgesiedlung Birka, aus deren Gräber das größte Fundspektrum vollständiger

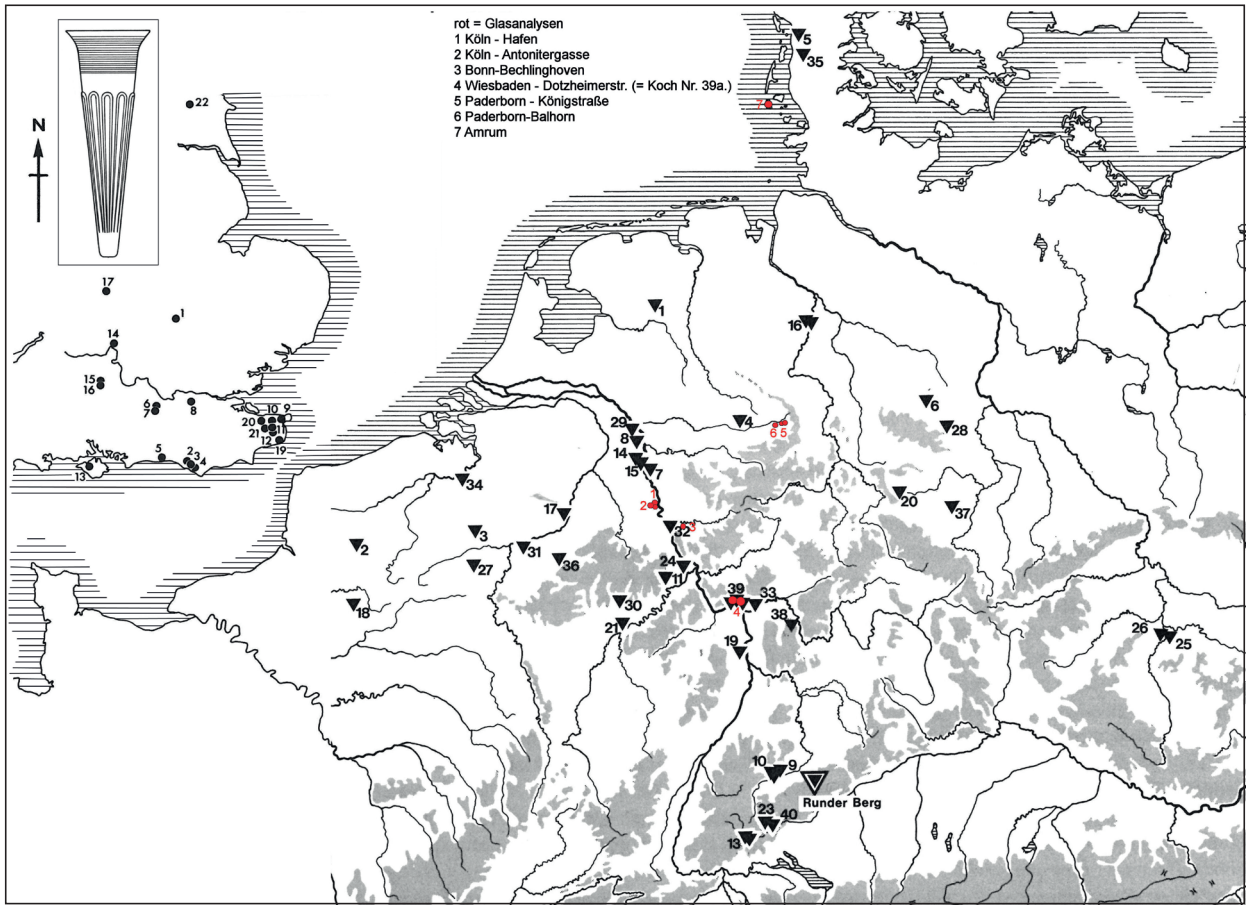


Abb. 10 Verbreitungskarte der Spitzbecher des Typs Kempston mit Ergänzung von Neufunden und Proben. – (Nach Koch 1987, Abb. 47; Evison 1972, Abb. 23).

karolinger- bzw. wikingerzeitlicher Gläser bekannt ist, wurden auch Trichterbecherreste gefunden. Wegen des Fehlens von Glasgefäßen im östlichen Ostseeraum ist es schwer zu sagen, wie weit die Kölner Glaswaren in den Ostseeraum gelangten [146].

Der Export anhand einzelner Gefäßtypen

Die Exportrouten treten anhand der Untersuchung von Gefäßtypen im Zusammenhang mit den chemischen Analysen klarer hervor als anhand der Glasgefäße in den beschriebenen Hafen-, Handels- und Siedlungsplätzen. Ziel ist, 1.) die genaue Herkunft eines Glasgefäßes an einem Hafenort, Handelsplatz, Emporium oder Strandmarkt und 2.) den Export einer Glaswerkstatt am Beispiel Kölns zu ermitteln.
Auf die Herstellungszentren können Verbreitungskarten von Gefäßtypen hinweisen [147]. Neben den Typen bilden Glasfarbe und Verzierungen Kriterien für eine genauere Zuweisung zu einer bestimmten Glashütte. Schließlich sind die chemischen Analysen für die Fragestellung ergänzend zu den archäologischen Untersuchungen notwendig.
Aufgrund der guten Gefäßerhaltung der ausgewählten Typen an vielen Fundorten konnten nicht viele Proben genommen werden. Die fragmentierten Gefäße, bei denen eine Probenentnahme möglich war, ließen sich wiederum nicht immer eindeutig einem bestimmten Typ zuweisen. Es werden möglichst markante

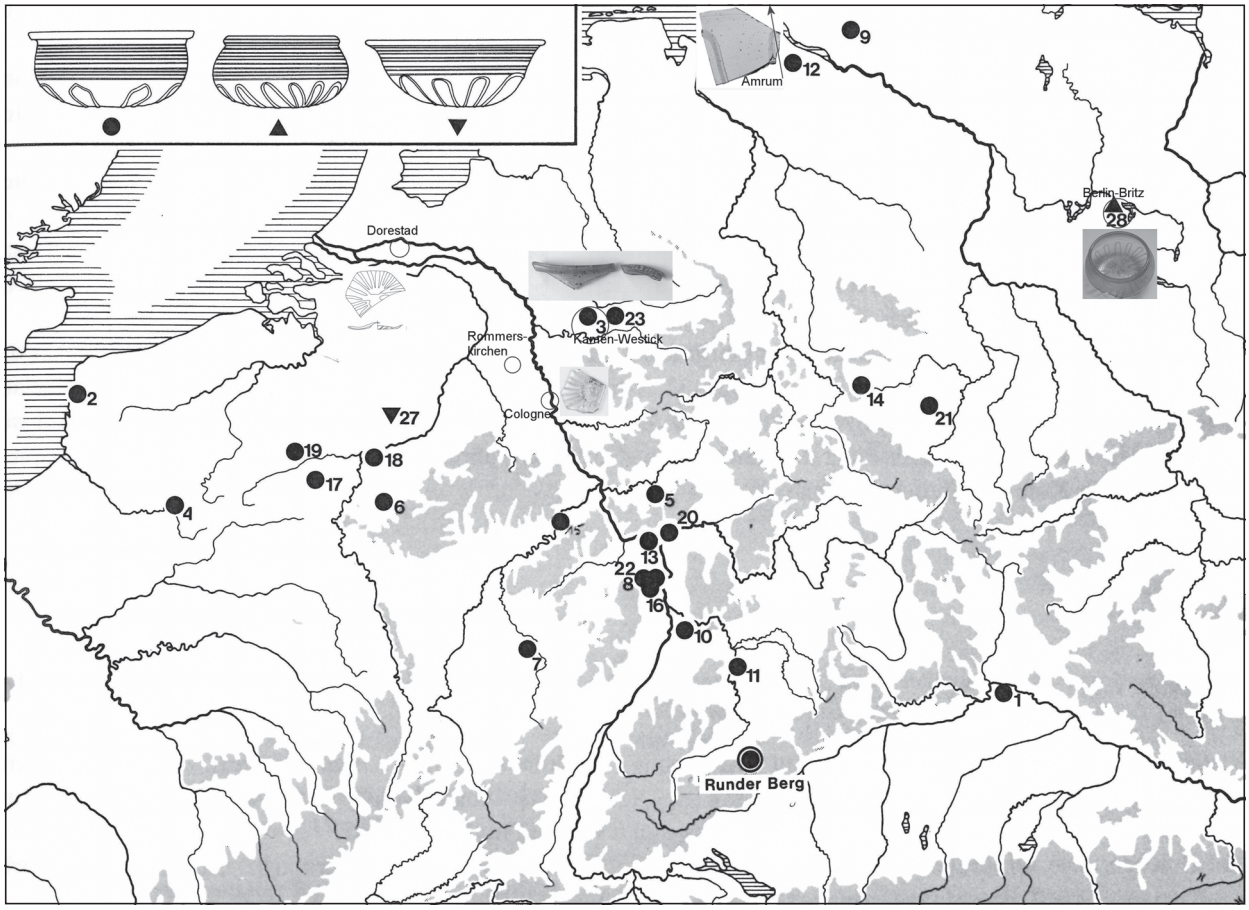


Abb. 11 Verbreitungskarte der Schalen mit Schlaufenverzierung des Typs Irlmauth mit Ergänzung von Neufunden. – (Karte nach Koch 1987, Abb. 103).

Gefäßtypen für die Untersuchung herangezogen, die, auch wenn sie stark fragmentiert sind, eindeutige formale Übereinstimmungen aufweisen.

Spitzbecher mit Schlaufendekor (Typ Kempston; **Abb. 10**)

Nach den Konzentrationen der Spitzbecher des Typs Kempston auf ihrer Verbreitungskarte hat U. Koch die Herstellung am nördlichen Oberrhein lokalisiert, während V. Evison diesen Typ im Rheinland und in Nordostfrankreich lokalisiert[148]. Y. Sablerolles nimmt 1999 aufgrund unterschiedlicher Ausführungen unterschiedliche Produktionszentren im mittleren Rheingebiet und im mittleren Maasgebiet an[149]. Die Verbreitungskarte ist durch neuere Funde in Duisburg, Paderborn-Balhorn, Bonn-Bechlinghoven und auf der Nordseeinsel Amrum ergänzt. Mit den Funden am Heumarkt ist nun die bisher einzige Werkstätte für diesen Gefäßtyp bekannt. Das Diagramm der Glasanalysen[150] gibt die Verteilung der Glastypen auch für die Spitzbecher des Typs Kempston in dem am Kölner Hafen vorherrschenden Verhältnis wieder. Die am Rhein gefundenen Gefäße wurden offensichtlich in Köln hergestellt, zwei der Proben aus Paderborn verweisen auf eine andere Glashütte. Auch zeigen die Kempston Becher aus Norfolk/England eine von den Rheinischen Bechern abweichende chemische Zusammensetzung[151]. Über den Rhein und die Nordsee wurde wohl auch die Insel Amrum mit einem Glasgefäß dieses Typs beliefert[152].

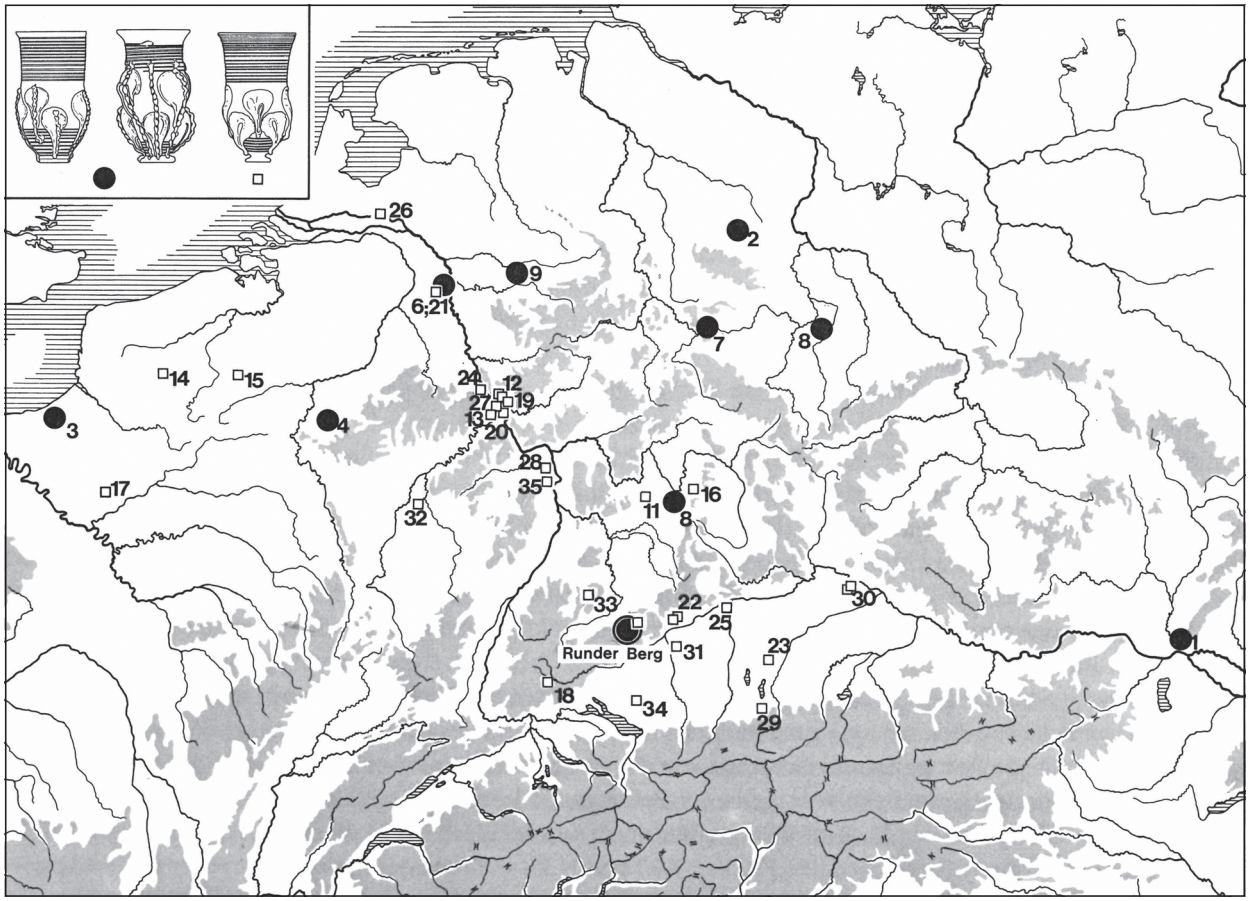


Abb. 12 Verbreitungskarte der Rüsselbecher mit Ergänzung von Neufunden. – (Karte nach Koch 1987, Abb. 70).

Schalen mit Faden- und Schlaufendekor (Typ Irlmauth; **Abb. 11**)

Die Schale ist ähnlich verziert wie der Spitzbecher des Typs Kempston[153] und gehört in dieselbe Zeit. Die Verbreitungskarte zeigt eine Konzentration in der Wormser Gegend[154]; sie kann durch neue Funde am Niederrhein in Köln, Rommerskirchen und Dorestad sowie an der Nordsee auf Amrum ergänzt werden. den vier an Gefäßen aus Köln, Kamen-Westick, Berlin und Amrum entnommenen Proben ähneln sich nur die von Köln und Berlin-Britz[155], d. h. die letztgenannte Schale ist wahrscheinlich in Köln hergestellt worden, jedoch offensichtlich nicht über den Handelsweg des Hellwegs (Kamen-Westick) dorthin gekommen. Amrum wurde in der Zeit um 500 zwar mit Bechern des Typs Kempston, jedoch nicht mit Schalen des Typs Irlmauth beliefert.

Rüsselbecher (**Abb. 12**)

Von dem kostbarsten Glasgefäß des frühen Mittelalters, dem Rüsselbecher, wurde am Kölner Hafen ein Rüsselende ohne Kerbband gefunden, dessen chemische Signatur (Probe KHa 14) auf die Herstellung dieses Gefäßes am Ort hinweist. Rüsselbecher sind mit zwei Hauptgruppen[156] im Rheinland, Mittel- und Süddeutschland und an der Nordsee vertreten[157], wobei die jüngere Gruppe eine starke Konzentration am

Mittelrhein aufweist. Neben dem Rüssel vom Kölner Hafen wurden drei weitere Rüsselbecherfragmente von Amrum (KHa 137), Witsum/Föhr (KHa 165)[158] und Kamen-Westick (KHa 217)[159] analysiert und mit der älteren Probe des Rüsselbechers des jüngeren Typs Gellep 330 (Grab 2528; Probe Gel 27) verglichen[160], wobei zwei mit und drei ohne Kerbbändern versehen waren. Es zeigt sich eine große chemische Ähnlichkeit der Gefäße in Köln, Krefeld-Gellep und Amrum (HIMT-2), letztere sind nahezu identisch, sodass sie nicht nur aus einer Werkstatt stammen, sondern wohl auch zeitnah zueinander hergestellt worden sind. Der Becher von Föhr unterscheidet sich nur in einigen Elementgehalten; die zwei Rüsselbecherfragmente von Kamen-Westick weisen hingegen den am Kölner Hafen nur geringfügig verarbeiteten Glastyp HIMT-1 auf (vgl. Beitrag Kronz).

Die Glasanalysen der einfachen Schalen und Tummler[161] bestätigen den Eindruck des Produktions- und Verbreitungsschwerpunkts[162]. Der überwiegende Teil der Produktion dieser Gefäße am Kölner Hafen und ihres Exports in die Gegenden vom unteren Main bis zu den Nordsee-Inseln weist den chemischen Glastyp HIMT-2, wenige die Glastypen Levantine-1 und HIMT-1 auf.

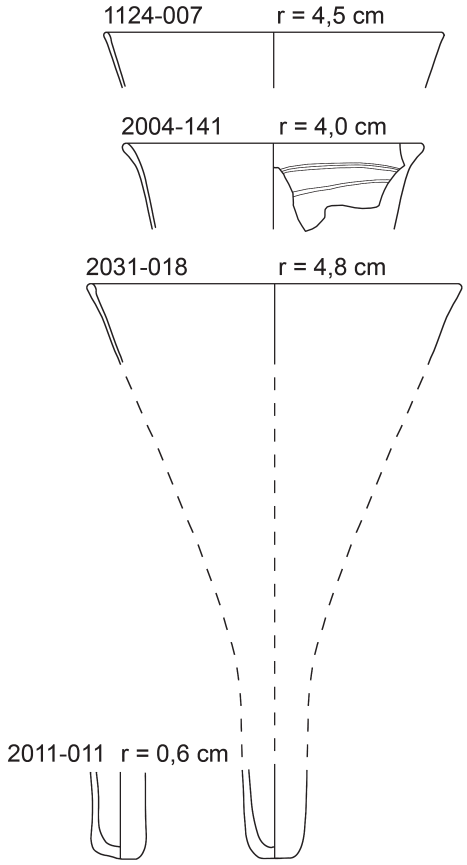


Abb. 13 Zeichnerisch ergänzter Trichterbecher vom Kurt-Hackenberg-Platz (Inv.-Nr. 2004.001, Stellennr. 2031-18). – (Zeichnung M. Dodt, K. Otten). – M. 1:2.

Glockentummler und Trichterbecher

Sie bilden die größten Gruppen unter den karolingerzeitlichen Hohlglasfragmenten am frühmittelalterlichen Hafen Kölns. Diese Trichtergläser lassen sich anhand des Dekors (Arkaden, farbig abgesetzter Rand, Reticella, Goldfolie) oder eines horizontalen Wulstes weiter differenzieren. Für die Trichterbecher ist neben dem Gebrauch als Trinkgefäße auch eine Funktion als Glaslampe denkbar[163]. Während die Kempston- und Rüsselbecher sowie die Schalen mit Hohlrand der Merowingerzeit teilweise aus Gräbern stammen, wurden die Trichtergläser ausschließlich bei Siedlungsgrabungen gefunden. Am Kölner Hafen wurden nur einfache Gefäße hergestellt, die sich anhand des Randes und des Bodens gut identifizieren lassen und von denen eines rekonstruiert werden konnte (**Abb. 13**). Die Verbreitungskarte zeigt nur die analysierten Gefäßfragmente, die an Marktplätzen an Meeresküsten und Flussufern gefunden wurden – Köln, Cuxhaven, Föhr und Sylt, Hollingstedt, Haithabu, Reric/Groß Strömkendorf und Rostock-Dierkow – sowie aus Fundorten am Hellweg, aus der Abtei von Essen-Werden und der Pfalz Paderborn (**Abb. 14**)[164]. Alle Trichtergefäße aus Köln, von Wenningstedt/Sylt, Hollingstedt und Reric gehören zur großen chemischen Gruppe HIMT-2, die bei der Herstellung von Glasgefäßen am Kölner Hafen verwendet wurde, jedoch bei den Trichterbechern von Haithabu nur noch untergeordnet vertreten ist. Bei zwei Exemplaren aus Köln befindet sich die Glassignatur am Rande der großen Gruppe und ähnelt je einem Exemplar aus Haithabu. Andere Proben von



Abb. 14 Verbreitungskarte der analysierten Trichtergefäßen auf der Grundlage der Exportrouten. – (Karte K. Otten, M. Dodt).

Trichtergefäße aus Haithabu liegen mit den meisten Kölner Proben innerhalb der großen Gruppe. Das gilt auch für die Gläser aus Reric und Wennigstedt. Diese Siedlungen werden in das 8. Jahrhundert datiert, während die Funde aus Haithabu und Hollingstedt, dem »Nordseehafen von Haithabu«, sowie aus Essen-Werden und Paderborn in Siedlungszusammenhängen des 9. oder 10. Jahrhunderts gefunden wurden. In dieser Zeit kommen neue Glasrezepturen – Holzascheglas und Egypt-1, Egypt-2 – auf, die in den Kölner Werkstätten nicht verarbeitet werden. Gleichzeitig lässt sich eine Reduzierung des Kölner Exports zur Ostsee erkennen. Der Hellweg wird weiterhin von Köln nicht beliefert. Ob nur die Glasrezeptur oder auch die liefernden Glashütten sich ablösten, ist noch zu untersuchen.

ERGEBNISSE

In diesem Beitrag konnten die Glashütten am Kölner Hafen anhand von Befunden dargestellt werden, die während des gesamten frühen Mittelalters, d. h. von der zweiten Hälfte des 5. bis zur Mitte des 10. Jahrhunderts tätig waren. Die fränkischen Glaswerkhütten knüpften an die römische Tradition an, deren letzte Werkstatt in der Stadtmitte (bei St. Kolumba) in der ersten Hälfte des 5. Jahrhunderts anhand eines Glashafenfragments nachgewiesen ist. Die merowingerzeitlichen Werkstätten wurden in einer fränkischen Handwerkersiedlung am Hafen (»Rheinvorstadt«) errichtet und konzentrierten sich auf die Herstellung von Glasgefäßen. Die Herstellung von Glasperlen spielte eine untergeordnete Rolle und war auf die Merowingerzeit beschränkt. Es waren im Wesentlichen einfarbige kleine Perlen oder große wirtelförmige Perlen mit Wirbelverzierung. Flachglas, das im frühen Mittelalter in der Regel für die Fensterverglasung von Kirchen benötigt wurde, wurde nur wenig gefunden und konnte aufgrund der schwierigen Datierung nicht untersucht werden. Eine Herstellung von karolingerzeitlichem Flachglas am Kölner Hafen kann anhand der Analysen nicht nachgewiesen werden. Das nachweisbare Formenspektrum der am Kölner Hafen hergestellten Glasgefäße umfasst Glockenbecher, optisch geblasene Spitzbecher, Spitzbecher mit Schlaufendekor (Typ Kempston), Rüsselbecher, Schalen mit eingeschmolzenen Fäden, Schalen mit Federmuster, Schalen mit aufgeschmolzenem Faden- und Schlaufendekor, Sturzbecher, Tummler, Glockentummler und Trichterbecher.
Bemerkenswerterweise verarbeiteten die Kölner Glaswerkstätten auch nach der Erfindung des Holzascheglases mit Pottasche als Flussmittel nur Soda-Kalk-Glas, das sie als Glastyp HIMT bezogen oder in Form römischen, farblosen Glases rezyklierten. Ob sie die geringere Stabilität des Holzascheglases kannten, ist nicht klar. Möglicherweise setzten sie lediglich auf die bewährte Rezeptur[165].
Interessanterweise ähnelt die zeitliche Verteilung der Glasfunde in Siedlungen denen in den Glaswerkstätten am Kölner Hafen: die Glasgefäße der frühen Merowingerzeit (zweite Hälfte des 5. bis erste Hälfte des 6. Jahrhunderts) sind quantitativ wie qualitativ stark vertreten, u. a. in Bonn-Bechlinghoven, Wijnaldum, Norddorf auf Amrum und Dankirke an der Nordsee. Sturzbecher, die die zahlenmäßig stärkste Glasgefäßform in merowingerzeitlichen Gräberfeldern ausmachen, sind in der Produktion am Kölner Hafen nur gering nachweisbar. Im 8. bis 9. Jahrhundert sind die Glockentummler und Trichterbecher am Produktionsort und in Siedlungen – vor allem an der Nord- und Ostsee – wieder stärker vertreten.
Die Untersuchung der Exportrouten fand in Form von Stichproben statt und stützt sich besonders auf die chemischen Glassignaturen, die mit den Signaturen von Gefäßtypen des Kölner Hafens verglichen wurden. Auf archäologischem Wege können bestimmte Gefäße anhand der Form, der Glasfarbe oder des Dekors als Import aus Köln ausgeschlossen werden. Die vermuteten Handelsrouten wurden anhand der Glasbecher und -schalen mit Schlaufendekor sowie Rüsselbecher der Merowingerzeit und einfache Trichtergefäße der Karolingerzeit untersucht. Ein Export Kölner Glasgefäße über den Hellweg kann mit keinem untersuchten Gefäßtyp nachgewiesen werden. Ein Export an den mittleren und oberen Rhein, das Moselmündungsgebiet sowie den unteren Main ist sehr wahrscheinlich, jedoch gab es an Main und Mosel die Konkurrenz von Mainzer und Trierer Glaswerkstätten. Der Export rheinabwärts (Krefeld-Gellep) zur Nordsee (Amrum, Föhr, Sylt) und in den Ostseeraum (Reric) ist gut belegt, jedoch waren die Kölner Werkstätten hier nicht die einzigen Lieferanten von Glasgefäßen. Die angelsächsischen Glaswerkstätten nahmen ihre Tätigkeit erst um 600 auf, sodass sie im 5./6. Jahrhundert keine Konkurrenz für die Kölner Hütten darstellten; die zahlreichen Glasgefäße des 5. und 6. Jahrhunderts in Kent, also der der Rheinmündung am nächsten gelegenen Region Englands, könnten sogar aus Köln stammen. Es sind noch zahlreiche weitere Handelsplätze und Marktorte an den Wasserstraßen auf die Frage nach einem möglichen Import von den Kölner Glaswerkstätten des frühen Mittelalters sowie von anderen Glashütten zu untersuchen. Vermutlich werden dadurch die hier aufgezeigten Handelsrouten modifiziert oder korrigiert.

Anmerkungen

1) Der Export kann nicht immer von der Mitnahme der Produkte durch germanische Söldner in ihre Heimat unterschieden werden: Kunow 1985; Kunow diskutiert nicht nur das Problem des Handels, sondern auch die Bedeutung und den Gebrauch von Bronzegefäßen und Gläsern bei den Germanen. Für die Spätrömische Zeit: Reichmann 1996, 61-62.

2) Für die spätrömisch-fränkische Zeit: Reichmann 2007.

3) P. Ettel, R. Obst und P. Wolters sei für die Vermittlung der Glasfunde gedankt. Die Glasfunde der neueren Ausgrabungen auf dem Veitsberg werden von P. Wolters veröffentlicht.

4) Zum römischen Hafen Kölns zusammenfassend: Trier 2012. – Dodt/Schäfer 2019.

5) Zur frühmittelalterlichen Siedlung am Kölner Hafen: Aten 2001. – Höltken 2006. – Dietmar/Trier 2011, 41-63. 104-113. 203-217. – Dodt 2019.

6) Berthold u. a. 2017, 391-408.

7) Zur Lage der römischen und frühmittelalterlichen Glaswerkstätten Kölns: Dodt/Kronz/Simon 2019.

8) Theophilus II, 12.

9) Fremersdorf 1928, 13. – Doppelfeld 1966, 70.

10) Zu den einzelnen, im folgenden genannten Glasöfen: Dodt/Kronz/Simon 2019, 368-374.

11) Die Ausgräber sahen die Ofenreste als Metallschlacken an: Berthold 2017, 400.

12) Die Deutung als Glasofen schlug M. Trier vor: Trier 2002, 306.

13) Im Hambacher Forst: Gaitzsch/Wedepohl 2000. – Gaitzsch u. a. 2000, 101-109. – Päffgen 2003, 11. – In Köln: s. Beitrag Schäfer.

14) Dodt/Kronz/Simon 2019, 368-381.

15) z. B. Gaitzsch u. a. 2000, 110-113. – Goethert 2010/2011, 100-102.

16) Kempken 2001, 743.

17) Dodt u. a. 2018, 446-449.

18) Heute Aachener Dom. – Kronz u. a. 2015b (mit älteren Literaturhinweisen).

19) Die Information verdanke ich dem Versuch von F. Wiesenberg, Römisches Glasprojekt Villa Borg. – Die am Heumarkt gemachte Beobachtung zu Tesserae und (Ring-)Perlen lässt sich kaum auf andere Fundplätze anwenden, z. B. Reric/Groß Strömkendorf (Pöche 2005, 70-73).

20) Eine Differenzierung zwischen merowinger- und karolingerzeitlichen Glashäfen zeigt eine Kartierung, die später publiziert werden wird.

21) Das teilweise opake Glas ließ eine Kontamination vermuten.

22) Es handelt sich um einen der Fälle, die HIMT-2 als eigenständigen Glastyp infrage stellen und die Signatur eher als starke Rezyklierung von römischem Glas erscheinen lassen.

23) Dodt/Kronz 2022.

24) In jüngster Zeit: von Boeselager 2012.

25) Gläser von Gräbern unter dem Kölner Dom: Doppelfeld 1960; 1964. – Gläser von den Gräbern unter St. Severin: Päffgen 1992, 354-366. – Gräberfeld von Köln-Junkersdorf: La Baume 1951. – Gräberfeld von Köln-Müngersdorf: Fremersdorf 1955. – Die Grabfunde der beiden Kölner Gräberfelder von Junkersdorf und Müngersdorf haben Vergleichsstudien durch B. Päffgen und F. Siegmund erfahren: Päffgen 1992, 289-316. – Siegmund 1998, 183-187.

26) Ofenreste, Glashäfen und Rohglas, aber auch Keramik. Besonderes Gewicht haben die Glashäfen, da sie sich formtypologisch datieren lassen (s. o.).

27) Die Analysen von »Rohglas«, Glasschmelz und Glasfäden werden unten im Zusammenhang mit den geschlossenen Fundkomplexen genannt.

28) In der Fundstelle gab es keine Glashäfen.

29) Roth/Trier 2001, 769-772 Nr. 14-16.

30) Als Merkmale der Halbfertigprodukte werden Reste des Trennmittels vom Wickeln der Perlen auf einen Stab, das bei einer fertigen Perle ausgefeilt ist, angesehen.

31) Typ Gellep 226; vgl. Koch 1987, 151-165.

32) Typ Gellep 231/232. – Vgl. Rau 1976. – Koch 1987, 83-97.

33) Typ Gellep 309; vgl. Koch 1987, 116-124.

34) Typ Gellep 239. – Vgl. von Pfeffer 1952. – Koch 1987, 208-219.

35) Vgl. Koch, 1987, 234-242.

36) Es wurden sowohl Gefäßfragmente als auch Perlen, »Rohglas«- und Schmelzreste analysiert.

37) Dodt/Kronz/Simon 2019, 376-377 Abb. 7.

38) Auch ein Flachglasfragment von 3 mm Stärke aus Arbeitsbereich 3671 kann aufgrund der Keramik, die allgemein frühmittelalterlich ist, als Altglas der Römerzeit angesehen werden.

39) Für den in Arbeitsstelle 3671 gefundenen Spitzbecher Typ Kempston und ein Fragment »Rohglas« ergaben die Analysen den chemischen Glastyp HIMT-2. Fragmente aus dem Grubenhaus sowie Sturzbecher und Tummler aus Stelle 3671 wurden nicht analysiert.

40) Abgenutzt; Päffgen/Quarg 2001, 757 Nr. 56.

41) Aten 2001 (Beitrag Grootes), 698 (Probe KIA 8052): zwischen 427 und 599.

42) Aten 2001, 685.

43) Vgl. Koch 1987, 242-252.

44) Dodt/Kronz/Simon 2018, 314-315.

45) Typen Gellep 229, 307, 336. – Vgl. Koch 1987, 165-179.

46) Vgl. Koch 1987, 150-151.

47) Vgl. Koch 1987, 226-233.

48) La Baume, 1951, Taf. 46-47. – Fremersdorf 1955, 119-120.

49) Siehe o. Anm. mit Typen.

50) Behrens 1947, Taf. 3-5.

51) Die chemische Analyse (Probe KHa 5) ergab wiederum den Glastyp HIMT-2.

52) Vgl. Kartierung **Abb. 2**; dort ist die Merowingerzeit nicht weiter differenziert.

53) Jedoch erst ab dem 8. Jh.: Steppuhn 1998, 93-99. – Lund Hansen 2011, 125. – Feveile 2013, 27-31 (s. a. Beitrag Lund Feveile).

54) z. B. Reichmann 2014, 66-68. – Segschneider 2002. – Fremersdorf 1970a, 52 – Im Unterschied dazu stellt U. Näsman bei grundsätzlicher Annahme der Produktionskontinuität von der Römerzeit zur Frankenzeit im Kölner Raum die Frage, ob die Hütten weiterhin in der Stadt existierten oder wie im späteren Mittelalter aufs Land gezogen sind: U. Näsman, Glas och handel i senromersk tid och folkvandringstid. En studie kring glas från Eketorp-II, Öland, Sverige. AUN 5 (Uppsala 1984) 148. Häufiger wurde auch auf Glashütten im Rheinland oder in der Gegend zwischen Rhein und Maas hingewiesen: z. B. Arbman 1937, 26-86. – Rademacher 1963, 4. – Steuer 1987, 146-151. – Strobl 1990, 31. – Peschek 1996, 90. – Pöche 2005, 121. – Lund Feveile 2006, 253.

55) Loeschcke 1915. – Arbman 1937, 26-86.

56) Clemens 2012; s. a. die kritische Diskussion bei Steppuhn 1998, 109. – Zweifel an der frühen Datierung der Kordeler Glashütte hatte bereits T. E. Haevernick (Haevernick 1981, 391) geäußert.

57) Dodt/Kronz 2022.

58) Péters/de Bernardy de Sigoyer 2016.

59) Päffgen 2003, 9-28. – Päffgen/Wedepohl 2004.

60) Gaitzsch u. a. 2000.

61) Kronz u. a. 2015a.

62) Eine ähnliche Abhängigkeit ist für die von 796-798 tätige Glaswerkstatt in Paderborn (Wedepohl/Winkelmann/Hartmann 1997) zu überprüfen.

63) de Bernardy de Sigoyer u. a. 2005. – Péters/Fontaine-Hodiamont 2005.

64) Die Gläser, die La Baume 1956, Taf. 46-47 abgebildet hat, vermitteln weder das gesamte Formenspektrum der Glasgefäße noch deren Mengenverhältnisse.

65) Gellep Typen 338 und 339: Pirling 1979, 81-82. – Harden 1956, 141-142, Typ VII. VIII. – Evison 2008, Gruppe 61-72. – Plum 2003, 61. – Saal 2015, 359. – Das Beispiel von Junkersdorf zeigt, dass auch bei nahen Absatzgebieten die Glaswaren von unterschiedlichen Herstellungsorten stammen können. Es könnte sich bei den beiden fremden Gefäßen auch um Mitbringsel handeln.

66) Die Analysen von Freestone/Hughes/Stapleton (2008) an »angelsächsischen« Gläsern im Britischen Museum ergaben lediglich Werte, die sich mit denen der gleichzeitigen Fundorte, u. a. die merowingerzeitlichen Gräberfelder von Krefeld-Gellep, vergleichen lassen und damit nach Freestone/Hughes/Stapleton auf eine gleiche Rohstoffquelle hinweisen, jedoch keinen Hinweis auf einen spezifischen (angelsächsischen) Produktionsort. Beide Gruppe zeigen eine jeweils erhebliche chemische Variationsbreite, sodass eine Übereinstimmung schlüssig ist, aber auch keine näheren Zuweisungen zulässt. Die Analysen (mit RFA und NAA) von Gläsern aus Hamwic (Southampton) wurden von J. R. Hunter und M. P. Heyworth aufgrund ihrer späteren Zeitstellung mit denen von Dorestad und Helgö verglichen und ließen sich gut voneinander unterscheiden; Hunter/Heyworth 1998, 42-45.

67) Behrens 1947, Taf. 3-5.

68) Dodt u. a. 2018.

69) Zu den naturwissenschaftlichen Analysen s. a. Beiträge von Kronz, Majchczack/Kronz, Messal/Kronz.

70) Die Bischofssitze an Rhein (Köln und Mainz) und Mosel (Trier) haben im frühen Mittelalter eigene Glaswerkstätten, die die römischen Glashütten fortsetzten, und können bei der Untersuchung der Absatzorte nicht berücksichtigt werden.

71) Steuer 1987, 142-146.

72) Heute Stadtgebiete von Bornheim und Brühl. – Steuer 1987, 134-142.

73) Sablerolles 1999, 241-242.

74) Reichmann/Siepen 2016. – Reichmann/Siepen/Bode 2019, 213-219.

75) Gerlach u. a. 2016.

76) Reichmann/Siepen/Bode 2019, 219 (mit weiteren Literaturangaben).

77) Pirling/Siepen 2006, 239-304.

78) Obwohl die Franken nach dem Ende der Römerherrschaft in Gellep die rechtsrheinische (germanische) Sitte der Brandbestattung kurzfristig wieder angenommen haben: Reichmann 2014, 98; zu den Formen fränkischer Hohlgläser, Gellep Typen 223-239 (Pirling 1966), 307-311 (Pirling 1974) und 335-340 (Pirling 1979).

79) Mündliche Mitteilung Ch. Reichmann.

80) Zum Fundplatz Duisburg (Beekstraße): Krause 1992, Abb. 22. 28. – Zur Ausgrabung in Bruckhausen: Scherbaum 2011. – Zu den Gräberfeldern in den Duisburger Ortschaften: Stampfuß 1939. – Siegmund 1998, 271-272.

81) Gründe für das Ende des Glas-Imports können veränderte Sitten oder Verschlechterung des Wohlstands sein. – Eine weitere Siedlung, die mit Gläsern in spätrömischer und frühmerowingischer Zeit beliefert worden war, wurde bei Heek (Kreis Borken) ausgegraben. Es gibt durchaus Gläser, die auch im 6. Jh. in die Gegend zwischen Heek und dem Hellwegraum und nordöstlich davon kamen und als Grabbeigaben Verwendung fanden, z. B. in Oberhausen-Sterkrade, Ense-Bremen, Beckum und Rheine-Mesum; von Gläsern aus den beiden letzten Orten wurden Proben entnommen (KHa 215-216) und analysiert.

82) Fremersdorf 1970a. – Die bei Renaturierungsmaßnahmen in Kamen-Westick in den Jahren 1998-2001 (Könemann/Fahr 2015, 198) geborgenen Glasfragmente sind hier nicht berücksichtigt; für Hinweis und Ansichtnahme danke ich R. Fahr, Bergisch Gladbach.

83) Fremersdorf 1970a, 57-64.

84) Fremersdorf 1970b.

85) Fremersdorf 1970b, 101-105. – Die Deutung einiger Fragmenten als Sturzbecher oder Tummler ist nach den Abbildungen zweifelhaft und müsste überprüft werden.

86) Zum Fundplatz Balhorn: Bunte/Kröger-Köb 2007. – Bunte 2008. – Zum Glas in der Pfalz Paderborn: Winkelmann 1984. – Gai 2001. – Siemers 2006.

87) Zur Ausgrabung im Teich der Abtei von Essen-Werden: Brand/Schönfelder 2011. – Brand 2016.

88) Kronz u. a. 2015a. – Zur Verarbeitung von Glas in anderen chemischen Glastypen in der Karolingerzeit s. a. Dodt/Kronz/Simon 2020, Abb. 11.

89) Dodt/Kronz/Simon in Vorb.

90) Zu Duisburg: Dodt u. a. 2018, 452 Abb. 11b; zu Berlin-Britz: Dodt/Kronz/Simon 2018.

91) Vgl. Dodt/Kronz 2018, 194-195. – Für die Vorbereitung und Entnahmen der Proben aus Unterfranken danke ich P. Ettel, R. Obst und P. Wolters, Uni Jena, sowie der Archäologischen Staatssammlung München.

92) Siehe Beiträge von P. Ettel und R. Obst in: Eggenstein u. a. 2008, 68-106. – Ettel/Werther/Wolters 2013.

93) Zeller 1989/1990 und 2008.

94) Dodt u. a. 2018, 452 Abb. 11.

95) Freundliche Auskunft E. Wamers, Frankfurt a. M. – Siehe auch das Doppelgrab unter dem Frankfurter Dom: Wamers 2015.

96) Für Auskünfte danke ich U. von Freeden, Frankfurt a. M. herzlich. – von Freeden 2020, 70-75.

97) Nach Rau 1976, 114-116. – Vgl. Gellep Typ 232.

98) Buchinger 1997, 110-120.

99) Eine größere Anzahl an Gläsern wies auch das fränkische Gräberfeld von Kleinlangheim in Nordbayern am Main auf: Peschek 1996, 90-91. Es handelt sich um Gläser (Sturzbecher und Tummler) der mittleren Merowingerzeit.

100) Koch 1987.

101) Zwar wurden durch W. Czygan (in: Koch 1987) für 100 Gläser vom Runden Berg acht Haupt- und zehn Spurenelemente mittels Atom-Absorbtions-Spektrometrie analysiert, leider wurden seinerzeit wichtige Elemente wie Titan, Zinn oder Antimon nicht bestimmt, sodass die Analysen nur begrenzt aussagekräftig sind. Besonders den Titan-Eisen-Aluminium-Verhältnissen kommt in der Zuweisung der Produktionstypen des Soda-Kalk-Glases eine hohe Bedeutung zu, da sie als überwiegend nicht-intentionell beeinflusste Gehalte den Sandrohstoff charakterisieren; vgl. Beitrag Kronz.

102) D. h., die Pfalz hatte einen Vorgänger als Königsgut in merowingischer Zeit. – Ettel u. a. 2013, 223; Ettel u. a. 2016, 16-21.

103) 2009-2012 fanden neue Ausgrabungen in der karolingischen Pfalz statt, die in einer Dissertation ausgewertet wurden; dabei wurde auch Glas analysiert: Wolters 2018. – S. a. Wolters 2015.

104) Wolters 2018, Taf. 102.

105) Skre 2010.

106) Lund Feveile 2006, 253.

107) Die Friesen handelten vor allem mit Sklaven, friesischen Tuchen, Wein, Seide und andern Luxusgütern: Trier 2012a, 70. – In Mainz lässt sich eine friesische Niederlassung bis in karolingische Zeit mit schriftlichen Quellen belegen: Ellmers 1984, 180-183.

108) Lund Feveile 2006, 253.

109) Bockius 2014 (mit weiterer Literatur).

110) Dietmar/Rakoczy 2002, 30.

111) Mit einer Belegung zwischen 350 und 750: Wagner/ Ypey 2011. – Die Lage und Ausdehnung der Siedlung ist noch unbekannt.

112) Sablerolles 1999, 236.

113) Isings 1980, 226; 2009, 260-265.

114) Die wahrscheinlich wechselseitigen Handelskontakte zwischen Köln und England sowie die Glashütten in England (Hamwic/Southampton, Glastonbury, Faversham) können hier nicht behandelt werden, ebenso wenig wie der Ufermarkt Valkenburg-de Woerd in der Nähe der Rheinmündung sowie der Ufermarkt von Quentovic und die Glashütte von Macquenoise in Nordfrankreich. – Siehe auch Sablerolles 1999, 237. 242 sowie Lund Feveile 2006, 253.

115) 100 Gefäßfragmente.

116) Sablerolles 1999, 229-233.

117) Sablerolles 1999, 242.

118) Segschneider 2002. – Siehe auch Beitrag Segschneider.

119) Segschneider 2002, 118 Abb. 1.

120) Feveile 2013, 5.

121) Bendixen/Lund Hansen/Thorvildsen 1984. – Lund Hansen 1993, 139; 2011, 117-118.

122) Lund Hansen 1993, 236. – Siehe auch zu Sorte Muld auf Bornholm Lund Hansen 2011, 115-116; hier wird Köln konkret als Herstellungsort für Gläser der spätrömischen Zeit in Sorte Muld genannt. – Während die germanische Formenwelt in dieser Zeit nur teilweise vom Kontinent beeinflusst ist, gehören nach ihren Untersuchungen fränkische Gläser zu den großen Gruppen der kontinentalen Kontakte: Lund Hansen 1993, 242-243.

123) Lund Hansen 2011, 117. 122.

124) Die Beobachtung von Harden (Harden 1956), dass in England, vor allem in Kent, wo viele Glasgefäße des 5. und 6. Jhs. gefunden wurden, vor dem 7. Jh. keine Glasverarbeitung stattfand, wurde m. E. bisher nicht durch die Entdeckung einer früheren Glaswerkstatt widerlegt.

125) Lund Hansen 1993, 243-244. – Es ist zu berücksichtigen, dass es auf den Nordfriesischen Inseln zwischen dem 1. Viertel des 6. und der Mitte des 7. Jhs. eine Siedlungslücke gibt; vgl. Beitrag Majchczack/Kronz.

126) Isings 1980, 227-233; 2009, 260-264.

127) Siehe Beitrag Willemsen/Megens/Preiß. – Sablerolles/Henderson 2012.

128) Es gibt unter den Glasgefäßen nur eins mit farbigem Rand: Sablerolles 1999, 238-240. 242. – Während des gesamten frühen Mittelalters war die Terpensiedlung von Wijnaldum offensichtlich in ein Handelssystem eingebunden: Sablerolles 1999, 241.

129) Henderson 1999.

130) Lund Hansen 2011, 118. – Gaut 2011.

131) Sablerolles 1999, 238. – Pöche 2005, 120.

132) Kronz u. a. 2015a.

133) Über eine weiter östlich gelegene Nordsüdroute hatte hingegen ein Import an skandinavischen Handelsplätzen (Hel-

gö, Sorte Muld, Gudme/Lundeborg, Dankirke u. a.) mit Glasgefäßen aus Südosteuropa stattgefunden (Lund Hansen 2011, 127).

134) Segschneider 2002, 118. 127-132.

135) Brandt 2012.

136) Brandt 2012, 90. 110.

137) Zu den Hohlgläsern aus älteren Ausgrabungen in Reric/Groß Strömkendorf s. Pöche 2005, 23-38. Pöche sieht in den Hohlgläsern aus Reric, deren Formenspektrum mit dem aus Ribe, Helgö, Birka, Haithabu und Rostock-Dierkow vergleichbar ist, einen »einheitlichen Warenstrom aus westlicher Richtung, wenngleich eine sichere Bestimmung der dazugehörigen Werkstätten bislang ein Problem darstellt«; Pöche 2005, 38. Jedenfalls stammen die Gefäße, von denen neun Wandstücke mit horizontalem Wulst gefunden wurden, nicht aus Köln; Pöche 2005, 28.

138) Steppuhn 1998, 58-69.

139) In Haithabu wurden sicherlich Glasperlen hergestellt. Ob in den Öfen auch Rohglas hergestellt wurde (Steppuhn 1998, 92-102), kann inzwischen mit einiger Sicherheit verneint werden (Kronz u. a. 2015a). Eine Holglaserzeugung aus Altglas erscheint hingegen möglich, wie Mischgläser aus Soda-Kalk-Glas und Holzascheglas nahelegen (Kronz u. a. 2015a). Einen Import von Gläsern aus dem Rheinland nach Schweden in der Wikingerzeit hatte H. Arbman 1937 angenommen (Arbman 1937, 26-86). Hier gibt es noch zu wenige chemische Glasanalysen für einen Vergleich.

140) Analysen von Glas aus Kaupang mit einem zeitlichen Schwerpunkt in den Jahren von 800-840 ähneln mehr dem vielfältigen Spektrum der Gläser aus Haithabu; sie wurden von Gaut/Henderson 2011 untersucht. – Siehe auch Beitrag Kronz.

141) Lund Hansen 2011, 118. – Es herrschte offensichtlich eine ähnliche Situation wie zwischen Dankirke und Ribe etwas früher.

142) Lund Hansen 2011, 112-113.

143) Glasbruch, Schmelztropfen, Stäbchen und Tesserae: Steuer 1987, 148.

144) Die zerbrochenen Hohlgläser waren nicht als Rohmaterial zur Herstellung neuer Glasgegenstände nach Helgö gekommen, sondern als ganze Gefäße, die dort zerbrochen sind. Ähnliches konstatiert Lund Hansen auch für Ribe (s. Lund Feveile 2006, 254-255) und Dorestad, die gleichzeitig existierten (8.-9. Jh.) und deren Glasformen sie für fränkisch-merowingisch hält (Lund Hansen 2011, 113-114), sowie Pöche für Reric/Groß Strömkendorf (Pöche 2005, 121).

145) Pöche 2005, 69-74. 115-119. – Lund Hansen 2011, 114. 120.

146) Lund Feveile 2006, 253.

147) z. B. Koch 1987 (ohne England); Maul 2002 (Sturzbecher, glockenförmige Becher und Tummler); Feyeux 2003 (nur Nordostfrankreich). – Allerdings geben die Verbreitungskarten auch gleichzeitig Forschungsstände bzw. -schwerpunkte wieder. Vor allem Siedlungsfunde, die weniger gut aufgearbeitet sind und bei denen die Gefäße sich schwerer bestimmen lassen, wurden oft erst später publiziert und sind daher nicht in die Karten eingeflossen; z. B. wurde zur Konzentration von Glasgefäßen des 5./6. Jhs. in Kent (Faversham) noch keine angelsächsische Glashütte gefunden.

148) Koch 1987, 116-124. – Evison 2008, 7.

149) Sablerolles 1999, 235.

150) Diagramm s. Dodt/Kronz/Simon 2019, Abb. 14 und Beitrag Kronz.

151) Sanderson/Hunter 1982: Die Vergleichbarkeit der Analysen ist allerdings mit Vorsicht zu sehen, da aufgrund einer anderen Methodik systematische Abweichungen auftreten könen.

152) Scherben von weiteren Gefäßen an der Nordseeküste Dänemarks wurden in Dankirke und Dejbjerg gefunden: Sablerolles 1999, 235.

153) Evison 1972, 48-49.

154) Koch 1987, 242-247 Abb. 103.

155) Diagramm s. Dodt/Kronz/Simon 2018, Abb. 59 und Beitrag Kronz.

156) Vgl. Gellep 229 (Grab 43) und 330 (Grab 2528). – V. Evison (Evison 1982) teilt in drei Gruppen ein.

157) Koch 1987, 165-170 Abb. 70.

158) Majchczack 2020, 148-149 Abb. 65. – Siehe auch Beitrag Majchczack/Kronz.

159) Auch die Proben KHa 218 und 219, die denselben Glastyp aufweisen, können von Rüsselbechern stammen, was jedoch nicht eindeutig ist.

160) Diagramm s. Beitrag Kronz.

161) Zu Verbreitungskarten s. Koch 1987, 208-212. 219-222. – Maul 2002, Abb. 90-92.

162) Diagramm s. Dodt u. a. 2018, Abb. 11. – Dodt/Kronz/Simon 2018, Abb. 59 und Beitrag Kronz.

163) Eine Hohlglasform mit ähnlicher Spitze, jedoch mit zylindrischem Oberteil, wie es am Kölner Dom im 12./13. Jh. vorkommt, war in Syrien im 5. und 6. Jh. als Lampe in Gebrauch.

164) Die folgende Ausführung fasst die auf dem Dorestad-Kongress 2019 vorgestellten Ergebnisse von A. Kronz zusammen: Dodt/Kronz/Simon 2021, 188-189.

165) Zur Auswahl des Rohmaterials vgl. Sablerolles 1999, 242 (Trichterbecher auf Borg auf den Lofoten).

Literatur

Arbman 1937: H. Arbman, Schweden und das karolingische Reich. Studien zu den Handelsverbindungen des 9. Jahrhunderts (Stockholm 1937).

Aten 2001: N. Aten, Römische bis neuzeitliche Befunde der Ausgrabung auf dem Heumarkt in Köln. Kölner Jahrb. 34, 2001, 623-700.

Behrens 1947: G. Behrens, Merowingerzeit (Original-Altertümer des Zentralmuseums in Mainz). Kataloge RGZM 13 (Mainz 1947).

Bendixen/Lund Hansen/Thorvildsen 1984: RGA^2 5 (1984) 248-253 s. v. Dankirke (K. Bendixen / U. Lund Hansen / E. Thorvildsen).

Berthold u. a. 2017: J. Berthold / D. Hupka / F. Kempken / R. Nehren, Ausgrabungen am Kurt-Hackenberg-Platz und Am Domhof in Köln. Archäologische Untersuchungen im Rahmen des Nord-Süd-Stadtbahnbaus. Kölner Jahrb. 50, 2017, 133-540.

Besteman u. a. 1999: J. C. Besteman / J. M. Bos / D. A. Gerrets / H. A. Heidinga / J. de Koning (Hrsg.), The Excavations at Wijnaldum. Reports on Frisia in Roman and Medieval Times 1 (Rotterdam, Brookfield 1999).

Bockius 2014: R. Bockius, Binnenfahrzeuge im Karolingerreich. In: P. Ettel / F. Daim / S. Berg-Hobohm / L. Werther / Ch. Zielhofer (Hrsg.), Großbaustelle 793. Das Kanalprojekt Karls des Großen zwischen Rhein und Donau. Mosaiksteine. Forsch. RGZM 11 (Mainz 2014) 81-86.

von Boeselager 2016: D. von Boeselager, Römische Gläser aus Gräbern an der Luxemburger Straße in Köln. Typologie, Chronologie, Grabkontexte. Kölner Jahrb. 45, 2012, 7-526.

Brand 2016: C. Brand, Die Benediktinerabtei Werden – ein Mustergut der Karolingerzeit. Arch. Rheinland 2016, 181-183.

Brand/Schönfelder 2011: C. Brand / U. Schönfelder, Die Ausgrabung eines unbekannten karolingerzeitlichen Teiches der Abtei Werden. Arch. Rheinland 2011, 151-153.

Brandt 2012: K. Brandt, Hollingstedt an der Treene. Ein Flusshafen der Wikingerzeit und des Mittelalters für den Transitverkehr zwischen Nord- und Ostsee (Neumünster 2012).

Buchinger 1997: B. Buchinger, Die frühmittelalterlichen Grabfunde von Wiesbaden. Europäische Hochschulschriften R. 3, Geschichte und ihre Hilfswissenschaften 751 (Frankfurt a. M 1997).

Bunte 2008: T. Bunte, Zwischen Veränderung und Tradition. In: Eggenstein u. a. 2008, 133-143.

Bunte/Kröger-Köb 2007: T. Bunte / N. Kröger-Köb, Balhorn in Merowinger- und Karolingerzeit. In: Ch. Grünewald / T. Capelle (Hrsg.), Innere Strukturen von Siedlungen und Gräberfeldern als Spiegel gesellschaftlicher Wirklichkeit. Internat. Sachsensymposion 57 (Münster 2007) 19-28.

Clemens 2012: L. Clemens, Hochmittelalterliche Glasproduktion auf der Kordeler Hochmark. In: L. Clemens / P. Steppuhn, Glasproduktion. Archäologie und Geschichte. Beiträge zum 4. Internationalen Symposium zur Erforschung mittelalterlicher und frühneuzeitlicher Glashütten Europas (Trier 2012) 29-42.

de Bernardy de Sigoyer u. a. 2005: S. de Bernardy de Sigoyer / C. Péters / S. Mathieu / Ch. Fontaine, Vestiges de fours de verriers d'époque mérovingienne à Huy *Aux Ruelles* (Belgique): Aperçu des trovailles. Bull. Assoc. Française Arch. du Verre 2005, 29-33.

Dietmar/Rakoczy 2002: C. Dietmar / C. P. Rakoczy, Köln, der Rhein und das Meer. 2000 Jahre Kölner Schifffahrts- und Hafengeschichte (Köln 2002).

Dietmar/Trier 2011: C. Dietmar / M. Trier, Colonia – Stadt der Franken (Köln 2011).

Dodt 2019: M. Dodt, Der Kölner Hafen im Frühen Mittelalter. In: Mirschenz/Gerlach/Bemmann 2019, 177-193.

Dodt/Kronz 2021: M. Dodt / A. Kronz, Frühmittelalterliche Glaswerkstätten in Köln und ihr Export an den Mittel- und Oberrhein, den Main und die Mosel. In: M. Gierszewska-Noszczynska / L. Grunwald (Hrsg.), Zwischen Machtzentren und Produktionsorten. Wirtschaftsaspekte von der römischen Epoche bis in das Hochmittelalter am Rhein und seinen Nachbarregionen. RGZM – Tagungen 45 (Mainz 2021) 189-199.

2022: M. Dodt / A. Kronz, Römische und frühmittelalterliche Glasfabrikation in Tier. Ihre Bedeutung anhand chemischer Analysen. Kölner Jahrb. 55, 2022, 287-301.

Dodt/Kronz/Simon 2018: M. Dodt / A. Kronz / K. Simon, Analyse zur Ermittlung des Herstellungsortes der Glasschale aus Berlin-Britz (Museum für Vor- und Frühgeschichte Berlin, Kat.-Nr. If 16420). In: M. Bertram / C. M. Melisch, Ein kleiner Prinz. Neues vom »Britzer Mädchengrab«. Acta Praehist. et Arch. 50, 2018, 251-321.

2019: M. Dodt / A. Kronz / K. Simon, Glaswerkstätten am frühmittelalterlichen Hafen Kölns. In: Mirschenz/Gerlach/Bemmann 2019, 363-398.

2021: M. Dodt / A. Kronz / K. Simon, Production of early medieval Glass in Cologne and its export via Dorestad. In: A. Willemsen / H. Kik, Dorestad and its Networks. Communities, Contact and Conflict in Early Medieval Europe. Proceedings of the Third »Dorestad Congress« held at the National Museum of Antiquities, Leiden, the Netherlands, 12-15 June 2019. Papers Arch. Leiden Mus. Antiqu., PALMA 25 (Leiden 2021) 179-191.

in Vorb.: M. Dodt / A. Kronz / K. Simon, Karolingisches Glas in Essen-Werden. In: C. Brand (Hrsg.), Ausgrabungen in der Abtei Essen-Werden (in Vorb.).

Dodt/Schäfer 2019: M. Dodt / A. Schäfer, Der Kölner Hafen in der Römerzeit. In: Mirschenz/Gerlach/Bemmann 2019, 153-176.

Dodt u. a. 2018: M. Dodt / L. Grunwald / A. Kronz / K. Simon, Glasfragmente aus den Töpfereibefunden von Mayen in der Eifel. Ein Beitrag zur engen Vernetzung der Wirtschaftsstandorte Mayen und Köln im 5. und 6. Jahrhundert. Kölner Jahrb. 51, 2018, 437-456.

Doppelfeld 1960: O. Doppelfeld, Das fränkische Frauengrab unter dem Chor des Kölner Domes. Germania 38, 1960, 89-113.

1964: O. Doppelfeld, Das fränkische Knabengrab unter dem Chor des Kölner Domes. Germania 42, 1964, 156-188.

1966: O. Doppelfeld, Römisches und fränkisches Glas in Köln (Köln 1966).

Eggenstein u. a. 2008: G. Eggenstein / N. Börste / H. Zöller / E. Zahn-Biemüller (Hrsg.), Eine Welt in Bewegung. Unterwegs zu Zentren des frühen Mittelalters [Ausstellungskat. Karlburg, Paderborn-Balhorn] (München, Berlin 2008).

Ellmers 1984: D. Ellmers, Frühmittelalterliche Handelsschiffahrt in Mittel- und Nordeuropa. Offa-Bücher 28 (Neumünster 1984).

Ettel/Werther/Wolters 2013: P. Ettel / L. Werther / P. Wolters, Vorbericht zu den Untersuchungen 2009 bis 2012 im Königsgutbezirk und Pfalzgebiet Salz, Lkr. Rhön-Grabfeld. In: Beitr. Arch. Ober- u. Unterfranken 8 (Büchenbach 2013) 213-248.

Ettel u. a. 2016: P. Ettel / L. Werther / P. Wolters / A. Wunschel, Die Pfalz Salz und das Neustädter Becken – Lebensraum für Könige. Jenaer Arch. Forsch. 2 (Jena 2016).

Evison 1972: V. Evison, Glass cone Beakers of the »Kempston« Type. Journal Glass Stud. 14, 1972, 48-66.

1982, V. Evison, Anglo-Saxon Glass Claw Beakers. Arch. London 107, 1982, 43-76.

2008: V. Evison, Catalogue of the Anglo-Saxon Glass in the British Museum (London 2008).

Feveile 2013: C. Feveile, Ribe zur Wikingerzeit (Ribe 2013).

Feyeux 2003: J.-Y. Feyeux, Le verre mérovingien du quart nord-est de la France (Paris 2003).

von Freeden 2020: U. von Freeden, Das frühmittelalterliche Gräberfeld von Frankfurt am Main-Harheim. Notizen und Katalog zu Befunden und Funden. Schr. Arch. Mus. Frankfurt 30 (Regensburg 2020).

Fremersdorf 1928: F. Fremersdorf, Römische Gläser aus Köln. Ein kurzer Überblick über die Bestände der römischen Abteilung des Wallraf-Richartz-Museums (Köln 1928).

1955: F. Fremersdorf, Das fränkische Reihengräberfeld Köln-Müngersdorf. Germ. Denkmäler Völkerwanderungszeit 6 (Berlin 1955).

1970a: F. Fremersdorf, Funde aus der germanischen Siedlung Westick bei Kamen, Kreis Unna. Die antiken Glasfunde. In: H. Beck (Hrsg.), Spätkaiserzeitliche Funde in Westfalen. Bodenalt. Westfalen 12 (Münster 1970) 50-64.

1970b: F. Fremersdorf, Die germanischen Siedlung auf dem Gelände der Zeche Erin in Castrop-Rauxel. Die antiken Glasfunde. In: H. Beck (Hrsg.), Spätkaiserzeitliche Funde in Westfalen. Bodenalt. Westfalen 12 (Münster 1970) 83-106.

Freestone/Hughes/Stapleton 2008: I. C. Freestone / M. J. Hughes / C. P. Stapleton, The Composition and Production of Anglo-Saxon Glass. In: Evison 2008, 29-46.

Gai 2001: S. Gai, Überreste karolingischer Glasproduktion. Die Ofenanlage und das gläserne Fundspektrum aus den Pfalzgebäuden in Paderborn. In: »Zwischen den Zeiten«. Archäologische Beiträge des Mittelalters in Mitteleuropa. Festschrift für Barbara Scholkmann (Rahden/Westf. 2001) 305-317.

Gaitzsch/Wedepohl 2000: W. Gaitzsch / K. H. Wedepohl, Spätrömische Glashütten im Harnbacher Forst. Archäologische Befunde und geochemische Analysen. In: H. G. Horn / H. Hellenkemper / G. Isenberg / H. Koschik (Hrsg.), Fundort Nordrhein-Westfalen. Schr. Bodendenkmalpfl. Nordrhein-Westfalen 5, 2000, 298-301.

Gaitzsch u. a. 2000: W. Gaitzsch / A.-B. Follmann / K. H. Wedepohl / G. Hartmann / U. Tegtmeier, Spätrömische Glashütte im Harnbacher Forst – Produktionsort der ECVA-Fasskrüge. Bonner Jahrb. 200, 2000, 83-315.

Gaut 2011: B. Gaut, Vessel Glass and Evidence of Glassworking. In: D. Skre (Hrsg.), Things from the Town. Artefacts and Inhabitants in Viking-Age Kaupang. Kaupang Excavation Project. Publ. Ser. 3. Norske Oldfunn 24 (Oslo 2011) 169-279.

Gaut/Henderson 2011: B Gaut / J Henderson, Appendix 9.1 Compositional analyses. In: D. Skre (Hrsg.), Things from the Town. Artefacts and Inhabitants in Viking-age Kaupang. Kaupang Excavation Project. Publ. Ser. 3. Norske Oldfunn 24 (Oslo 2011) 262-271.

Gerlach u. a. 2016: R. Gerlach / A. Röpke / H. Kels / J. Meurers-Balke, Der Essenberger Rheinbogen, seine römische und nachrömische Geschichte mit einem Ausblick auf den Duisburger Rheinbogen. Dispargum – Jahresber. Duisburger Stadtarch. 1, 2016, 23-46.

Goethert 2010/2011: K. Goethert, Spätantike Glasfabrikation in Trier. Funde aus dem Töpfereiviertel und an der Hohenzollernstraße. Trierer Zeitschr. 73/74, 2010/2011, 67-153.

Haberey 1942: W. Haberey, Spätrömische Gläser aus Gräbern von Mayen. Bonner Jahrb. 147, 1942, 249-284.

Haevernick 1981: T. E. Haevernick, Karolingisches Glas aus St. Dionysius in Esslingen (1979). In: T. E. Haevernick, Beiträge zur Glasforschung. Die wichtigsten Aufsätze von 1938 bis 1981 (Mainz 1981) 384-398.

Harden 1956: D. B. Harden, Glass Vessels in Britain and Ireland A. D. 400-1000. In: D. B. Harden (Hrsg.), Dark Age Britain. Studies Presented to E. T. Leeds (London 1956) 132-167.

Henderson 1999: J. Henderson, Scientific analysis of the glass and the glass-bearing artefacts: Technique, raw materials used and archaeological interpretation. In: Besteman u. a. 1999, 287-297.

Höltken 2006: T. Höltken, Heumarkt V. Karolingisch-ottonische Hausbefunde vom Heumarkt in Köln. Kölner Jahrb. 39, 2006, 457-520.

Hunter/Heyworth 1998: J. R. Hunter / M. P. Heyworth, The Hamwic Glas. CBA Research Report 116 (York 1998).

Isings 1980: C. Isings, Glass. In: W. A. van Es / W. J. H. Verwers, Excavations at Dorestad 1. The Harbous: Hoogstraat I. Nederlands Oudheden 9 (Amersfoord 1980) 225-237.

2009: C. Isings, Glass. In: W. A. van Es / W. J. H. Verwers, Excavations at Dorestad 3. Hoogstraat 0, II-IV. Nederlands Oudheden 16 (Amersfoord 2009) 259-279.

Kempken 2001: F. Kempken, Spätantike und frühmittelalterliche Funde vom Heumarkt in Köln. Kölner Jahrb. 34, 2001, 701-747.

Koch 1987: U. Koch, Der Runde Berg bei Urach 6. Die Glas- und Edelsteinfunde aus den Plangrabungen 1967-1983 (Heidelberg 1987).

Könemann/Fahr 2015: P. Könemann / R. Fahr, Neues zu Kamen-Westick – Forschungen zu Metallfunden und zur Importkeramik (Kr. Unna). Arch. Westfalen-Lippe 2015, 196-200.

Krause 1992: G. Krause, Archäologische Zeugnisse zum ältesten Duisburg. Duisburger Forsch. 38 (Duisburg 1992) 93-168.

Kronz u. a. 2015a: A. Kronz / V. Hilberg / K. Simon / K. H. Wedepohl, Glas aus Haithabu. Zeitschr. Arch. Mittelalter 43, 2015, 39-58.

Kronz u. a. 2015b: A. Kronz / K. Simon / W. Giertz / S. Ristow, Karolingerzeitliche Gold-Glastessellae aus dem Aachener Dom. In: T. Gluhak / S. Greiff / K. Kraus / M. Prange (Hrsg.), Archäometrie und Denkmalpflege. Jahrestagung an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, 25.-28. März 2015. Metalla, Sonderh. 7 (Bochum 2015) 66-68.

Kunow 1985: J. Kunow, Römisches Importgeschirr in der Germania libera bis zu den Markomannenkriegen: Metall- und Glasgefäße. ANRW II 12.3 (Berlin 1985) 229-279.

La Baume 1951: P. La Baume, Das fränkische Gräberfeld von Köln-Junkersdorf (Berlin 1951).

Loeschcke 1915: S. Loeschcke, Zur angeblichen römischen Glashütte auf der Hochmark b. Cordel. B. Römische Glasfabrikation in Trier. Röm.-Germ. Korrbl. 8, 1915, 49-57.

Lund Feveile 2006: L. Lund Feveile, Hulglasskår fra markedspladsen i Ribe, ASR 9 Posthuset. In: C. Feveile (Hrsg.), Ribe studier. Det ældste Ribe. Udgravninger på nordsiden af Ribe Å 1984-2000. Bd. 1.1. Jysk Arkæologisk Selskabs Skrifter 51 (Åhus, Ribe 2006) 195-277.

Lund Hansen 1993: U. Lund Hansen, Neues aus der Glasforschung in Skandinavien, 4. bis 8. Jh. In: Annales du 12e congrès de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre. Vienne – Wien, 26-31 août 1991 (Amsterdam 1993) 235-246.

2011: U. Lund Hansen, New analyses of Helgö drinking-glass fragments. In: B. Arrhenius / U. O'Meadhra (Hrsg.), Excavations at Helgö 18 (Stockholm 2011).

Maul 2002: B. Maul, Frühmittelalterliche Gläser des 5.-7./8. Jahrhunderts n. Chr. Sturzbecher, glockenförmige Becher, Tummler und Glockentummler. Univforsch. Prähist. Arch. 84 (Bonn 2002).

Mirschenz/Gerlach/Bemmann 2019: M. Mirschenz / R. Gerlach / J. Bemmann (Hrsg.), Der Rhein als europäische Verkehrsachse 3. Bonner Beitr. Vor- u. Frühgesch. Arch. 22 (Bonn 2019).

Müssemeier 2012: U. Müssemeier, Die merowingerzeitlichen Funde aus der Stadt Bonn und ihrem Umland. Rhein. Ausgr. 67 (Darmstadt 2012).

Päffgen 1992: B. Päffgen, Die Ausgrabungen in St. Severin zu Köln. Kölner Forsch. 5 (Köln 1992).

2003: B. Päffgen, Glasherstellung spätrömischer und frühmittelalterlicher Zeit im Rheinland und dessen Nachbargebieten. Beitr. Mittelalterarch. Österreich 19, 2003, 9-28.

Päffgen/Quarg 2001: B. Päffgen / G. Quarg, Die Fundmünzen der Merowingerzeit aus den Ausgrabungen auf dem Heumarkt in Köln. Kölner Jahrb. 34, 2001, 749-757.

Päffgen/Wedepohl 2004: B. Päffgen / K. H. Wedepohl, Frühmerowingerzeitliche Glasherstellung in Hasselsweiler bei Jülich. Kölner Jahrb. 37, 2004, 835-858.

Peschek 1996: Ch. Peschek, Das fränkische Reihengräberfeld von Kleinlangheim, Lkr. Kitzingen, Nordbayern. Germ. Denkmäler Völkerwanderungszeit A 17 (Berlin 1996).

Péters/de Bernardy de Sigoyer 2016: C. Péters / S. de Bernardy de Sigoyer, Une ville mosane entre le Ve et le XIIe siècle: l'apport de l'archéologie à l'histoire de Huy (Belgique, Wallonie, Province de Liège). In: Des fleuves et des hommes à l'époque mérovingienne. Territoire fluvial et société au premier Moyen Âge (Ve-XIIe siècle). Actes des XXXIIIèmes Journées Internationales d'Archéologie mérovingienne, Strasbourg, 28-30 septembre 2012. Mémoires de l'Association française d'Archéologie mérovingienne 32 = Revue Arch. de l'Est, Suppl. 42 (Dijon 2016) 61-73.

Péters/Fontaine-Hodiamont 2005: C. Péters / Ch. Fontaine-Hodiamont, Huy et le travail du verre à l'époque mérovingienne: étude préliminaire du matériel trouvé rue Sous-le-Château et place Saint-Séverin. In: J. Plumier (éd.), Voies d'eau, commerce et artisanat en Gaule mérovingienne. Études et documents, archéologie 10 (Namur 2005) 233-268.

von Pfeffer 1953: W. von Pfeffer, Zur Typologie merowingerzeitlicher Gläser mit Fadenverzierung. In: H. Klumbach (Hrsg.), Festschrift des Römisch-Germanischen Zentralmuseums in Mainz zur Feier seines hundertjährigen Bestehens 1952, 3 (Mainz 1953) 147-160.

Pirling 1966: R. Pirling, Das römisch-fränkische Gräberfeld von Krefeld-Gellep, 1934-1959. Germ. Denkmäler Völkerwanderungszeit B 2 (Stuttgart 1966).

1974: R. Pirling, Das römisch-fränkische Gräberfeld von Krefeld-Gellep, 1960-1963. Germ. Denkmäler Völkerwanderungszeit B 8 (Stuttgart 1974).

1979: R. Pirling, Das römisch-fränkische Gräberfeld von Krefeld-Gellep, 1964-1965. Germ. Denkmäler Völkerwanderungszeit B 10 (Stuttgart 1979).

Pirling/Siepen 2006: R. Pirling / M. Siepen, Die Funde aus den römischen Gräbern von Krefeld-Gellep. Germ. Denkmäler Völkerwanderungszeit B 20 (Stuttgart 2006).

Plum 2003: R. M. Plum, Die merowingerzeitliche Besiedlung in Stadt und Kreis Aachen sowie im Kreis Düren. Rhein. Ausgr. 49 (Mainz 2003).

Pöche 2005: A. Pöche, Perlen, Trichtergläser, Tesserae. Spuren des Glashandels und Glashandwerks auf dem frühgeschichtlichen Handelsplatz von Groß Strömkendorf, Landkreis Nordwestmecklenburg. Forsch. Groß Strömkendorf 2. Beitr. Ur- u. Frühgesch. Mecklenburg-Vorpommern 44 (Schwerin 2005).

Rademacher 1942: F. Rademacher, Fränkische Gläser aus dem Rheinland. Bonner Jahrb. 147, 1942, 285-344.

1963: F. Rademacher, Die deutschen Gläser des Mittelalters (Berlin 1933, Nachdruck Darmstadt 1963).

Rau 1976: H. G. Rau, Konische Glasbecher mit schrägen Wandrillen als Beleg frühfränkischer Glasproduktion. In: T. E. Haevernick / A. von Saldern (Hrsg.), Festschrift für Waldemar Haberey (1976) 111-120.

Reichmann 1996: Ch. Reichmann, Frühe Franken in Germanien. In: Die Franken – Wegbereiter Europas. Vor 1500 Jahren: König Chlodwig und seine Erben [Ausstellungskat. Mannheim] (Mainz 1996) 55-65.

2007: Ch. Reichmann, Der Hellweg als Handelsverbindung und der Rheinhafen Gelduba. In: W. Melzer / T. Capelle (Hrsg.), Bleibergbau und Bleiverarbeitung während der römischen Kaiserzeit im rechtsrheinischen Barabaricum. Soester Beitr. Arch. 8 (Soest 2007) 147-161.

2014: Ch. Reichmann, Römer und Franken am Niederrhein (Mainz 2014).

Reichmann/Siepen 2016: Ch. Reichmann / M. Siepen, Rheinverläufe und Hafenlokalisierung im Kontext der Siedlungsdynamik des antiken und frühmittelalterlichen Gelduba. In: J. Bemmann / M. Mirschenz (Hrsg.), Der Rhein als europäische Verkehrsachse 2. Bonner Beitr. Vor- u. Frühgesch. Arch. 19 (Bonn 2016) 263-284.

Reichmann/Siepen/Bode 2019: Ch. Reichmann / M. Siepen / M. Bode, Der römische und frühmittelalterliche Hafen von Krefeld-Gellep. In: Mirschenz/Gerlach/Bemmann 2019, 213-232.

Roth/Trier 2001: H. Roth / M. Trier, Ausgewählte Funde des 4. bis 11. Jahrhunderts aus den Ausgrabungen auf dem Heumarkt in Köln. Kölner Jahrb. 34, 2001, 759-791.

Saal 2014: E. Saal, Das merowingerzeitliche Gräberfeld von Rhens, Landkreis Mayen-Koblenz. In: Arch. Mittelrhein u. Mosel 20 (Koblenz 2014) 159-485.

Sablerolles 1999: Y. Sablerolles, The Glass Vessel Finds. In: Besteman u. a. 1999, 229-252.

Sablerolles/Henderson 2012: Y. Sablerolles / J. Henderson, De glasvondsten. In: J. Dijkstra (Hrsg.), Het domein van de boer en de ambachtsman. Een opgraving op het terrein van de voormalige fruitveiling te Wijk bij Duurstede: een deel van Dorestad en de villa Wijk archeologisch onderzocht. ADC ArcheoProjecten 2012 = ADC Monogr. 12 (Amersfoort 2012) 293-354.

Sanderson/Hunter 1982: D. C. W. Sanderson / J. R. Hunter, The neutron activation analysis of archaeological glasses from Scandinavia and Britain. PACT, Journal European Stud. Group Physical, Chemical and Mathematical Techniques Applied to Arch. 7, Part B, 401-419.

Scherbaum 2011: J. Scherbaum, Ein spätantikes Grubenhaus in Duisburg-Bruckhausen. In: C. Euskirchen (Hrsg.), Geschichte eines Stadtteils im Duisburger Norden. Arch. Denkmalpflege Duisburg 10 (Duisburg 2011) 33-41.

Segschneider 2002: M. Segschneider, Fränkisches Glas im Dünensand. Ein Strandmarkt des 5. Jahrhunderts auf der nordfriesischen Insel Amrum und die völkerwanderungszeitliche Handelsroute zwischen Rhein und Limfjord. Arch. Korrbl. 32, 2002, 117-136.

Siegmund 1998: F. Siegmund, Merowingerzeit am Niederrhein. Die frühmittelalterlichen Funde aus dem Regierungsbezirk Düsseldorf und dem Kreis Heinsberg. Rhein. Ausgr. 34 (Bonn 1998).

Siemers 2006: S.-H. Siemers, Völkerwanderung und Stadtplanung. Die Ausgrabung »Königstraße 72« oberhalb der Warmen Pader. In: S. Spiong / M. Wemhoff (Hrsg.), Scherben der Vergangenheit. Neue Ergebnisse der Stadtarchäologie in Paderborn (München 2006) 87-103.

Skre 2010: D. Skre, From Dorestad to Kaupang. Frankish Traders and Settlers in a 9th century Scandinavian Town. In: A. Willemsen / H. Kik, Dorestad in an International Framework. New research on centres of trade and coinage in Carolingian times. Proceedings of the first Dorestad congress held at the National Museum of Antiquities Leiden, the Netherlands, June 24-27, 2009 (Turnhout 2010) 137-141.

Stampfuß 1939: R. Stampfuß, Der spätfränkische Sippenfriedhof von Walsum. Quellenschr. Westdt. Vor- u. Frühgesch. 1 (Leipzig 1939).

Steppuhn 1998: P. Steppuhn, Die Glasfunde von Haithabu. Ber. Ausgr. Haithabu 32 (Neumünster 1998).

Steuer 1987: H. Steuer, Der Handel der Wikingerzeit zwischen Nord- und Osteuropa aufgrund archäologischer Zeugnisse. In: K. Düwel / H. Jankuhn / H. Siems / D. Timpe (Hrsg.), Untersuchungen zu Handel und Verkehr der vor- und frühgeschichtlichen Zeit in Mittel- und Nordeuropa 4 (Göttingen 1987) 113-197.

Strobl 1990: S. Strobl, Glastechnik des Mittelalters (Stuttgart 1990).

Theophilus: Theophilus Presbyter, Diversarum Artium Schedula oder De diversis artibus (um 1120).

Trier 2002: M. Trier, Köln im frühen Mittelalter: Zur Stadt des 5. bis 10. Jahrhunderts aufgrund archäologischer Quellen. In: J. Henning (Hrsg.), Europa im 10. Jahrhundert. Archäologie einer Aufbruchszeit. Internationale Tagung in Vorbereitung der Ausstellung »Otto der Große, Magdeburg und Europa« (Mainz 2002) 301-310.

2012: M. Trier, Flusshandel und Rheinhafen im römischen und frühmittelalterlichen Köln. In: W. Schäfke (Hrsg.), Hafenstadt Köln (Köln 2012) 36-75.

Wagner/Ypey 2011: A. Wagner / J. Ypey, Das Gräberfeld auf dem Donderberg bei Rhenen (Leiden 2011).

Wamers 2015: E. Wamers, Franconofurd 2. Das bi-rituelle Kinderdoppelgrab der späten Merowingerzeit unter der Frankfurter Bartholomäuskirche (»Dom«). Archäologische und naturwissenschaftliche Untersuchungen. Schr. Arch. Museum Frankfurt 22.2 (Regensburg 2015).

Wedepohl/Winkelmann/Hartmann 1997: K. H. Wedepohl / W. Winkelmann / G Hartmann, Glasfunde aus der karolingischen Pfalz in Paderborn und die frühe Holzasche-Glasherstellung. Ausgr. u. Funde Westfalen-Lippe 9A (Münster 1997) 41-53.

Wolters 2015: P. Wolters, Der Veitsberg – Mittelpunkt der Pfalz Salz? Das Neustädter Becken als frühmittelalterlicher Zentralraum. In: T. Heiler / U. Lange / G. K. Stasch / F. Verse (Hrsg.), Die Rhön – Geschichte einer Landschaft (Petersberg 2015) 217-232.

2018: P. Wolters, Die Befestigung auf dem Veitsberg. Archäologische Untersuchungen zu palatium und castellum im karolingisch-ottonischen Pfalzgebiet Salz [unpubl. Diss. Univ. Jena 2018].

Zeller 1989/1990: G. Zeller, Das fränkische Gräberfeld von Ingelheim, Rotweinstraße. Grabungskampagne 1978-79. Mainzer Zeitschr. 84/85, 1989/1990, 305-368.

2008: G. Zeller, Das fränkische Gräberfeld von Ingelheim, Rotweinstraße. Grabungskampagne 1990. Mainzer Arch. Schr. 8, 2008, 269-275.

Zusammenfassung

Am Kölner Hafen waren Glashütten während des gesamten frühen Mittelalters, d. h. von der zweiten Hälfte des 5. bis zur Mitte des 10. Jahrhunderts tätig. Sie knüpften an die römischen Glaswerkstätten an, die den bedeutendsten Wirtschaftsfaktor der Colonia Agrippina bildeten. Die merowingerzeitlichen Werkstätten stellten überwiegend Glasgefäße her; Glockenbecher, Spitzbecher, kleine Schalen, Rüsselbecher, Sturzbecher, Tummler, jeweils mit unterschiedlicher Verzierung. Unter den Glasperlen sind große wirtelförmige Perlen mit Wirbelverzierung und Fabrikationsspuren bemerkenswert. Die in karolingischer Zeit hergestellten Trichterbecher waren ohne Verzierung. Die frühmittelalterlichen Glaswerkstätten verwendeten auch nach der Erfindung des Holzascheglases kurz vor dem Jahre 800 nur Soda-Kalk-Glas.

Der Export der Kölner Gläser des frühen Mittelalters rheinabwärts (Krefeld-Gellep), zur Nordsee (Amrum, Föhr, Sylt) und in den Ostseeraum (Reric) ist gut belegt, jedoch waren die Kölner Werkstätten hier nicht die einzigen Lieferanten von Glasgefäßen. An den mittleren und oberen Rhein, das Moselmündungsgebiet sowie den unteren Main wurde sehr wahrscheinlich Glas verhandelt, jedoch sind die Nachweise spärlicher, und es gab Konkurrenz durch die Mainzer und Trierer Glaswerkstätten. Ein Export Kölner Glasgefäße über den Hellweg ist nur für Rüsselbecher nachzuweisen.

Summary

In this article, the existence of glass manufacturers at the Cologne harbour during the entire early Middle Ages, i. e. from the second half of the 5th to the middle of the 10th century AD, can be described on basis of the archeological context.
The Frankish glass manufacturers followed the Roman tradition. In fact, the last Roman glass manufacturer, being active in the first half of the 5th century AD, could be spotted in the city center (near the medieval church St. Columba) due to the detection of a crucible. The Merovingian glass manufactures were constructed in a Frankish craftsmen's settlement at the harbour (»Rheinvorstadt«) and concentrated on the manufacturing of glass vessels. The production of glass beads played a secondary role and was limited to the Merovingian period. Essentially, small beads of a single colour or large whorl beads decorated with swirls were manufactured. Flat glass, usually necessary for window glazing of churches in the early Middle Ages, was occasionally found, but could not be examined due to difficult dating, that is, there was no specific form pinpointing to an exact location and thus a determined period. A production of Carolingian flat glass at the Cologne harbour cannot be verified by analytical methods. However, a wide range of different glass vessel finds can be attributed to the Cologne harbour. The verifiable range of forms of glass vessels manufactured at the Cologne harbour includes stemmed beakers, optically blown cone beakers, cone beakers with loop decoration (type Kempston), claw beakers, bowls with melted threads, bowls with feather patterns, bowls with thread and loop decoration, bell beakers, palm cups and bell tumblers as well as funnel beakers. Remarkably, even after the invention of wood ash, a production method using potash as a flux, the Cologne glass workshops continued processing exclusively soda-lime glass, which they obtained either as HIMT glass or by recycling Roman, colourless glass. It is not clear whether they were aware of the lower stability of the wood ash glass. In doing so, they might simply have relied on a well proven production recipe. Interestingly, the temporal distribution of glass finds in settlements is similar to that in the glass manufacturing sites at the Cologne harbour: There are quite a lot of different – and even sophisticated – forms of glass vessels from the early Merovingian period (second half of the 5th to the first half of the 6th century AD), for instance in Bonn-Bechlinghoven, Wijnaldum, Norddorf on Amrum and Dankirke by the North Sea. Bell beakers, which make up numerically the highest number of glass vessels in Merovingian burial fields, can only be detected to a small extent within the Cologne harbour production. In comparison, there are much more finds regarding bell beakers and funnel beakers from the 8th to the 9th century AD at both sites, the Colonian production site as well as in settlements – especially in settlements in the surroundings of the North Sea and Baltic Sea. The examination of the export routes took place in form of random samples and is based particularly on chemical glass signatures, which were compared with the glass signatures of vessel types attributed to the Cologne port. Relying on archaeological methods, certain vessels can be excluded as imports from Cologne due to their shape, glass colour or decoration. The hypothetical trade routes were investigated by relying on glass beakers and bowls with loop decoration as well as on claw beakers from the Merovingian period and simple funnel beakers from the Carolingian period. An export of Cologne glass vessels via the Hellweg cannot be verified regarding any of the examined vessel types. On the other hand, an export to the middle and upper Rhine, the Moselle estuary and the lower Main is very likely, but there was competition from Mainz and Trier glass manufacturers on the Main and Moselle. The export down the Rhine (Krefeld-Gellep) to the North Sea (Amrum, Föhr, Sylt) and the Baltic Sea Region (Reric) is well documented, but the Cologne manufacturers were not the only suppliers of glass vessels there. The Anglo-Saxon glass manufacturers started their activity only around AD 600, so that they were no competitors for the Cologne smelter in the 5th/6th century AD; Given that fact, the numerous glass vessels from the 5th and 6th century AD that were discovered in Kent, the region of England nearest to the mouth of the Rhine, could even come from Cologne. There are still numerous other trading places and market places on the waterways to be examined regarding the question of a possible import from the Cologne glass manufacturers of the early Middle Ages as well as from other glass manufacturers. Presumably this will modify or correct the trade routes exposed here.
Translation: Matthias Fox, Bonn

ALFRED SCHÄFER

RÖMISCHE GLASMACHERWERKSTÄTTEN DES 3. UND 4. JAHRHUNDERTS IN DER SÜDLICHEN VORSTADT DES RÖMISCHEN KÖLN

Köln war ein »Zentrum antiker Glaskunst«, wie eine Sonderausstellung im Römisch-Germanischen Museum 2016 eindrucksvoll zeigte[1]. Mehrere Tausend römische Glasgefäße sind bis heute aus Kölner Boden geborgen worden. Sie überdauerten als Grabbeigaben die Jahrhunderte. In der dicht bebauten Kölner Innenstadt wurden hingegen nur wenige antike Glasmacherwerkstätten archäologisch erforscht[2]. Charakteristisch für solche Betriebe sind Arbeitsöfen, in denen Glas in Keramikschüsseln, sogenannten Glashäfen, geschmolzen wurde. In Temperöfen legte man die geformten Glasgefäße zum langsamen Kühlen ab[3]. Werkstattabfälle wie Rohglas, zerborstene Schmelztiegel, Glasfäden und -tropfen, verschmolzenes und blasig verschlacktes Glas, Pfeifenabschläge oder Glaskappen verweisen auf die Funktion von Glasschmelzöfen[4]. Scherben von Hohlglas und Flachglas sind entweder als Überreste lokaler Herstellung oder Recyclingglas zu deuten. Werkzeuge der Glasmacher sind dagegen selten überliefert[5]. In der Regel dürften aufgelassene Glaswerkstätten nach wieder verwertbarem Material durchsucht worden sein. Man sammelte Altglas zum Wiedereinschmelzen[6]. Aufgrund dieser problematischen Überlieferungslage und der zweitausendjährigen Siedlungskontinuität verwundert es nicht, warum in Köln bislang allein Glaswerkstätten des 1. und 2. Jahrhunderts untersucht worden sind, obgleich es auch in spätrömischer Zeit solche Werkstätten gegeben haben muss[7]. Eine Rettungsgrabung des Römisch-Germanischen Museums, die 2015 anlässlich eines Bauvorhabens an der Tel-Aviv-Straße 1 in der Innenstadt durchgeführt wurde, gewährt erstmals einen Einblick in eine spätantike Glaswerkstatt in Köln[8]. Die archäologische Ausgrabung lag im Bereich der ehemaligen südlichen Vorstadt der Colonia Claudia Ara Agrippinensium (CCAA). Der jüngste Glasschmelzofen der Werkstatt stammt aus der zweiten Hälfte des 4. Jahrhunderts. Drei weitere, dicht beieinander liegende Glasschmelzöfen sind in das 3. Jahrhundert zu datieren. Vermutlich bestand am Ort eine regelrechte Tradition des Glasmacherhandwerks. Nach dem derzeitigen Bearbeitungsstand handelt es sich um Sekundärglaswerkstätten, in denen Recycling- und Rohglas in Hafenöfen geschmolzen worden sind. In diesem Beitrag werden in erster Linie die archäologischen Befunde der Glaswerkstätten vorgestellt. Eine detaillierte wissenschaftliche Untersuchung der Glasfunde soll einer Doktorarbeit vorbehalten bleiben, die von E. M. Hetzel an der Universität zu Köln verfasst wird.

SPÄTANTIKES WOHNHAUS UND WERKSTATT

Anlässlich der Errichtung eines modernen Wohnquartiers zwischen Blaubach, Tel-Aviv-Straße und Mengelbergstraße unternahm das Römisch-Germanische Museum der Stadt Köln eine viermonatige Rettungsgrabung auf einem rund 4400 m² großen Areal[9]. Das Baugrundstück liegt in der südlichen römischen Vorstadt. Circa 150-190 m östlich verläuft unterhalb der heutigen Severinstraße die römische Fernstraße in Richtung Bonn (**Abb. 1**). Die archäologischen Ausgrabungen konzentrierten sich 2015 zunächst auf einen schmalen Geländestreifen zwischen den Fundamenten des ehemaligen Hauptzollamtes und der Tel-Aviv-

In: Michael Dodt · Andreas Kronz · Bente S. Majchczack · Sebastian Messal (Hrsg.), Glas als Fernhandelsprodukt im frühen Mittelalter – Köln und der europäische Norden. RGZM – Tagungen 46 (Mainz 2022).
DOI: http://doi.org/10.11588/propylaeum.1105.c15170



Abb. 1 Planausschnitt der römischen Vorstadt vor dem Südtor der CCAA. – (Digitalisierung P. Fleischer, RGM).

Straße. Anschließend wurde der westliche Teil des Baugrundstücks untersucht. Man stieß auf eine mindestens zweiphasige römische Bebauung, deren langrechteckige Parzellen auf eine ca. 10 m weiter nördlich verlaufende Ost-West orientierte Straße ausgerichtet waren. Diese mündete in die Fernstraße in Richtung Bonn [10]. Da die Fernstraße am Südtor der römischen Stadtmauer etwas nach Osten verschwenkte, wich die Ausrichtung der südlichen Vorstadt entsprechend vom Straßenraster des Stadtzentrums ab.
Charakteristisch für die erste römische Steinbauphase im Osten des modernen Baugrundstücks sind 30-40 cm starke Fundamentstickungen aus Grauwacken (**Abb. 2**). Da es sich um relativ schmale Mauerzüge handelt, wird man im Aufgehenden eine Lehmkonstruktion annehmen dürfen. Diese Hypothese wird durch eine lehmige, von Putzresten durchsetzte Einplanierungsschicht gestützt, die auf eine Niederlegung der ersten Bauten zurückgeht. In diese Abbruch- und Einplanierungsschicht (Stelle 110) der ersten Bauphase waren die Fundamente der zweiten Steinbauphase aus Grauwackebruch gesetzt. Das bis zu 50 cm starke aufgehende Mauerwerk bestand aus regelmäßig gesetzten, relativ großen Tuffhandquadern. In einigen Abschnitten befand sich Ziegeldurchschuss zwischen Fundamentstickung und aufgehendem Mauerwerk. Die jüngeren überlagerten die älteren Mauern, sodass die ursprüngliche Parzellierung weiterhin bestand. Anhand der stratifizierten Münz- und Keramikfunde aus der Einplanierungsschicht (Stelle 110) ist die zweite Steinbauphase nach der Mitte des 4. Jahrhunderts zu datieren [11]. Eine spätantike Bebauung stellt in der südlichen Vorstadt des römischen Köln keinen Einzelfall dar, wie archäologische Ausgrabungen auf Höhe Georgstraße 7 gezeigt haben [12].
Im Osten der Untersuchungsfläche an der Tel-Aviv-Straße konnte ein Streifengrundstück von 6,80 m Breite und 28 m erhaltene Länge nachgewiesen werden (**Abb. 2**). Die hintereinander gereihten, ursprünglich mit bemaltem Wandputz ausgestatteten Räume der zweiten Bauphase sind sehr wahrscheinlich als Wohnräume (I-III) zu deuten. Sie wurden über einen seitlichen Korridor (IV) erschlossen. Den südlichen Abschluss des Wohntraktes bildete eine ostwestlich orientierte Mauer (Stelle 13). Vor diese Mauer setzte man eine Reihe von mindestens drei quadratischen Punktfundamenten, die wahrscheinlich die Stützen eines Vordachs trugen (V). Die später an das Wohngebäude der zweiten Bauphase angesetzte Portikus öffnete sich zu einem südlich gelegenen Hof (VI), dessen Untergrund mit Kies befestigt war. Aufgrund massiver Störungen durch die Baugrube des ehemaligen Hauptzollamtes wurde der Abschluss des Hofbereichs nicht erfasst [13].
Eine grundlegende Umnutzung des spätantiken Wohnhauses ging mit dem Einbau eines glasverarbeitenden Betriebes in Raum (III) einher. Dieser Raum wies eine lichte Weite von ungefähr 6 m × 4,70 m auf. In den Stampflehmboden wurde ein trapezförmiger Ofen (Stelle 112) mit einer erhaltenen Nord-Süd Ausdehnung von 1,10 m eingetieft (**Abb. 3**) [14]. Die Breite des Ofens betrug am nördlichen Ende 0,77 m und am südlichen Ende 0,30 m. Die Brennkammer war mit Bruchstücken von Dachziegeln ausgelegt. Die Ofenwandung aus verziegeltem Lehm und Dachziegelfragmenten variierte in ihrer Stärke. Im Bereich der nördlichen Ofenwandung war die Verziegelung etwa 0,10 m, im Bereich der westlichen Ofenwandung etwa 0,14 m stark. Die Innenseite der nördlichen Ofenwandung war bis auf eine Stärke von max. 0,02 m schwarz durchglüht. Es entstand eine dünne Glasur im unteren Bereich der Ofenwandung, die aufgrund der hohen Brenntemperaturen wahrscheinlich als Eigenverglasung zu deuten ist und zunächst nicht mit einer Glasverarbeitung in Zusammenhang stehen muss [15]. Die erhaltene Höhe der Ofenwandung betrug max. 0,15 m. Die etwa 0,25 m breite Feuerungsöffnung war nach Süden ausgerichtet. Davor befand sich auf einer Fläche von ca. 0,34 m × 0,30 m eine dunkle Schicht aus Asche- und Holzkohle, die wahrscheinlich die ehemalige Heizstelle des Ofens darstellt. Die Mächtigkeit dieser Brandschicht nahm von Norden nach Süden von ca. 0,10 m auf 0,02 m hin ab. Unmittelbar östlich des Ofens befand sich auf dem Arbeitsniveau eine maximal 0,06 m mächtige Kalkschicht ohne Einschlüsse. Darauf lag ein 0,11 m × 0,11 m × max. 0,02 m großes Bodenmodel aus Marmor mit konzentrischen Kreisen, das ursprünglich als Formplatte zum Blasen eines Vierkantkruges diente (**Abb. 4**) [16]. Zur Ausstattung des Werkraumes gehörte eine intentionell zerschlagene Amphore der



Abb. 2 Köln, Altstadt-Süd, Tel-Aviv-Straße 1. Plan eines langrechteckigen Wohnhauses mit Glasmacherwerkstatt. – (Digitalisierung P. Fleischer, RGM).



Abb. 3 Spätantiker Glasschmelzofen (Stelle 112). – (Foto M. Zrna, RGM).



Abb. 4 Bodenmodel aus Marmor, das ursprünglich zur Herstellung von Vierkantkrügen genutzt wurde. – (Foto A. Schäfer, RGM). – L. 11 cm; B. 11 cm; H. max. 2 cm.

Form Dressel 20, deren unteren Gefäßkörper man in den Boden eingegraben hatte (Stelle 162). Sie wurde in Zweitverwendung zur Aufbewahrung von Kalk genutzt.

Dass es sich bei dem Ofen (Stelle 112) um einen Glasschmelzofen handelt, wird durch die stratifizierten Werkstattabfälle nahegelegt. Im Arbeitshorizont des Ofens wurden nicht nur die marmorne Formplatte zur Herstellung von Vierkantkrügen, sondern auch schwarz erscheinendes Rohglas, blasig verschlacktes und verschmolzenes Glas, Glassplitter und ein dunkelgrünes Mosaiksteinchen (Tessera) geborgen (**Abb. 5**)[17]. Aus dem kastenförmig angelegten Längsschnitt durch den Ofen stammen Glasscherben, unter anderen ein Bodenstück mit Standring und konzentrischen Kreisen. Zu den Hohlglasscherben aus dem Auflassungshorizont des Ofens gehörte die abgebrochene Muschel eines Konchylienbechers (**Abb. 6**).

Die Nutzungszeit des Glasofens ist aufgrund eines ungewöhnlich hohen Fundaufkommens von römischen Münzen sicher einzugrenzen. Die Auswertung der Münzen sowohl aus der Abbruch- und Einplanierungsschicht der ersten Bauphase als auch dem Arbeits- und Auflassungshorizont des Werkraums legen eine Datierung des Glasschmelzofens (Stelle 112) in die zweite Hälfte des 4. Jahrhunderts nahe[18]. Zum selben Ergebnis führt die Auswertung der stratifizierten Keramikscherben[19].

Als Zwischenergebnis ist festzuhalten: Der Wohntrakt der zweiten Bauphase wurde nach der Mitte des 4. Jahrhunderts errichtet. Einige Zeit später, aber sicherlich noch in der zweiten Hälfte des 4. Jahrhunderts, baute man im hinteren, hofseitigen Raum einen Glasschmelzofen ein. Zumindest für diesen Raum änderte sich seine Funktion. Eine Umnutzung der anderen Räume ist hingegen nicht erwiesen. Die Räume erschloss



Abb. 5 Werkstattabfälle aus dem Arbeitsbereich von Ofen (Stelle 112). – (Foto A. Wegner, RGM / RBA d040786_02).



Abb. 6 Glasmuschel eines spätantiken Konchylienbechers aus dem Auflassungshorizont von Ofen (Stelle 112). – (Foto K. Bungarten, RGM).

man weiterhin über den seitlichen Korridor. Wohnhaus und Werkstatt könnten durchaus gleichzeitig nebeneinander bestanden haben, insofern man für eine funktionierende Fenster- und Dachlüftung sorgte. Dass eine Glaswerkstatt zur Ausstattung eines römischen Streifenhauses gehören konnte, zeigt ein Baubefund aus der ersten Hälfte des 3. Jahrhunderts in der Zivilstadt von Brigetio[20]. Hier befand sich die Glaswerkstatt im Hinterhof. An der Tel-Aviv-Straße in Köln konnte aufgrund rezenter Eingriffe nicht mehr überprüft werden, ob die Glaswerkstatt auch den südlich angrenzenden Hofbereich nutzte. Auf jeden Fall dürfte sich der Hof als Werkplatz angeboten haben. Da im Werkstattraum des Ofens (Stelle 112) zahlreiche Münzen gefunden worden sind, liegt ein direkter Verkauf der Glaserzeugnisse am Ort nahe. Die Glasmacher verkauften ihre Produkte vermutlich selbst in der römischen Vorstadt.

Aufgrund der späten Datierung des Glasofens (Stelle 112) in die zweite Hälfte des 4. Jahrhunderts stellt sich die Frage, ob das am Ort vorgefundene Bodenmodel aus Marmor damals noch zur Herstellung von Vierkantkrügen genutzt worden ist. Bisher ist eine Verwendung derartiger Model in der Glasverarbeitung nur bis in die zweite Hälfte des 2. Jahrhunderts nachweisbar[21]. Vielleicht nutzte man das Bodenmodel innerhalb der spätantiken Glaswerkstatt in einem anderen funktionalen Zusammenhang. Zum Abrollen und Zentrieren der heißen Glasmasse ist die Marmorplatte zwar zu klein, andere Möglichkeiten ihrer praktischen Verwendung in der Glasmacherwerkstatt können aber nicht ausgeschlossen werden. Die im Arbeitsbereich des Ofens vorgefundene Kalklage spricht am ehesten für einen Gebrauch dieses Werkstoffs als Trennmittel während der Glasverarbeitung. Im Werkstattraum lagerte man den benötigten Kalk in einer zweitverwendeten Amphore (Stelle 162).

Eine ausführliche Studie der Fabrikations- und Produktionsabfälle ist im Kontext eines Kolloquiumsbeitrags nicht möglich[22]. Eine solche Analyse wird im Rahmen einer Doktorarbeit am provinzialrömischen Lehrstuhl der Universität zu Köln erfolgen. Die Auswertung ist Teil einer übergeordneten Untersuchung zur Bedeutung



Abb. 7 Römische Glashäfen aus Grube (Stelle 223). – (Foto A. Wegner, RGM / RBA d039169_03).

der Colonia Claudia Ara Agrippinensium (CCAA) als urbanes Wirtschaftszentrum[23]. Welche Gläser am Ort produziert und verhandelt worden sind, ist beispielsweise anhand einer 6 cm langen Haarnadel aus kobaltblauem Glas zu erörtern, die im oberen Bereich einer rechteckigen Grube (Stelle 167) unmittelbar vor der Schüröffnung des Glasofens (Stelle 112) gefunden worden ist. Kobaltblaues Glas ist u. a. für die aufgesetzten Nuppen spätantiker Glasbecher charakteristisch[24]. Unter den überlieferten Glasgefäßscherben nimmt klares Glas einen hohen Anteil ein. Nach vorläufiger Sichtung ist das für die Spätantike typische grünliche, ins gelbliche gehende Glas selten belegt[25]. Ein Kinderarmreif aus schwarz erscheinendem Glas, der aus einer Ausbruchgrube (Stelle 6) im Durchgang des spätantiken Hauses stammt, ist von seiner Farbgebung mit einem Rohglasbrocken aus dem Werkstattbereich zu vergleichen. Als Rohglas werden hier Glasbrocken mit scharfen, unregelmäßigen Bruchkanten angesprochen, die frei von Verunreinigungen sind[26]. Auf entsprechende Funde hat M. Brüggler bei ihrer Untersuchung zur spätantiken Glaswerkstatt von Goch-Asperden am Niederrhein aufmerksam gemacht[27]. Ob es sich bei der gläsernen Muschel eines Meerestierbechers aus dem Werkstattraum des Ofens um Recyclingglas oder ein lokales Erzeugnis der Werkstatt selbst handelt, wird ebenfalls abzuwägen sein. Nach bisheriger Kenntnis sind Meerestierbecher zeitlich in die erste Hälfte des 4. Jahrhunderts einzuordnen[28]. Zu überprüfen ist gleichfalls, ob es sich bei den Hohlglasscherben mit blaugrüner Färbung um Recyclingmaterial aus der mittleren Kaiserzeit handeln könnte. Eine Verwendung von Altglas senkte die Schmelztemperatur und verringerte den Energieeinsatz. Insgesamt ist anhand der Glasgefäßscherben in jedem Einzelfall zu überprüfen, ob es sich um ein lokales Werkstatterzeugnis aus der zweiten Hälfte des 4. Jahrhunderts, ein Abfallprodukt einer älteren Glasverarbeitung am Ort oder um gesammeltes Altglas handelte[29].

EINE ÄLTERE GLASMACHERWERKSTATT IM QUARTIER

In der westlichen Untersuchungsfläche an der Tel-Aviv-Straße 1 kam in einer Sondage unterhalb der geplanten Eingriffstiefe eine Lehmentnahmegrube (Stelle 223) zutage. In ihrer Verfüllung fanden sich Werkstattabfälle, darunter vor allem Fragmente von Glashäfen. Im Innern dieser zerscherbten Keramikschüsseln befinden sich Reste blaugrüner Glasschmelze (**Abb. 7**). Das Glas überzieht den Gefäßrand und die Innenwandung. An der Außenwandung haften stellenweise verfrittete Lehmbrocken an. Die Lehmummantelung

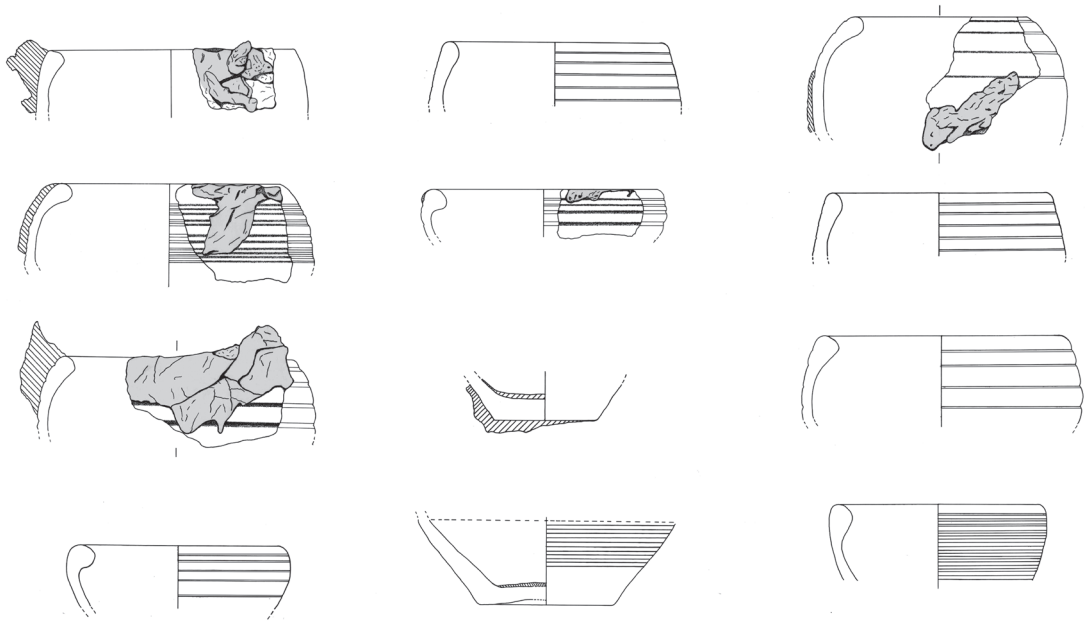


Abb. 8 Umzeichnungen der Glashäfen aus Grube (Stelle 223). – (Zeichnung M. Rossa, RGM).

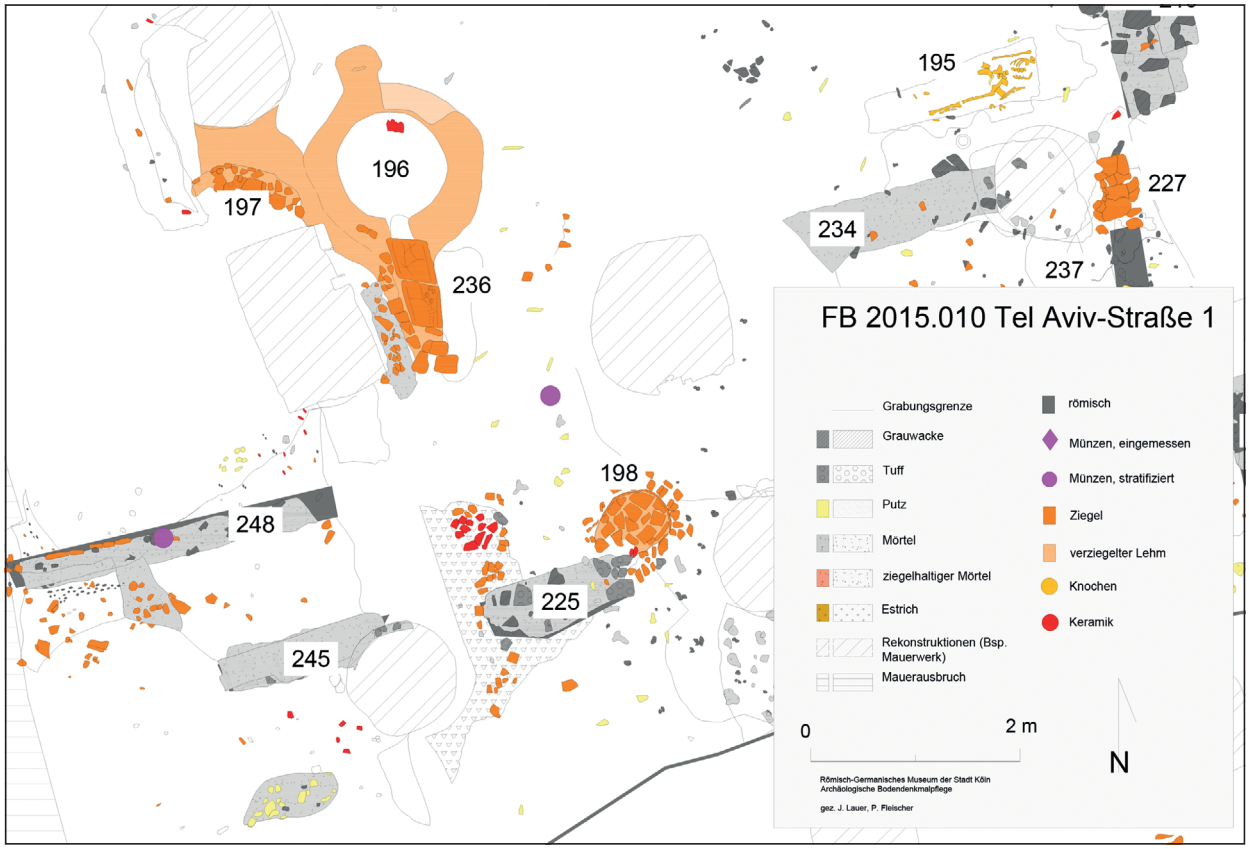


Abb. 9 Köln, Altstadt-Süd, Tel-Aviv-Straße 1. Planausschnitt der römischen Befunde im westlichen Untersuchungsareal. – (Digitalisierung J. Lauer, P. Fleischer, RGM).



Abb. 10 Fragment eines Glasschmelzofens mit Glasanhaftungen (Stelle 197). – (Foto M. Wieland, RGM).

könnte ein Schutz vor den hohen Temperaturen im Arbeitsofen gewesen sein[30]. Vielleicht diente der Lehm aber auch zur Stabilisierung der weiten Schüsseln, die nebeneinander auf der von unten befeuerten Hafenbank standen[31]. Keramikschüsseln mit horizontal verlaufenden Rillen an der Außenwandung nutzte man bis in die Spätantike als Glashäfen[32]. Obgleich für die vorliegenden Schüsselformen im Typus Niederbieber 104 lange Laufzeiten belegt sind (**Abb. 8**), konnten die betreffenden Glashäfen anhand der übrigen Keramikscherben aus dem Fundkomplex in die erste Hälfte des 3. Jahrhunderts datiert werden[33].

In der westlichen Untersuchungsfläche an der Tel-Aviv-Straße 1 wurden drei Glasöfen freigelegt, die man gleichfalls in die bestehende römische Vorstadtbebauung gesetzt hatte (**Abb. 9**). Die bauliche Infrastruktur ergibt hier allerdings kein so geschlossenes Bild wie im östlichen Untersuchungsfeld. Einer der Öfen (Stelle 197) war aufgrund mittelalterlicher und rezenter Störungen nur noch fragmentarisch erhalten (**Abb. 10**). Das Kreissegment der Wandung war 1,10 m lang, 0,35-0,40 m hoch und 0,25 m tief. Der Durchmesser des Ofens betrug ursprünglich über 1 m. Oberhalb einer Stickung aus Ziegelstückchen errichtete man die Wandung aus in Lehm verlegtem Ziegelbruch. Die lehmige Einplanierungsschicht, in welche man den Ofen gesetzt hatte, war ringförmig verziegelt. Die obere zur Brennkammer gehörige Wandung wies innen dunkelgrüne Glasanhaftungen zum Teil in horizontalen Bändern auf. Scharfe Abbrüche und Kanten bei der Glasmasse fehlen. Indizien, die eindeutig für einen Tankofen zum Erschmelzen von Glas aus den Rohstoffen Sand, Kalk und Natron sprechen könnten, liegen nicht vor. Vielmehr gewinnt man den Eindruck, als ob etwas Glasschmelze an den betreffenden Stellen entlang geflossen sei. Zur weiteren Untersuchung ist das Teilstück geborgen und in die Restaurierungswerkstatt des Römisch-Germanischen Museums überführt worden.

Unmittelbar östlich an das Glasofenfragment (Stelle 197) grenzte der zweite Glasofen (Stelle 196) an (**Abb. 11**). Der nordsüdlich orientierte Ofen besaß einen Innendurchmesser von 1,00 m. Sein Brennraum war ohne Ziegelausmauerung senkrecht in den Untergrund eingetieft. Die Sohle des Brennraums war leicht muldenförmig ausgebildet. Eine relativ starke Verziegelung der umgebenen Lehmschicht von 0,3-0,4 m zeigt hohe Brenntemperaturen an[34]. Die nach Süden ausgerichtete, mit Ziegelbruchstücken befestigte Ofenschnauze war 1,5 m lang und 0,40 m breit. Die Verfüllung des Brennraums bestand aus verhärteten Lehmbrocken, möglicherweise Trümmern der einstigen Ofenkuppel. Beim Abbau der Ofenschnauze wurden zahlreiche Werkstattabfälle geborgen, darunter klare Glasfäden, ein verunreinigter blauer Glastropfen und verschlacktes Glas (**Abb. 12**).



Abb. 11 Römischer Glasschmelzofen (Stelle 196). – (Foto M. Wieland, RGM).



Abb. 12 Werkstattabfälle aus Glasschmelzofen (Stelle 196). – (Foto A. Wegner, RGM / RBA d040787_02).

Etwa 2,5 m südöstlich von Ofen (Stelle 196) lag der dritte Glasofen (Stelle 198) (**Abb. 13**). Sein Brennraum besaß einen Durchmesser von 0,60 m. Die kurze Ofenschnauze öffnete sich nach Südwesten. Die 0,15-0,20 m starke Wandung und der Boden des Feuerraums bestanden aus Ziegelbruchstücken in Lehmbettung. Die erhaltene Höhe betrug 0,12-0,14 m. Die senkrechte Innenwandung war mit Lehm verstrichen, sodass sie beim Brennvorgang verziegelte. Außerhalb des Ofens fehlte ein Verziegelungsring. Im Bereich der Ofenschnauze befanden sich Tuffsteine. Sowohl innerhalb als auch außerhalb des Ofens wurden Glasfunde, unter anderem Bruchglas und Flachglas geborgen [35].

Die neu entdeckten Glasöfen im südlichen Suburbium des römischen Köln können aufgrund des aktuellen wissenschaftlichen Bearbeitungsstandes funktional nur vorläufig bestimmt werden. Meist ist die durch Hitze verziegelte Bodenzone mit dem Ansatz der Ofenwandung überliefert (**Abb. 14**). Die Schüröffnungen sind, soweit erfassbar, annähernd südlich orientiert. Als Baumaterial dienten zerbrochene, wieder verwendete Dachziegel, die in Lehm gesetzt waren. Die vier überlieferten Öfen sind wohl als Glasschmelzöfen zu deuten [36]. Sie dürften als Arbeitsöfen gedient haben, in denen Glas in Keramikschüsseln (Häfen) geschmolzen



Abb. 13 Römischer Glasschmelzofen (Stelle 198). – (Foto M. Wieland, RGM).

worden ist. Einen der Glasschmelzöfen setzte man in den bereits bestehenden hofseitigen Raum eines spätantiken Wohnhauses. Ein zweiter Werkplatz, dessen bauliche Infrastruktur sich nicht klar abzeichnete, bestand aus drei dicht beieinander liegenden Glasschmelzöfen. Aufgrund der großen Hitzewirkung werden diese Öfen nicht gleichzeitig in Betrieb gewesen sein. Da keine eindeutigen räumlichen Überschneidungen vorlagen, konnte ihre relative Betriebsabfolge nicht ermittelt werden. An beiden Werkplätzen lag kein Kühlofen, der eindeutig hätte bestimmt werden können, vor[37]. Aufgrund der geringeren Betriebstemperaturen sind Überreste von Kühlöfen nicht so häufig im Untergrund erhalten geblieben. Zudem sind ihre baulichen Strukturen eher im Aufgehenden zu suchen, sodass sich die Chancen auf Erhaltung weiter verringerten[38]. Überreste eines Tankofens mit den charakteristischen scharfen Kanten der ausgebrochenen Glasmasse an der Innenwandung sind gleichfalls nicht belegt.

Aufgrund der stratifizierten Gefäßkeramik sind die drei benachbarten Öfen in das 3. Jahrhundert zu datieren[39]. Der vierte Glasschmelzofen im östlichen Ausgrabungsareal stammt demgegenüber aus der zweiten Hälfte des 4. Jahrhunderts. Somit ist von einer längeren Bedeutung des Glasmacherhandwerks in der südlichen römischen Vorstadt von Köln auszugehen. Ob allerdings von nur einer Glaswerkstatt gesprochen werden kann, die ihren Standort verlagerte

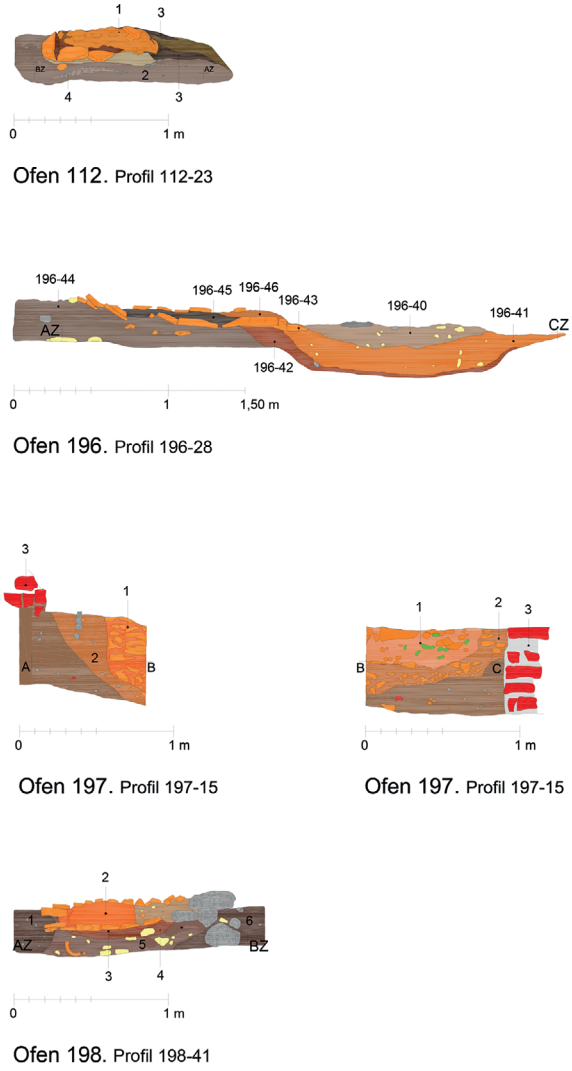


Abb. 14 Profilzeichnungen der römischen Glasschmelzöfen von der Tel-Aviv-Straße 1. – (Digitalisierung P. Fleischer, RGM).

oder ob es sich um zwei unterschiedliche Werkstätten handelt, bleibt anhand der überlieferten Funde zu untersuchen. Grundsätzlich ergibt sich nicht nur räumlich, sondern auch zeitlich eine klare Trennung zwischen den beiden Glasbetrieben.

Archäologische Befunde und Funde, die für eine lokale Rohglasherstellung, also für eine Primärproduktion sprechen, wurden nicht erfasst[40]. Nach dem derzeitigen Bearbeitungsstand liegen wahrscheinlich Sekundärglaswerkstätten vor, in denen Rohglas bezogen, Altglas recycelt und zusammen weiterverarbeitet wurden. Vermutlich waren von den Rohstoffen (Trona aus Ägypten, Muschelkalk und Sand) bis zum Endprodukt einige Schmelz- und Läuterschritte erforderlich[41]. Für eine genaue Rekonstruktion der Verfahrenstechnik sind nicht nur naturwissenschaftliche Untersuchungen, sondern auch neueste Ergebnisse der experimentellen Archäologie zu berücksichtigen. Letztere sind insbesondere für eine Rekonstruktion der Glasschmelzöfen im Aufgehenden relevant.

Erst nach einer vollständigen Auswertung der Werkstattabfälle wird man sich der übergreifenden Frage zuwenden können, welche Bedeutung den neu entdeckten Glaswerkstätten in der südlichen römischen Vorstadt von Köln zugekommen ist[42]. Handelte es sich ausschließlich um kleine, verbrauchernahe Einheiten der Glasverarbeitung oder ist mit einer hohen Stückzahl von produzierten Gläsern zu rechnen, die auch regional und überregional vertrieben wurden? Welches handwerkliche Wissen wurde in den Glashütten tradiert? Wurden traditionelle oder innovative Methoden angewandt? Gab es technische Neuerungen, die Werkabläufe und damit auch die Glasprodukte selbst veränderten? Gab es spezifische Kölner Glaserzeugnisse, die im Stadtzentrum wie im Umland verhandelt wurden? Welche Rolle spielte die Kaufkraft und die Anforderungen der Käufer in der römischen Großstadt für die Produktpalette der örtlichen Glasmacher? Mit den jüngsten Ausgrabungen an der Tel-Aviv-Straße in Köln ist erst die dritte Stätte im Rheinland beziehungsweise in der Germania secunda mit Ofenbefunden der Spätantike erfasst. Vergleiche zu den anderen Glasmacherwerkstätten im Hambacher Forst, in Goch-Asperden am Niederrhein und auch Trier bieten sich an, um Gemeinsamkeiten und Unterschiede spätrömischer Glasproduktion auf lokaler und überregionaler Ebene detailliert herauszuarbeiten[43]. Von daher darf man auf die Vorlage der genannten Kölner Doktorarbeit zu diesem Themenkomplex gespannt sein.

Danksagung

Ein besonderer Dank gilt H. Bernhardt, M. Wieland und M. Zrna für die gute Zusammenarbeit während der archäologischen Ausgrabung an der Tel-Aviv-Straße 1 in Köln. R. Schwarz bestimmte die Fundmünzen. E. M. Hetzel wertete die stratifizierten Keramikfunde im Kontext der Glasöfen aus. Die steingerechten Pläne und Profilzeichnungen wurden von J. Lauer und P. Fleischer digitalisiert.

Anmerkungen

1) Trier/Naumann-Steckner 2016.
2) Höpken/Schäfer 2006. – Naumann-Steckner 2014.
3) Höpken 1998, 438.
4) Doppelfeld 1966, 10-16.
5) Höpken 1998, 441 Abb. 17-18.
6) Das Wiedereinschmelzen von Altglas ist sowohl für Soda-Kalk-Gläser der Antike als auch des Frühmittelalters (Merowingerzeit) charakteristisch. – Vgl. Dodt 2016.
7) Doppelfeld 1973, 290-291.
8) Schäfer 2016.
9) Fundbericht des Römisch-Germanischen Museums 2015.10.
10) Schäfer 2013, 9-18.
11) Schäfer/Hetzel/Schwarz 2021.
12) Dodt 2005, 614-615 Abb. 144.
13) Möglicherweise war das Streifengrundstück von der Straße aus bis zum hinteren Hofbereich mindestens 41 m lang.
14) Eine quadratische Hypokaustenplatte links außen vor dem Schürkanal dürfte noch dem Einplanierungshorizont der Vorgängerbebauung angehören.
15) Partialschmelzen auf Ofenbauteilen wie Brandlehm und Ziegeln weisen auf Wandtemperaturen von 900-1000 °C hin; Gaitzsch/Follmann/Wedepohl 2000, 102-103.

16) Vgl. von Boeselager 2012, 187-188.

17) Zu Pfeifenabschlägen: Brüggler 2009, 72.

18) Schäfer/Hetzel/Schwarz 2021.

19) Schäfer/Hetzel/Schwarz 2021.

20) Dévai 2015.

21) Höpken 1998, 441 Abb. 17-18. – von Boeselager 2012, 182-190.

22) Zur Scheidung von Fabrikations- und Produktionsabfällen einer Glasmacherwerkstatt: Brüggler 2014, 94-95.

23) In einem gemeinsamen Graduiertenkolleg der Universitäten Bonn und Köln zur Archäologie vormoderner Wirtschaftsräume erhält E. M. Hetzel eine entsprechende Förderung.

24) Goethert 2010/2011, 99 Abb. 28,1.

25) Vgl. Brüggler 2014, 96-98.

26) Vgl. Brüggler 2009, 73.

27) Brüggler 2011, 182-184; 2014, 99-100.

28) Doppelfeld 1973.

29) Vgl. Brüggler 2009, 74.

30) Brüggler 2014, 93.

31) Gaitzsch/Follmann-Schulz/Wedepohl 2000, 110-113. – Goethert 2010/2011, 87 Abb. 15.

32) Höpken/Schäfer 2006, 82 Abb. 20.

33) Vgl. Pirling/Siepen 2006, 216. – Im Süden der Ausgrabung an der Tel-Aviv-Straße konnte eine weitere Grube (Stelle 60) mit Werkstattabfällen, u. a. Glashäfen- und Ofenwandungsfragmente sowie Rohglasbrocken und deformiertes Glas, das wohl in die Asche gefallen ist, freigelegt werden. Die in der Grube vorgefundene Keramik ist in die 2. Hälfte des 2. und 1. Hälfte des 3. Jhs. zu datieren.

34) Vgl. Gaitzsch/Follmann-Schulz/Wedepohl 2000, 102-103.

35) Einen vollständigen Glaskatalog erarbeitet zur Zeit E. M. Hetzel im Rahmen ihrer Doktorarbeit.

36) Zur möglichen Scheidung von Arbeits- und Kühlöfen: Gaitzsch/Follmann-Schulz/Wedepohl 2000, 102-105. – Brüggler 2009, 68-70.

37) Ofen (Stelle 198) besaß zwar außerhalb der Wandung keinen ausgeprägten Verziegelungsring, aber auch Ofen (Stelle 112) wies einen solchen nicht auf. Letzterer ist aufgrund der zugehörigen Werkstattabfälle als Glasschmelzofen zu interpretieren. Eine solche Deutung ist damit auch für Ofen (Stelle 198) nicht auszuschließen.

38) Freundlicher Hinweis F. Wiesenberg.

39) Siehe Anm. 11.

40) Vgl. Brüggler 2009, 86-90.

41) Trier/Naumann-Steckner 2016, 25-27.

42) Brüggler 2009; 2014. – Goethert 2010/2011.

43) Brüggler 2009; 2014. – Goethert 2010/2011.

Literatur

von Boeselager 2012: D. von Boeselager, Römische Gläser aus Gräbern an der Luxemburger Straße in Köln. Typologie, Chronologie, Grabkontexte. Kölner Jahrb. 45, 2012, 7-526.

Brüggler 2009: M. Brüggler, Villa rustica, Glashütte und Gräberfeld. Die kaiserzeitliche und spätantike Siedlungsstelle HA 132 im Hambacher Forst. Rhein. Ausgr. 63 (Bad Langensalza 2009).

2011: M. Brüggler, Spätantike Glasherstellung am Niederrhein – Eine Glashütte am Burgus von Goch-Asperden. In: J. Drauschke / R. Prien / S. Ristow (Hrsg.), Untergang und Neuanfang. Tagungsbeitr. AG Spätant. u. Frühmittelalter 3-4. Schriftenr. Stud. Spätant. u. Frühmittelalter 3 (Hamburg 2011) 163-189.

2014: M. Brüggler, Burgus und Glaswerkstatt der Spätantike bei Goch-Asperden. Bonner Jahrb. 214, 2014, 71-127.

Dévai 2015: K. Dévai, The secondary glass workshop in the civil town of Brigetio. In: D. Bartus (Hrsg.), Diss. Arch. ex Inst. Arch. Universitatis de Rolando Eötvös nominatae 3.3 (Budapest 2015) 83-104.

Dodt 2005: M. Dodt, Römische Bauten im südlichen Suburbium der Colonia Claudia Ara Agrippinensium. Kölner Jahrb. 38, 2005, 433-733.

2016: M. Dodt, Der frühmittelalterliche Hafen Kölns – Produktionsstätte und Exporthafen für Gläser. Ein Überblick. In: J. Bemmann / M. Mirschenz (Hrsg.), Der Rhein als europäische Verkehrsachse 2. Bonner Beitr. Vor- u. Frühgesch. Arch. 19 (Bonn 2016) 351-363.

Doppelfeld 1966: O. Doppelfeld, Römisches und fränkisches Glas in Köln. Schriftenr. Arch. Ges. Köln 13 (Köln 1966).

1973: O. Doppelfeld, Kölner Konchylienbecher. In: Archeologie en historie. Opgedragen aan H. Brunsting bij zijn zeventigste verjaardag (Bussum 1973) 281-294.

Gaitzsch u. a. 2000: W. Gaitzsch / A.-B. Follmann-Schulz / K. H. Wedepohl / G. Hartmann / U. Tegtmeier, Spätrömische Glashütten im Hambacher Forst. Produktionsort der ECVA-Fasskrüge. Archäologische und naturwissenschaftliche Untersuchungen. Bonner Jahrb. 200, 2000, 83-241.

Goethert 2010/2011: K. Goethert, Spätantike Glasfabrikation in Trier. Trierer Zeitschr. 73/74, 2010/2011, 67-146.

Höpken 1998: C. Höpken, Zu zwei römischen Glasöfen in Köln: Die Fundstellen Waidmarkt 18 und Helenenstraße / St. Apernstrasse. Kölner Jahrb. 31, 1998, 427-443.

Höpken/Schäfer 2006: C. Höpken / F. Schäfer, Glasverarbeitung und Glaswerkstätten in Köln. In: G. Creemers / B. Demarsin / P. Cosyns (Hrsg.), Roman Glass in Germania Inferior. Interregional omparisons and recent results. Proceedings of the International Conference, held in the Gallo-Roman Museum in Tongeren (May 13th 2005). Atuatuca 1 (Tongeren 2006) 74-85.

Naumann-Steckner 2014: F. Naumann-Steckner, Römische Glashütten am Eigelstein. In: M. Kramp / M. Trier (Hrsg.), Drunter und drüber. Der Eigelstein. Begleitband zur Ausstellung des Kölnischen Stadtmuseums und des Römisch-Germanischen Museums

der Stadt Köln im Kölnischen Stadtmuseum vom 13. Dezember 2013 bis 27. April 2014 (Köln 2014) 45-47.

Pirling/Siepen 2006: R. Pirling / M. Siepen, Die Funde aus den römischen Gräbern von Krefeld-Gellep (Stuttgart 2006).

Schäfer 2013: A. Schäfer, Straßenerschließung in der südlichen Vorstadt der Colonia Claudia Ara Agrippinensium – Köln. In: I. Gaisbauer / M. Mosser (Hrsg.), Straßen und Plätze. Ein archäologisch-historischer Streifzug. Monogr. Stadtarch. Wien 7 (Wien 2013) 9-22.

2016: A. Schäfer, Eine Glashütte in der südlichen Vorstadt der Colonia Agrippina. In: Trier/Naumann-Steckner 2016, 83-87.

Schäfer/Hetzel/Schwarz 2021: A. Schäfer / E. M. Hetzel / R. Schwarz, Spätrömische Glasmacherwerkstätten in Köln. In: C. Höpken / B. Birkenhagen / M. Brüggler (Hrsg.), Römische Glasöfen. Befunde, Funde und Rekonstruktionen in Synthese / Roman Glass Furnaces. Contexts, Finds and Reconstructions in Synthesis. Tagung am 11. und 12. Juni 2016 im Archäologiepark Römische Villa Borg. Denkmalpfl. Saarland 11 (Saarbrücken 2021).

Trier/Naumann-Steckner 2016: M. Trier / F. Naumann-Steckner (Hrsg.), Zerbrechlicher Luxus. Köln – Ein Zentrum antiker Glaskunst. Begleitbuch zur Sonderausstellung im Römisch-Germanischen Museum der Stadt Köln, 3. Juni bis 13. November 2016 (Regensburg 2016).

Zusammenfassung

Während einer Rettungsgrabung des Römisch-Germanischen Museums an der Tel-Aviv-Straße 1 in Köln konnten im Jahre 2015 erstmals Einblicke in eine spätantike Glasmacherwerkstatt gewonnen werden. Das Untersuchungsareal befindet sich im Bereich der südlichen römischen Vorstadt der Colonia Claudia Ara Agrippinensium (CCAA). Der älteste Glasofen aus der zweiten Hälfte des 4. Jahrhunderts befand sich innerhalb eines langrechteckigen Hauses. In der Nähe wurden drei weitere Glasöfen aus dem 3. Jahrhundert entdeckt. Möglicherweise fassen wir hiermit eine regelrechte Glasmachertradition am Ort.

Summary

A rescue excavation carried out in 2015 by the Römisch-Germanisches Museum on the occasion of a construction project on Tel-Aviv-Straße 1, for the first time in Cologne provides an insight into a Late Roman glass workshop. The site lies in the area of the former southern suburbs of the Colonia Claudia Ara Agrippinensium (CCAA). The latest glass melting furnace can be dated to the second half of the 4th century. The secondary glass workshop was part of a Late Roman house. In the immediate neighbourhood another working place for glass processing with three more furnaces was situated, which can be dated to the 3rd century. Presumably, there was a regular tradition of glassmaking in the southern suburbs of Roman Cologne.

ANNEMARIEKE WILLEMSEN · LUC MEGENS · FLORIAN PREISS

FRÜHMITTELALTERLICHES GLAS AUS DORESTAD – FUNDE UND ANALYSEN

Dorestad ist hinsichtlich seiner Ausgrabungsfläche der größte frühmittelalterliche Fundort der Niederlande. Dieser karolingerzeitliche Vicus lag an der Stelle des heutigen Wijk bij Duurstede und ist aus schriftlichen Quellen ebenso wie durch eine Münzstätte der Merowinger und Karolinger bekannt, deren Münzen eine weite Verbreitung aufweisen. Dorestad entstand in der Merowingerzeit, hatte seine Blütezeit in den Jahrzehnten um 800 unter der Herrschaft der Karolinger und verschwand in der zweiten Hälfte des 9. Jahrhunderts von der Bildfläche. Nach der Wiederentdeckung in den 1840er-Jahren durch den Konservator L. J. F. Janssen vom Rijksmuseum van Oudheden (RMO) in Leiden[1] erfolgten Untersuchungen durch J. H. Holwerda, dann ab 1967 eine jahrzehntelange Ausgrabung durch den Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek (ROB) unter der Leitung von W. A. van Es und W. J. H. Verwers. In späteren Jahren schlossen sich anlassbezogene Einzelprojekte wie auf der Fläche eines Supermarktparkplatzes oder die Grabung auf dem Gelände des sogenannten Veilingterrein 2007/2008 an. Die Anzahl der Einzelfunde geht dabei in die Hunderttausende.

Obwohl viele Ausgrabungsergebnisse rasch publiziert worden sind, wurde erst in den letzten Jahren in großem Umfang begonnen, das Fundmaterial in seinem Kontext zu untersuchen. Eine dieser Materialgattungen stellt das Glas aus Dorestad dar, insgesamt etwa 2000 Fragmente (**Abb. 1**). Davon wurde ein Großteil durch C. Isings im Rahmen der mehrbändigen Publikation der Ausgrabungsflächen Hoogstraat bearbeitet, insbesondere die Fragmente aus dem Hafengebiet und der Siedlung entlang des Flussufers[2]. Außerdem wurden mehrere Komplexe von Glasfunden chemisch analysiert durch Y. Sablerolles und J. Henderson (Universität Nottingham) sowie durch L. Megens vom Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (RCE)[3]. Der weitaus größte Teil der Glasfunde aus Dorestad befindet sich inzwischen in der Sammlung Dorestad des RMO in Leiden.

DER KAROLINGISCHE HANDELSPLATZ DORESTAD

Der Name des im Rheinmündungsgebiet gelegenen Handelsplatzes Dorestad (**Abb. 2**) ist unter Archäologen und Historikern heute mindestens so klangvoll, wie er vor etwa 1200 Jahren für die breite und Handel treibende Bevölkerung gewesen sein muss. Dorestad war der einzige *vicus famosus* im Rheindelta und damit das nördlichste flussorientierte Handelszentrum des karolingischen Reichs[4]. Mehr als ein Jahrhundert, von der Mitte des 8. bis zur Mitte des 9. Jahrhunderts, hat es als Dreh- und Angelpunkt zwischen dem Karolingischen Reich und der Welt der Wikinger funktioniert, ein Platz an dem mobile Güter umgeschlagen und verschifft wurden. Es war reich, wie die dortigen Fundkomplexe zeigen, aber es war mehr ein Zentrum des Konsums als der Produktion. Und es war christlich, aber mehr ein Zentrum der Konversion als der Kommemoration. Die Stadt stand unter dem Schutz aller karolingischen Kaiser und wurde von ihnen begünstigt, von Pippin, der den Ort 689 den Friesen abgerungen hatte, bis hin zu Lothar dem Ersten, der erfahren musste, wie die Stadt im Jahre 846 durch Wikinger in Brand gesetzt wurde. Alle Kaiser ließen hier silberne *denarii* prägen, auf welchen die Stadt charakterisiert ist durch ein Gebäude im klassischen Stil, ein Kreuz

In: Michael Dodt · Andreas Kronz · Bente S. Majchczack · Sebastian Messal (Hrsg.), Glas als Fernhandelsprodukt im frühen Mittelalter – Köln und der europäische Norden. RGZM – Tagungen 46 (Mainz 2022).
DOI: http://doi.org/10.11588/propylaeum.1105.c15171



Abb. 1 Koloriertes Glas eines Trichterbechers aus Dorestad. – (Foto P. J. Bomhof, Rijksmuseum van Oudheden).



Abb. 2 Vogelperspektive Dorestads im Jahr 833. – (Rekonstruktionszeichnung W. Euverman, im Auftrag des Rijksmuseum van Oudheden).

oder ein Handelsschiff. Diese Münzen haben den Ruhm Dorestads als einen karolingischen, christlichen Handelshafen auf der ganzen Welt verbreitet.

Wie die meisten anderen dieser Handelsvici, verschwand die ausgedehnte Hafensiedlung Dorestad in der zweiten Hälfte des 9. Jahrhunderts. Ein wenig später erschien ein neuer Typus von Handelssiedlungen entlang der Flüsse. Dieser war zentralisierter und besser zu verteidigen, manchmal basierte er auf einer Ringburg, die in das letzte Viertel des 9. Jahrhundert datiert wird. Dieser später runde Stadttypus war die Grundlage der meisten spätmittelalterlichen und neuzeitlichen Städte der Niederlande. Auch in Wijk bij Duurstede erstreckt sich das spätmittelalterliche Zentrum, bestehend aus Siedlung, Kirche und Burg, nur auf einer kleinen Ecke der frühmittelalterlichen Stadt. Diese Dislokation trug sowohl zur Konservierung als aber auch zur Vernichtung von Resten des frühmittelalterlichen Dorestad bei[5].

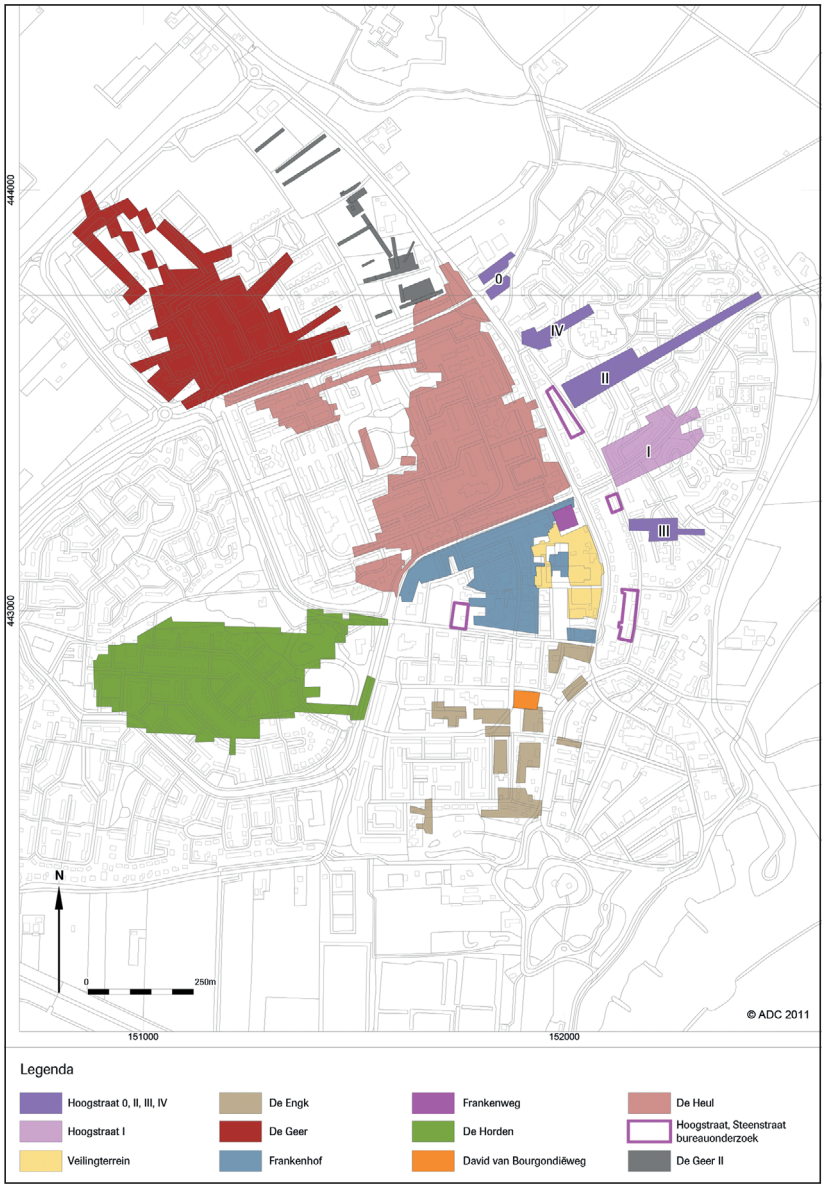


Abb. 3 Plan von Dorestad, eingetragen sind die verschiedenen Ausgrabungsprojekte (Stand 2011). – (Karte Archeologisch Dienstencentrum Amersfoort).

AUSGRABUNGEN

Diese Reste wurden ab etwa dem Jahr 1840 untersucht und sind bis in unsere Tage immer wieder das Ziel archäologischer Grabungen gewesen. Inzwischen sind über 55 Hektar untersucht worden (**Abb. 3**). Das ist mehr als in jeder anderen Stadt der Niederlande. Etwa 30 Hektar dürften dabei der Handelssiedlung zugerechnet werden. Andere Bereiche sind Areale mit Gräbern der Merowinger- und Karolingerzeit. Dabei entstand über die Jahrzehnte ein Fundkomplex an gläsernen Objekten, der für das frühe Mittelalter und insbesondere die Karolingerzeit in den Niederlanden eine ganz herausragende Stellung einnimmt.

Im Jahre 1967 begann der ROB mit einer Rettungsgrabung, die bis in die Mitte der 90er-Jahre andauern sollte, die längste Grabung ihrer Art in den Niederlanden. Die großen Flächen im ehemaligen Hafenbereich wurden dabei unter anderem mit dem Bagger geöffnet. Diese Areale im Bereich der Hoogstraat lieferten einen der größten Beiträge zu Dorestads Glasfunden. Zur damaligen Zeit wurde der Aushub

nicht gesiebt, sodass doch der eine oder andere Fund übersehen worden sein dürfte. Auf der Fläche eines Supermarktes (site Albert Heijn) fand im Jahr 1990 eine Rettungsgrabung statt, die unter anderem Reste der Glasverarbeitung hervorbrachte. Dies dürfte der verfeinerten Grabungsmethode zu verdanken sein, denn hier wurde konsequent der Aushub gesiebt. Das trifft auch für eine weitere, hinsichtlich der Glasfunde wichtige Ausgrabung zu: die Grabung auf dem sogenannten Veilingterrein 2007-2008. Auch von dort stammen einige Hinweise auf Glasverarbeitung. Alle anderen Grabungen in Dorestad lieferten deutlich geringere Quantitäten frühmittelalterlichen Glases, zum Teil waren es nur einige wenige und kaum aussagekräftige Wandscherbchen. Betrachtet man die absolute Stückzahl der Funde aus den Grabungen in Dorestad, so dominieren die Materialien Knochen und Keramik natürlich bei Weitem. Hunderttausende Keramikscherben von z. B. über 20 000 Badorfgefäßen und Reliefbandamphoren setzen hier ein ganz großes Ausrufezeichen. Dennoch sind weit über 2000 einzelne Stücke aus Glas, darunter Perlen, Hohlglas- und Flachglasscherben, gefunden worden. Im Vergleich zu anderen Siedlungen jener Zeit in den Niederlanden ist auch dieses Fundaufkommen geradezu enorm. Hinsichtlich des Typen- und Formenspektrums lässt sich feststellen, dass die Glasfunde aus Dorestad einen guten Überblick darüber geben, was zur damaligen Zeit verfügbar war. Die gängigen Glasformen sind häufig mit mehreren, gar Dutzenden Exemplaren vertreten. Dazu gesellen sich einzigartige Stücke von ganz besonderer Qualität.

GLASFUNDE DER SAMMLUNG DORESTAD

Wie oben erwähnt, umfasst die Sammlung der Glasobjekte aus Dorestad eine große Zahl an Funden. Es handelt sich um mindestens 1500 Stück Hohlglas und etwa 400 Glasperlen. Im Mai 2019 wurden alle gläsernen Einzelobjekte gezählt, die in Wijk bij Duurstede ausgegraben worden sind und sich nun in der Dauerausstellung und den Depots des RMO befinden oder aber als Dauerleihgaben an anderen Orten ausgestellt sind. Bei zwei Dritteln der Gefäßscherben handelt es sich um Wandungsscherben aus ungefärbtem (grünstichigem) Glas, bei den restlichen Fragmenten um gefärbtes und/oder verziertes Glas bzw. Glasfragmente mit einer anders gearteten Funktion. Somit ergibt sich folgende Zusammenstellung:

1	weitgehend vollständiger Becher mit aufgelegter Goldfoliendekoration
4	weitgehend vollständige Becher aus grünlichem Glas
47	Bodenscherben von Bechern (davon eine gefärbt und eine mit Glasfadenverzierung)
1084	Scherben aus ungefärbtem Glas
3	Scherben mit erhaltener Goldfoliendekoration
15	Scherben mit Reticellafadendekoration (davon drei Bodenscherben von Schälchen)
97	Scherben aus gefärbtem Glas
43	Scherben mit Glasfadenverzierung
65	Scherben Flachglas
49	Glättgläser (ganz oder Fragmente davon)
35	gläserne Mosaiksteinchen
3	gläserne Spielfiguren/Spielsteine
3	gläserne Pseudo-Kameen
1	gläsernes Siegel
1	gläsernes Fläschchen
19	Fragmente von gläsernen Armringen, vermutlich eisenzeitlich, möglicherweise wiederverwendet.



Abb. 4 Trichterbecher aus transluzentem Glas aus Dorestad. – (Foto P. J. Bomhof, Rijksmuseum van Oudheden).

Darüber hinaus sind noch etwa fünf bis sechs Fundkisten in einem externen Depot aufbewahrt, die in dieser Zählung nicht erfasst werden konnten und vermutlich einige weitere Hundert Fragmente beinhalten. Zudem kommen noch Glasfunde aus Dorestad hinzu, die sich im Bestand anderer Sammlungen befinden, z. B. im Besitz der Provinciaal Utrechts Genootschap, der Gemeinde Wijk bij Duurstede oder bei Privatpersonen. Besonders auffällig ist, dass zahlreiche kleinere Glasfragmente von der Grubenummer 810 an aufwärts zu finden sind, also ab dem Zeitpunkt in den 1980er-Jahren, ab dem auf den Ausgrabungsflächen der Aushub gesiebt worden ist. Aus der Ausgrabung auf dem Veilingterrein 2007/2008 allein stammen 822 Glasfragmente, die meisten davon von sehr kleiner Größe. Dies bietet einen guten Anhaltspunkt dafür, wie viel Glas im Rahmen der Grabungsmaßnahmen der Jahre 1840 und 1910 verloren gegangen sein muss, als man lediglich vollständige Objekte und Scherben von mindestens 5 cm Größe aufbewahrt hat. Dies gilt auch für die ROB-Maßnahmen von 1967-1980, als ebenfalls nicht gesiebt wurde.

FORMENSPEKTRUM DER GLASGEFÄSSE

An erster Stelle und als besonders häufig vorkommende Form sind Trichterbecher zu nennen (**Abb. 4**) sowie die hohen Glockentummler, die, wie es J. Ypey bereits 1964 skizzierte, als deren Vorform betrachtet werden können[6]. Alleine aus den Ausgrabungen an der Hoogstraat sind Fragmente von mindestens 165 Trichterbechern des 8. bis 10. Jahrhunderts zu zählen, hinzu kommen Fragmente von 26 hohen Glockentummlern des späten 7. und 8. Jahrhunderts. Vom Veilingterrein wurden auf kleinerer Fläche, aber mit verbesserter Grabungsmethodik, auch Fragmente von sechs hohen Glockentummlern und 74 Trichterbechern gefunden. Aus dem Grabungsareal des Supermarktparkplatzes stammen Fragmente von 45 Trichterbechern. Die Trichterbecher können von fast konischer Form mit geraden Wänden sein, aber es gibt auch die besonders typischen Trichterbecher mit einem nahezu reagenzglasförmigen Bodenteil.
Das Glas der Trichterbecher ist durchweg von guter Qualität. Es zeigt kaum Einschlüsse und macht einen homogenen Eindruck; es hat kaum Lufteinschlüsse. Zumeist hat es eine leichte Färbung in verschiedenen Nuancen: bläulichgrün mit einem gelblichen Schimmer, hellblaugrün, gelbgrün, hellgrün sowie fast farblos mit gelblichem oder grünem Schimmer. Die Oberfläche des Glases ist in der Regel nur recht leicht korrodiert. Häufig ist es sehr dünnwandig und stark zerscherbt. Für die Zählung der Exemplarzahl dienten vor allem die gut erhaltenen Boden- oder Randfragmente. Die zahlreichen Wandscherben hingegen ließen sich nur selten einer bestimmten Form zuordnen. Aber auch von den nicht bestimmbaren Wand-



Abb. 5 Fragment eines dunkelroten Reticellaschälchens aus Dorestad (Inv.-Nr. WD72 372.4.7). – (Foto P. J. Bomhof, Rijksmuseum van Oudheden).



Abb. 6 Becher und Scherben mit Goldfolienauflage aus Dorestad (Inv.-Nr. WD 811.4.53). – (Foto P. J. Bomhof, Rijksmuseum van Oudheden).

scherben dürfte wohl der größte Teil von Trichterbechern stammen. Eine besondere Form des Trichterbechers scheint bislang nach Ausweis der Funde für Dorestad charakteristisch zu sein, kommt aber auch im friesischen Gebiet bis nach Skandinavien vor: Es handelt sich um Trichterbecher, die einen umlaufenden ausgestülpten Ring haben[7]. Ob es sich dabei um Öllampen handelt, wie verschiedentlich angenommen wurde, oder um ein Trinkgefäß, bei dem der verdickte Ring für besseren Griff sorgt, muss vorerst offenbleiben, doch spricht die Lage des Gefäßschwerpunkts eher für die Interpretation als Trinkbecher[8].

Daneben kommen auch verzierte Varianten des Trichterbechers vor, zum Beispiel mit optisch geblasenen Rippen. Auch eine Verzierung mit einzelnen oder mehrfachen Bögen tritt gelegentlich auf, ebenso farbige Ränder der Becher. Fadenauflagen, entweder aus derselben Glasmasse wie das Gefäß selbst oder aus gelbem oder weißem opakem Glas, vor allem unterhalb des Randes, sind ebenfalls ein vorkommendes Dekorelement. Nur fünfmal wurden Fragmente von Trichterbechern gefunden, die aufgelegte Reticellafäden haben – die Scherbe vom Veilingterrein ist dabei kaum größer als 1 cm[9].

Insgesamt seltener vertreten als die Trichterbecher sind Schalen und Kugelbecher: Diese sind mit acht bzw. zehn Stücken vertreten. Reticellaverzierungen sind an ihnen dafür häufiger zu beobachten als an den Trichterbechern (**Abb. 5**). Hinsichtlich der Verzierung gehören einige davon zweifellos zu absoluten Spitzenstücken. Ihre reiche Reticellaverzierung verweist auf Parallelen zu Grabfunden in Skandinavien, so z. B. eine



Abb. 7 Verschiedene Glasperlen aus Dorestad. – (Foto P. J. Bomhof, Rijksmuseum van Oudheden).

Schale, deren aufgelegte horizontale Reticellafäden eine Entsprechung in einer Schale aus Valsgärde in Schweden hat. Insgesamt können aus Dorestad ein knappes Dutzend Fragmente mit Reticelladekor gezählt werden. Diese Größenordnung ist mit Haithabu vergleichbar, ist aber deutlich geringer als in Ribe, von wo 89 Stücke bekannt sind[10].

In einer Fundkategorie hebt sich Dorestad ganz besonders hervor: Es sind mit Goldfolie verzierten Becher, die sich zur absoluten Spitze der frühmittelalterlichen Glasfertigungstechnik rechnen lassen. Vergleichbare Funde kommen praktisch ausschließlich an Orten von hohem Status vor[11]. Von ihrer Gefäßform her sind sie konische Trichterbecher. Auf ihre Wandung sind geometrische Dekorelemente und/oder Kreuze in Blattgold aufgelegt worden (**Abb. 6**). Dieses Gold ist nicht immer erhalten, aber auch wenn es abgeblättert ist, lässt sich der Dekor noch gut erkennen. Nur von einem guten Dutzend weiterer Fundorte sind dergleichen bekannt und alle diese Plätze sind durchweg reich an Glasfunden. Jedoch wurden in keinem Ort so viele Becher gefunden wie in Dorestad, nämlich sechs oder eventuell sieben Stück. Immer wieder wurde auf die Ähnlichkeit des Dekors zu dem der mit Zinnfolie belegten Tatinger Kannen hingewiesen. Auch von diesen sind aus Dorestad mehrere Exemplare bekannt. Deswegen wurde schon verschiedentlich angenommen, dass die Gläser aus ähnlichen Herkunftsgebieten stammen wie die Kannen, für die die Produktion in verschiedenen Zentren nördlich der Alpen, unter anderem dem Rheinland, am Mittelrhein und in Nordfrankreich, nachweisbar ist[12]. Doch könnte der Nachweis mehrerer in vergleichbarer Technik, allerdings mit floralem Dekor verzierter Glasfragmente in einem Glasofen der Abtei San Vincenzo al Volturno auch auf eine italienische Produktionsstätte hinweisen[13].

PERLEN UND PERLENHERSTELLUNG

Die 397 Perlen aus Wijk bij Duurstede in der Dorestad Sammlung des RMO (**Abb. 7**) wurden im Herbst 2019 durch M. Langbroek (Universität Leiden) untersucht. Abgesehen von einer kleineren Stückzahl prähistorischer, römischer und frühneuzeitlicher Perlen handelt es sich dabei um Glasperlen des 8. und frühen 9. Jahrhunderts. Etwa zwei Drittel davon (229 Stück) sind gewickelte Perlen europäischen Ursprungs, dane-

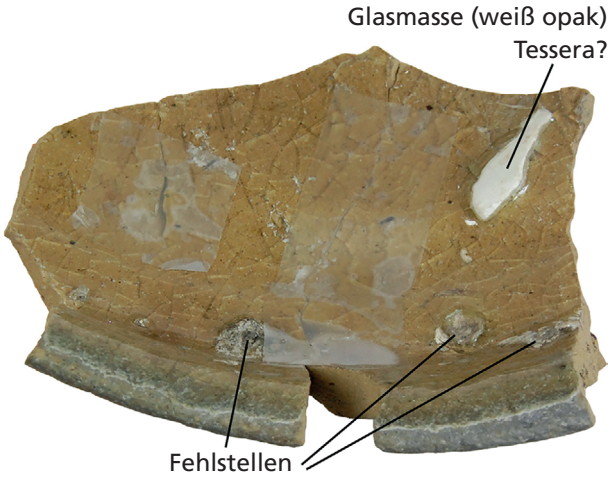


Abb. 8 Fragment eines kleinen Glashafens aus Dorestad mit Resten eines geschmolzenen Mosaiksteinchens (Inv.-Nr. WD 813.2.147). – (Foto F. Preiß).

ben 60 gezogene Perlen und Mosaikperlen aus dem Nahen Osten, 37 Segmentperlen aus dem östlichen Mittelmeergebiet und 23 Ribe- und Wespenperlen aus Skandinavien. Zudem gibt es Anhaltspunkte für eine lokale Herstellung von Perlen, zumindest in geringem Umfang[14].

Dabei ist bislang nicht nachweisbar, welche Perlen vor Ort gefertigt sein könnten. Auf den beiden Grabungen auf dem Veilingterrein und dem Supermarktparkplatz sind insgesamt 59 Objekte gefunden worden, die mit der Glasverarbeitung in Beziehung gebracht werden können[15]. Dies sind die beiden größten Ensembles von Objekten mit einem Produktionsbezug in Dorestad. Hierzu zählen Barrenfragmente oder Brocken von Rohglas, Mosaiksteinchen bzw. Tesserae, Schmelzkügelchen, Glasfäden, Tropfen und Stäbchen. Auf dem Veilingterrein ließen sich einige Befunde, aus denen diese Funde stammen, in der Regel in die Zeit etwa nach dem Jahr 750 oder nach 800 datieren[16].

Hervorgehoben werden sollte das Fragment eines kleinen Glashafens von etwa 18 cm Randdurchmesser (Abb. 8)[17]. Dieses Glashafenfragment setzt sich aus vier aneinander passenden Keramikscherben vom Typ Dorestad »W XA baksel 8« zusammen[18], die an der Innenseite von einer 1 mm dicken, transluzenten und fast farblosen Glasschicht überzogen sind. An einer Stelle haftet ein kleiner Streifen opak weißen Glases an. Hier dürfte es sich um ein verschmolzenes Mosaiksteinchen handeln, das der Glasschmelze beigefügt wurde. Der Glashafen wird somit der Perlenherstellung gedient haben.

Von den häufig als Rohstoff für die Perlenproduktion infrage kommenden Mosaiksteinchen konnten etwa 40 Stück in Dorestad gefunden werden. Diese Zahl wirkt gering im Vergleich zu den über 2000 bekannten Stücken aus Ribe und den fast 1000 Stücken aus Åhus, wo sich jeweils ganz eindeutige Werkstatthinweise ergaben und auch das Produktionsspektrum anhand von Halbfabrikaten und Abfällen rekonstruierbar ist[19].

Ein Werkstattbereich in Dorestad kann aufgrund der Fundkonzentration innerhalb eines karolingerzeitlichen Gehöftes auf dem Veilingterrein angenommen werden[20]. Neben einer Häufung von Abfällen der Glasverarbeitung fand sich dort auch besonders viel Bernstein, wiederum Produktionsabfall. Dieses Gehöft sticht daneben durch seinen hohen Fundanfall karolingischer Münzen und den Fund zweier Probiersteinchen mit Goldspuren hervor. Auch Abfälle der Buntmetallverarbeitung stammen von hier. Ein eindeutiger Ofenbefund für die Glasverarbeitung fehlt aber genauso wie an anderen Stellen in Dorestad.

Ein gelbes opakes Stück Glas, das auch im Bereich zwischen dem erwähnten Gehöft und dem Nachbargehöft gefunden worden ist, verdient daneben besondere Beachtung[21]. Die Grube, aus der es geborgen wurde, ist in den Zeitraum von 750 bis 900 zu datieren. Auffällig an dem Stück ist, dass an der gelben Glasmasse ein weiteres Stückchen gelben Glases anhaftet. Außerdem sind deutlich Reste von Eisenoxid zu erkennen, die von einem Hefteisen bzw. Pontil – dem Werkzeug des Perlenmachers – stammen müssen, so wie z. B. aus Ribe ein vergleichbares Werkzeug bekannt ist. Da auf dem Veilingterrein keine gelben Perlen gefunden worden sind, weder als Halbprodukt noch als Endprodukt, und diese zudem auch bei anderen Grabungen in Dorestad sehr selten sind, vermuten Y. Sablerolles und J. Henderson, dass es sich wohl eher um einen Produktionsrest der Verzierung von Perlen mit gelben Glasfäden handelt. Diese Perlen sind auf dem Veilingterrein und auch an anderen Stellen in Dorestad mehrfach gefunden worden.



Abb. 9 Glättgläser aus Dorestad. – (Foto P. J. Bomhof, Rijksmuseum van Oudheden).

GLÄTTGLÄSER

Eine weitere Fundgattung, die sogenannten Gniedelsteine oder Glättgläser, ist aus Dorestad mit knapp drei Dutzend vollständig und fragmentarisch vorliegenden Exemplaren überliefert (**Abb. 9**)[22]. Die Glasmasse ist in einem tief dunklen Grün und macht einen fast opak schwarz Eindruck. Die Qualität der Glasmasse lässt sich als schlecht bezeichnen; sie ist inhomogen und hat zum Teil größere Verunreinigungen. Die Oberflächen sind oft stark korrodiert. Die Durchmesser von etwa 7,5-8,5 cm stimmen mit Glättgläsern von anderen Fundplätzen wie Haithabu und Birka überein. Während aus Haithabu aber über 100 Stücke bekannt sind[23], ist die deutlich geringere Anzahl in Dorestad wohl durch die Grabungsmethodik der älteren Grabungen, vor allem im Bereich Hoogstraat, begründet. Die dunklen Fragmente werden beim Verzicht auf das Sieben des Aushubs leicht übersehen und so könnte bei diesen Altgrabungen das eine oder andere Exemplar unentdeckt geblieben sein.

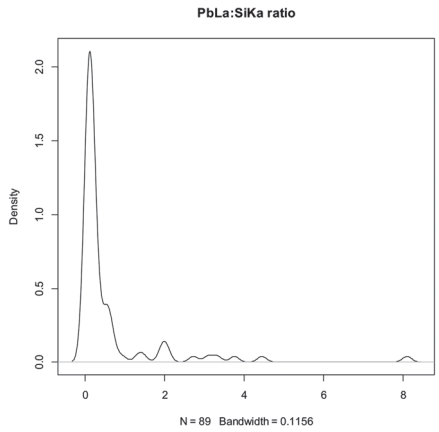
CHEMISCHE ANALYSEN BEIM RCE

Das Glas aus Dorestad war ab den 1990er-Jahren Untersuchungsgegenstand chemischer Analysen. J. Henderson von der Universität Sheffield war der erste, der Anfang 1995 über Analysen mit der Elektronenstrahlmikroanalyse berichtete. Er stellte dabei fest, dass es beim Glas aus Dorestad wahrnehmbare Unterschiede zum Glas aus römischer Produktion gibt und dass somit Recycling von römischem Altglas als alleinige Rohstoffquelle ausscheidet[24]. Bei den Veilingterrein-Ausgrabungen der Jahre 2007-2008 führte erneut Henderson die Beprobungen mit der Elektronenstrahlmikroanalyse durch. Die Messreihe umfasst Analysen an 56 Glasstücken und ist damit die bislang größte Probenanzahl einer chemischen Analyse an Glasfunden aus Dorestad.[25]

Im Vorfeld der großen Dorestad Ausstellung in Leiden im Jahr 2009 wurden durch L. Megens chemische Analysen mithilfe eines mobilen Geräts zur zerstörungsfreien Röntgenfluoreszenzmethode (XRF) durchgeführt[26]. Bei den untersuchten Glättgläsern, Tesserae und einigen gefärbten Rändern von Hohlglas war dabei indirekt festzustellen, dass es sich bei allen analysierten Tesserae (**Abb. 10**) und Hohlglasfragmenten um Glas mit hohem Natriumgehalt handelt. Das Natrium wurde nicht direkt nachgewiesen, war aber über die



Abb. 10 Tesserae aus Dorestad. – (Foto P. J. Bomhof, Rijksmuseum van Oudheden).



a

b

inv.nr.	site	object	date
Rh031	Rhenen	white thread on bowl	5B6A
WD821.4.60	Dorestad	shard	8
Rh181	Rhenen	bowl	5B
a1929/8.21a	Friesland, Ferwerd	shard	<NA>
Rh338	Rhenen	beaker	<NA>
WD6382	Dorestad	lump of molten glass	8
e1940/1.136	Putten	beaker	8
WD773.1.23	Dorestad	shard	8
WD onbekend 99	Dorestad	beaker	8
h1912/ I.65	Katwijk	beaker	8A
WD103	Dorestad	beaker	8
e1962/ 12.142	Wageningen	bowl	8

Abb. 11 **a** Dichteplot des Verhältnisses von Blei Lα zu Silizium Kα. – **b** Objekte mit einer relativ hohen Bleikonzentration. – (Grafik L. Megens).

geringen Anteile an Kalium und Blei ermittelbar. Da die Messungen lediglich an der Glasoberfläche durchgeführt wurden, sind die Ergebnisse dieser XRF-Proben letztlich aber vorsichtig zu interpretieren.

Im Sommer 2013 wurde erneut eine Reihe von Glasobjekten aus Dorestad durch L. Megens mithilfe der XRF-Methode analysiert. Die Messungen ergaben wiederum niedrige Werte für Kalium und Blei und legen nahe, dass es sich um Glas mit einem Flussmittel aus mineralischer Soda oder Soda aus Pflanzenasche handelt. In den opaken Tesserae ließen sich Kalziumantimonat, Bleiantimonat und Bleistannat nachweisen, die für den Trübungseffekt mitverantwortlich sind. Die chemische Zusammensetzung von Tesserae und Hohlglas ergab keine Korrelation. Die fünf untersuchten Glättgläser bestehen aus einer wiederum anderen Glaszusammensetzung, vier aus einem Bleiglas, eines aus Holzascheglas[27].

Um die Ergebnisse aus Dorestad in einen breiteren Kontext zu stellen, wurde weiteres frühmittelalterliches Glas aus den Sammlungen des RMO untersucht. Genau wie beim Glas aus Dorestad war der Gehalt an Kalium

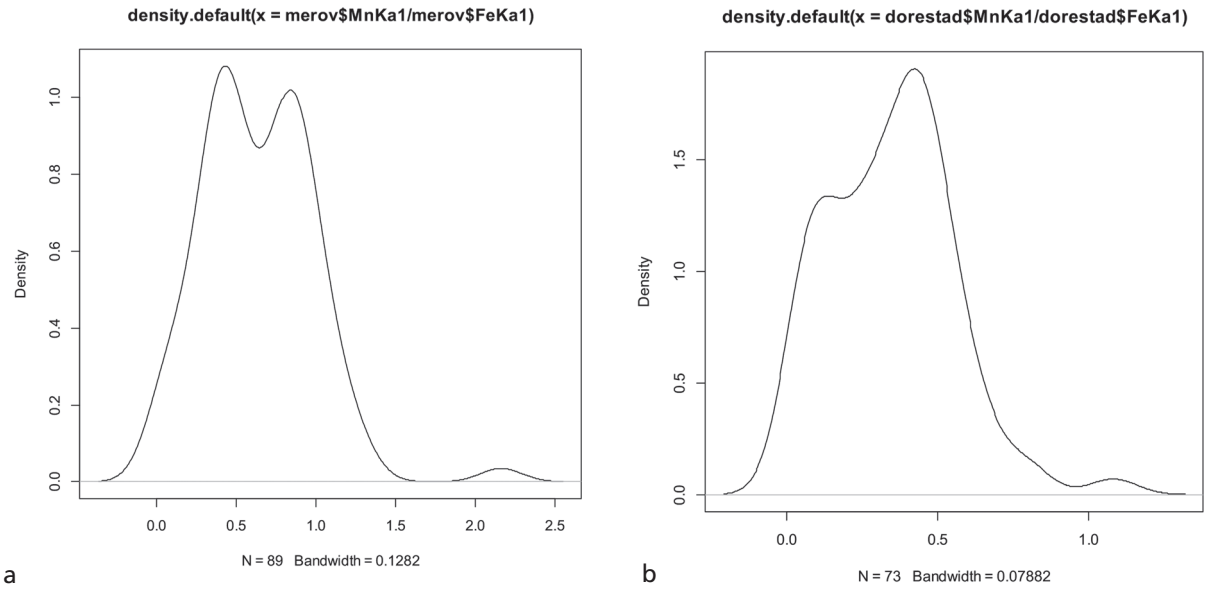


Abb. 12 **a** Dichteplot des MnKα:FeKα-Verhältnisses der aktuellen Probe. – **b** Dichteplot des MnKα:FeKα-Verhältnisses der zuvor analysierten Proben aus Dorestad. – (Grafiken L. Megens).

in diesen Glasobjekten niedrig und lag bei etwa 1 %. Auch wenn der Gehalt an Kalium durch Korrosion aus der Glasoberfläche leicht ausgewaschen werden kann, ist dennoch anzunehmen, dass als wichtigstes Flussmittel Soda verwendet worden ist, das sich aber mittels der XRF-Methode nicht direkt nachweisen lässt.

Einige Proben aus dieser Reihe von Glasobjekten und -fragmenten, darunter einige vorher noch nicht untersuchte Gläser aus Dorestad, enthalten einen relativ hohen Bleianteil von wenigen Prozent. Dies betrifft Becher und Schälchen aus Rhenen, Ferwerd, Putten, Katwijk und Dorestad sowie einen Brocken geschmolzenen Glases aus Dorestad (**Abb. 11**). Die meisten dieser Objekte datieren ins 8. Jahrhundert, mit Ausnahme der Schälchen aus Rhenen (spätes 5. Jahrhundert). Viele dieser Gläser enthalten neben Blei auch Antimon. Bei einem untersuchten Objekt handelte es sich um einen weiß-opaken Glasfaden auf dem Schälchen aus Rhenen (Rh 031, spätes 5./frühes 6. Jahrhundert), bei den anderen aber um transparentes Glas. Bleiantimonat wirkt im Glas opazifizierend, doch wenn Antimon z. B. als Stibnit (Sb_2S_3) zugegeben wird, könnte es auch zur Entfärbung eingesetzt worden sein. Ein Schälchen aus grünlich transluzentem Glas aus Rhenen (Rh 181, spätes 5. Jahrhundert) enthielt einen beträchtlichen Gehalt an Zinn, das üblicherweise im Trübungsmittel Bleistannat vorkommt.

Auf Grundlage des Verhältnisses von Mangan zu Eisen können die untersuchten Objekte in zwei fast gleich große Gruppen unterteilt werden: eine Gruppe mit einem MnKα:FeKα-Verhältnis von 1 und eine zweite Gruppe mit einem Verhältnis von unter 0,5 (**Abb. 12**). Beide Gruppen kommen an den verschiedenen Fundorten vor. Bei einigen Scherben römischen Glases, das mit Mangan entfärbt wurde, hatte das MnKα:FeKα-Verhältnis den Wert 1 (unveröffentlichte Analyse). Außer für ein einzelnes beprobtes Stück waren die analysierten Objekte, bei denen das MnKα:FeKα-Verhältnis 1 betrug, jedoch nicht farblos.

Die Probenauswahl kann auch eingeteilt werden in Glas, das nur wenig oder kein nachweisbares Zirkonium enthält und solches, das einen höheren Zirkoniumgehalt aufweist (**Abb. 13**). Höhere Zirkoniumwerte korrelieren mit höheren Titanwerten. Die Werte für Zirkonium und Titan deuten darauf hin, dass die als Rohstoff verwendeten Sande von unterschiedlichen Ausgangsgesteinen stammen. Hohe Werte für Zirkonium und Titan sind dabei ein Hinweis auf saure Gesteine wie Granit[28]. Das Glas mit diesen hohen Werten kommt

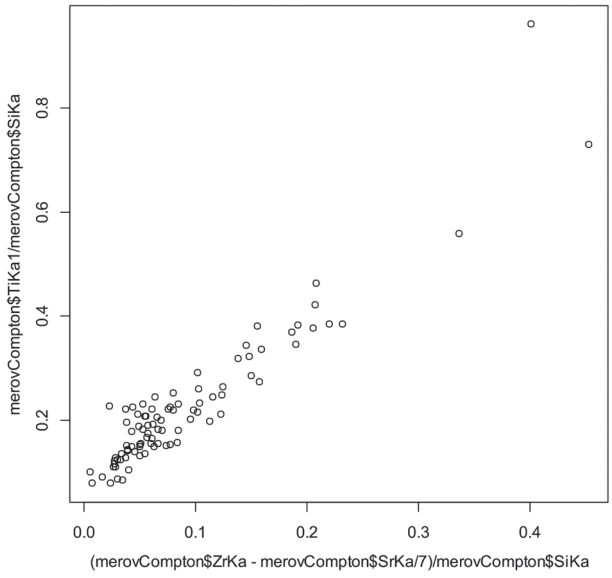


Abb. 13 Biplot des TiKα:SiKα-Verhältnisses versus ZrKα_a:SiKα-Verhältnis. – (Grafik L. Megens).

von verschiedenen Fundorten und lässt auch keine Relation zu einem bestimmten Zeitabschnitt zu.
Für zukünftige chemische Analysen wäre es wünschenswert, vom Glas der Hoogstraat-Ausgrabungen ähnlich viele quantitative Messergebnisse zu erhalten wie vom Veilingterrein. Sodann ließen sich die Glaszusammensetzungen dieser beiden Fundkomplexe miteinander vergleichen und überprüfen, ob sich in beiden Ensembles dieselben Glastypen nachweisen lassen.

FAZIT

In Dorestad wurde viel Glas gefunden, das sehr formenreich und von meist beachtlich hoher Qualität ist. Neben die große Fundmenge an zerscherbtem Glas tritt eine stattliche Anzahl vollständig erhaltener Becher. Auffällig an diesen Bechern aus Dorestad ist, dass die Gefäßwände sehr dünn und fast farblos sind, vor allem wenn man sie mit dem zumeist dicken und grünlichen Glas der Merowinger- und Karolingerzeit von anderen Fundorten der Niederlande vergleicht. Für die hohe Qualität des Glases aus Dorestad spricht seine Farblosigkeit und die feine Verarbeitung. Daneben sind etliche Sturzbecher mit Relief verziert, aus Farbglas, mit Glasfäden oder sogar Goldfolie dekoriert. Die weitreichenden Handelskontakte und der Reichtum des Vicus Dorestad spiegeln sich hierin wider.
Abschließend muss man sich auch weiterhin die Frage nach den Werkstätten der Gläser aus Dorestad stellen. Es ist zwar nicht ausgeschlossen, dass in Dorestad auch andere Glasgegenstände als ausschließlich Perlen verarbeitet wurden. Ein schlüssiger Beweis dafür fehlt aber. Vielmehr wird immer wieder die rheinische Herkunft der Gläser angenommen. Angesichts tausender Keramikgefäße, Weintonnen und Mühlsteine, die rheinabwärts nach Dorestad kamen und von dort durch friesische Händler weiter in das nördliche Europa verhandelt wurden, erscheint es nach wie vor reizvoll, dass auch die Glasgefäße im Rheinland ihren Ursprung haben. Der rheinische Wein könnte so in Dorestad ganz stilecht im durchsichtigen Trichterbecher aus rheinischer Werkstatt getrunken worden sein.

Anmerkungen

1) Willemsen 2010.
2) Isings 1980; 2009; 2010; 2015.
3) Henderson 1995. – Megens 2010. – Sablerolles/Henderson 2012.
4) Willemsen 2015b.
5) Willemsen 2015a; 2018.
6) Ypey 1964, 146.
7) Isings 2009, 260; 2010, 116. – Sablerolles/Henderson 2012, 305-306.
8) Sablerolles/Henderson 2012, 306. Besonders beim Essen mit fettigen Händen könnte der verdickte Ring Halt gegeben haben. Das Fehlen dieser Becherform in weiten Teilen des Rheinlands sowie in Nordfrankreich und Belgien könnte, wie beide Autoren ausführen, auf eine niederrheinische Produktionsstätte hinweisen.
9) Sablerolles/Henderson 2012, 307.
10) Steppuhn 1998, 64. – Sablerolles/Henderson 2012, 313.
11) Schulze-Dörrlamm 2004, 368-369.
12) Isings 2009, 264; 2015, 424. – Sablerolles/Henderson 2012, 313-316.
13) Schulze-Dörrlamm 2004, 355-356.
14) Langbroek/Willemsen 2020.
15) Sablerolles/Henderson 2012, 332.

16) Sablerolles/Henderson 2012, 328.

17) Preiß 2010, 125.

18) Nach Nyst: Datierung etwa 650/675 bis 750.

19) Preiß 2010, 123-124. – Sablerolles/Henderson 2012, 329.

20) Sablerolles/Henderson 2012, 333.

21) Sablerolles/Henderson 2012, 330-331.

22) Roes 1965, 43. – Isings 1980, 233; 2009, 265; 2015, 425. – Sablerolles/Henderson 2012, 336-338.

23) Steppuhn 1998, 74-76.

24) Henderson 1995

25) Sablerolles/Henderson 2012.

26) Megens 2010.

27) Auch aus Haithabu sind Glättgläser mit einem sehr hohen Bleigehalt bekannt, dort jedoch überwiegen solche aus Holzascheglas (Wedepohl 2003, 152).

28) Shortland 2012, 157.

Literatur

Henderson 1995: J. Henderson, Le verre de Dorestad: continuité technologique ou innovation? In: D. Foy (Hrsg.), Le verre de l'Antiquité tardive au Moyen Age (IVe-VIIIe siècles): typologie – chronologie – diffusion. Actes des VIIIe rencontres de l'Association française pour l'Archéologie du Verre (Guiry-en-Vexin 1995) 51-55.

Isings 1980: C. Isings, Glass finds from Dorestad, Hoogstraat I. In: W. A. van Es / W. J. H. Verwers, Excavations at Dorestad 1. The Harbour: Hoogstraat I. Nederlandse Oudheden 9 (Amersfoort 1980) 225-237.

2009: C. Isings, Glass. In: W. A. van Es / W. J. H. Verwers, Excavations at Dorestad 3. Hoogstraat 0, II-IV. Nederlandse Oudheden 16 (Amersfoort 2009) 259-279.

2010: C. Isings, Some glass finds from Dorestad. A Survey. In: Willemsen/Kik 2010, 115-117.

2015: C. Isings, Glass. In: W. A. van Es / W. J. H. Verwers, Excavations at Dorestad 4. The Settlement on the River Bank Area. Nederlandse Oudheden 18 (Amersfoort 2015) 422-445.

Langbroek/Willemsen 2020 (im Druck): M. Langbroek / A. Willemsen, Karolingische kralen uit Dorestad. Arch. Nederland 3/2020.

Megens 2010: L. Megens, Chemical Characterisation of Glass and Inlays from Dorestad. Preliminary Results of non-destructive X-ray fluorescence analyses. In: Willemsen/Kik 2010, 118-120.

Preiß 2010: F. Preiß, Tesserae and Glass Drops. Indications for glassworking in early medieval Dorestad. In: Willemsen/Kik 2010, 123-134.

Roes 1965: A. Roes, Vondsten van Dorestad. Archaeologica Traiectina 7 (Groningen 1965).

Sablerolles/Henderson 2012: Y. Sablerolles / J. Henderson, De glasvondsten. In: J. Dijkstra (Hrsg.), Het domein van de boer en de ambachtsman. Een opgraving op het terrein van de voormalige fruitveiling te Wijk bij Duurstede: een deel van Dorestad en de villa Wijk archeologisch onderzocht. ADC Monogr. 12 (Amersfoort 2012) 293-354.

Schulze-Dörrlamm 2004: M. Schulze-Dörrlamm, Römische Glasgefäße mit byzantinischen Goldapplikationen des 8./9. Jahrhunderts. Antiquitäten als Statussymbol der Aristokratie. Jahrb. RGZM 51, 2004, 349-374.

Shortland 2012: A. J. Shortland, Lapis Lazuli from the Kiln. Glass and Glassmaking in the Late Bronze Age. Stud. Arch. Scien. 2 (Leuven 2012).

Steppuhn 1998: P. Steppuhn, Die Glasfunde von Haithabu. Ber. Ausgr. Haithabu 32 (Neumünster 1998).

Wedepohl 2003: K. H. Wedepohl, Glas in Antike und Mittelalter. Geschichte eines Werkstoffs (Stuttgart 2003).

Willemsen 2010: A. Willemsen, Welcome to Dorestad: A History of Searching and Finding »the Dutch Troy«. In: Willemsen/Kik 2010, 7-16.

2015a: A. Willemsen, Dorestad, das nördlichste Emporium des karolingischen Reiches. In: D. Callebaut / H. van Cuyck (Hrsg.), Das Erbe Karls des Großen 814-2014 (Gent 2015) 209-213.

2015b: A. Willemsen, Dorestad as a fluviatile society. In: J. H. Barrett / S. J. Gibbon (Hrsg.), Maritime Societies of the Viking and Medieval World (Cambridge 2015) 108-121.

2018: A. Willemsen, Dorestad, een wereldstad in de Middeleeuwen (Zutphen ^{3}2018).

Willemsen/Kik 2010: A. Willemsen / H. Kik (Hrsg.), Dorestad in an international framework. New research on centres of trade and coinage in Carolingian times (Turnhout 2010).

Ypey 1964: J. Ypey, Die Funde aus dem Gräberfeld Huinerveld bei Putten im Museum Nairac in Barneveld. Ber. ROB 12/13, 1962/1963, 99-152.

Zusammenfassung

In der karolingerzeitlichen Siedlung Dorestad (heutige Niederlande) wurden bei Ausgrabungen über 1500 Glasfragmente und etwa 400 Glasperlen entdeckt. Besonders die hohe Qualität der Glaswaren aus Dorestad sticht hervor. Häufig ist die Glasmasse fast farblos und zum Teil sind die Objekte reich verziert, u. a. auch mit Goldfolie. Die Glasfunde wurden im vergangenen Jahrzehnt mit verschiedenen Methoden analysiert, u. a. mit Mikroskopie und XRF. Für einen beträchtlichen Teil der Glasbecher kann über eine rheinische Herkunft nachgedacht werde, wie auch für den Wein, der aus ihnen getrunken worden sein könnte.

Summary

Over 1500 pieces of glassware and about 400 glass beads have been excavated from the Carolingian town of Dorestad in the present-day Netherlands. Most remarkable is the high quality of the Dorestad glass, which is almost colourless and often highly decorated, even with gold foil. These glass products were analysed in the past decade with microscopes and XRF. Most beakers seem to originate in the Rhineland, much like the wine that was drunk from them.

MATTHEW C. DELVAUX

BEADS AND THE URBAN NETWORKS OF THE VIKING AGE

Viking Age beads have been studied, following the work of J. Callmer[1], primarily as indicators of long-distance trade. This focus has been complemented especially at Ribe and Åhus with attention to the craftsmen who produced beads of glass[2], as well as in chronological studies of slightly earlier sets of beads from Bornholm[3]. International research has meanwhile focused on how beads either from individual sites or from national collections fit into the typologies and chronologies of Viking Age beads[4], or on bringing these diverse chronologies and typologies into conversation[5]. This paper seeks to expand the role of beads in Viking Age research by exploring the roles that beads played among the urban networks that emerged during the Viking Age, connecting the peoples of Northern Europe to the wider world. For the purposes of bead researchers, this period may reasonably be expanded to begin with the development of new centers of bead production around AD 700 and end with the general abandonment of beads as a dress accessory around AD 1100.

The evidence of glass beads generally affirms the narrative developed through archaeological research over the past several decades, indicating that urban networks preceded and arguably precipitated the transformations of the Viking Age. Urban networks developed before Viking violence spread, and as S. Sindbæk has proposed, they should be seen as a possible cause of this violence[6]. This only makes sense if urban networks are understood as something in which northern societies were entangled before the Viking Age began and in which they continued to be bound throughout the Viking Age. Beads solidify this argument, providing a trace of the long-distance networks that connected the booming economies of the Near East through the markets of northern emporia to the graves of Viking Age elites and the sites of the Norse diaspora. These intensifying and commercializing networks moved alongside or superseded networks of elite gift exchange that had flourished during earlier periods[7].

This paper begins with general comments on Viking Age beads and their use for the study of urban networks. It then proceeds thematically through specific areas of research, using beads to interrogate urban sites as places of production and exchange; the relationship between urban sites and central places; the emergence of urban identities; the development of urban hinterlands; the place of beads in systems of exchange; and shifts in directions of exchange during the period. Beads intersected with these multiple aspects of Viking Age urbanism and help reveal how urban centers developed during the Viking Age at the nexus of dynamic social networks.

GLASS BEADS AND VIKING AGE NETWORKS

Glass beads from the Viking Age generally survive from graves, settlements, and hoards. They were often worn by women in northwestern Europe strung between brooches[8], whereas western fashions had begun to change in the 600s[9]. In rare cases such as grave ACQ at Køstrup on Funen (Denmark), Viking Age dresses survive through mineralization of the fabric on associated metalwork, giving researchers an idea of how bead necklaces served as integral parts of personal displays involving not only brooches, but also rich textiles, which rarely survive[10].

In: Michael Dodt · Andreas Kronz · Bente S. Majchczack · Sebastian Messal (Hrsg.), Glas als Fernhandelsprodukt im frühen Mittelalter – Köln und der europäische Norden. RGZM – Tagungen 46 (Mainz 2022).
DOI: http://doi.org/10.11588/propylaeum.1105.c15172

Sometimes beads were meant to dominate female costume. Studies on Gotland show this was especially true for young girls buried between the ages of five and fifteen years old. Their necklaces might comprise hundreds of beads, while older adult women had necklaces with fewer beads [11]. Smaller groups of beads are also sometimes found. At Birka, small numbers of beads have often been encountered in male graves [12]. Studies from Gotland indicate color may have been an important consideration in the selection of beads for burial [13]. A recent case study of beads from Hedeby indicates that people there also selected beads on the basis of color, with blue beads dominating economic contexts and white, blue, and red beads dominant in burials [14].

Beads were made from diverse materials. They could be made from local Baltic amber, but people in medieval Europe more often sought beads made from foreign things – faience from Egypt, glass from the Levant, carnelian from Iran, rock crystal from India, or cowry shells from the Red Sea. Despite this variety, the vast majority of beads were made of glass. In Johan Callmer's survey of 299 Viking Age necklace assemblages [15], 88 % of beads were identified as glass. In my own surveys of beads from various settlement and cemetery contexts across Scandinavia and northern Germany, glass beads typically comprise 95 % of recovered collections.

At some sites in northern Europe, particularly Ribe and Åhus – along with more limited evidence at later sites such as Birka, Hedeby, and Kaupang – beads have been found alongside evidence of bead production [16]. Raw materials might include glass cullet or shards, tesserae produced for or reclaimed from mosaics, or glass canes prepared for tracing decorations and sometimes used as bead bodies. Glass canes appear both as simple and twisted stringers for tracing decorations, and also as murrina (pl. murrine or murrini) or mosaic glass. Publications on Viking Age beads often describe this glass as millefiori glass (»thousand flowers«), although bead researchers elsewhere typically use this term specifically for glass produced in floral patterns [17]. Production waste might also include chips, splinters, drops, fragmented rods, and slagged lumps [18]. Remains of glassworking furnaces have been identified, particularly at Ribe and Hedeby, and occasionally iron rods identified as mandrels for beadmaking, as at Paviken, Helgö, and Ribe [19].

Problems arise, however, when trying to connect raw materials to bead production. Many tesserae retain gold-leaf on one side, raising the question of whether glassworkers incorporated the gold-leaf in secondary products, whether they developed a means of removing the gold-leaf, or whether they imported tesserae in bulk and discarded tesserae with gold-leaf. Furthermore, there appears to be no one-to-one relationship between raw materials and finished beads. A sample of 50 tesserae from the Ribe Gasværksgrunden site dating to the 700s (ASR 1085 x2) yielded an average weight of 0.85 g. From a sample of 22 wound beads from the nearby Posthuset site, however, the average bead weighed 0.35 g, less than half the weight of a glass tessera. Glass shards appear in even greater diversity. Among 19 shards examined from Hedeby (selected from the glass bead exhibition), the smallest weighed 0.33 g, the largest weighed 19.35 g, and the average weight was 4.34 g. A selection of 441 wound beads (from the same exhibition) had an average weight of 1.04 g with a broad standard deviation of 0.76 g. The divergent figures between raw glass and final product indicate that the beadmakers of northern emporia needed to develop methods for selecting and mixing glass materials to prevent fragmentation during cooling.

Many beads were also made by drawing the glass into tubes and then cutting the tubes into beads. These beads were reworked into a variety of styles using techniques not practiced in Northern Europe, and they frequently appear alongside particular types of mosaic beads. These beads are believed to have originated in the Near East [20]. Beads of certain exotic materials have also been found, which should probably be provenanced to the Near East or from elsewhere along the eastern trade routes. Foremost among these are rock crystal and carnelian beads that proliferated during the mid-Viking Age [21], as well as cowrie shell beads, which appeared in large numbers on Gotland and occasionally in Birka but rarely circulated further [22].

Phase	Date	Ribe Beads (local)	Wasp Beads (local)	Metal-Foil Segmented (import)	Blue Segmented (import)	Green Tubes (import)	Drawn Cut (import)	Total Beads	Total Tesserae
B	705-725	•						×××××	××××××
C	725-760	••••						×××	××××××
D	760-780								××
E	780-790		••••••••	•				××××××	××××
F	790-800		•	•••••	•	••••		×××××	×
G	800-820			••	•	•	•	×	
H/I	820-850						••	×	

Tab. 1 Ribe Posthuset Bead Deposition. – • = 1 loss/year; × = 5 losses/year. – (After Feveile/Jensen 2006).

The locations of production and intermediary exchange, however, continue to elude modern researchers. Although the regions of primary glass production have been identified, and in some cases excavated[23], beads are rarely recovered from early medieval sites in the Near East. Nevertheless, a Middle Eastern location for bead production is suggested by the appearance of similar beads from the caliphate's other frontiers[24]. Beads therefore allow researchers to examine how networks operated at different levels, with one set of links joining the emporia of Northern Europe to the production centers of the Near East, and another set of links joining emporia to local and regional networks of distribution and consumption.

Viewing beads as part of these networks takes up the challenge posed by S. Sindbæk for researchers to think about artifacts as nodes in social networks[25]. By examining patterns of distribution and association, it is possible to reconstruct the relationships that moved these things, discern the circuits that held networks together, and identify moments of change in mode, course, and intensity. Across the links and nodes of Viking Age networks, beads allow for investigations of processes of craft production, material exchange, and conspicuous consumption. By examining these many facets of Viking Age beads, a more nuanced history of urbanism and urban networks can be told.

URBAN PRODUCTION AND EXCHANGE

Ribe provides the best opportunity to examine how these networks formed. I rely here on the work of C. Feveile and S. Jensen in their analysis of the Posthuset site[26], which they divided into phases spanning 705 to 850. Glass beads and tesserae from this site allow us to identify five basic phases of activity (**tab. 1**).

Phase 1 – Before Ribe, 630-705

Before the occupation of Ribe, regional patterns of beads are best known through the chronology of beads from burials on Bornholm[27], with parallels apparent in the chronology of beads from Frisian sites as well[28]. A Migration-Period phase with red and orange beads was replaced by a blue and white phase around 630. This adoption of a new set of beads seems to have preceded the occupation of Ribe, suggesting that the craftworkers who established themselves at Ribe did so in part as a response to an elite demand for newly made beads.

Phase 2 – Early Production, 705-760

During the earliest phases in Ribe between 705 and 760, an initial period of local bead production escalated into large-scale work. Åhus in southern Sweden shows a similar pattern[29]. Groß Strömkendorf/Reric in northern Germany, Paviken on Gotland, and Helgö in central Sweden should also be counted as places of early bead production, though not on the same scale[30]. By comparison, western emporia have yielded few beads. Only Dorestad has produced more than twenty[31].
Nonetheless, even Dorestad pales in comparison to Ribe. From the earliest phase of the Ribe Posthuset site (Phase B, c. 705-725), excavators recovered 486 beads from a trench measuring 70 m². A similar density of finds across the 47 ha of the Dorestad site would have resulted in millions of beads. In fact, excavators have recovered a modest 395 beads. In part, this disparity results from the rapid excavations of Dorestad and incomplete cataloguing of early finds, contrasted against the more recent and thorough excavations at Ribe. However, even in the recent excavations of the Veilingterrein area of Dorestad, where beads were carefully collected and catalogued, 30 beads were registered from an area of 1.7 ha[32]. This density of 0.002 beads per square meter pales in comparison with the seven beads per square meter excavated from the earliest phases of Ribe. Traders from Dorestad who traveled to Ribe would have encountered people who had adopted materially different ways of presenting themselves, and who secured these material markers of difference by fostering exchange that were ultimately reaching toward the Mediterranean or Middle Eastern sources of glass.

Phase 3 – Production and Exchange Decline, 760-780

Following this initial period of booming production, Ribe – or at least the area of the Posthuset site – experienced a temporary decline. Between 760 and 780, artifacts of most types were lost less frequently than in earlier periods, and tesserae and beads became especially scarce.

Phase 4 – Production Revives, 780-790

In the 780s, tesserae began to appear again, and local bead production revived. The so-called Ribe beads, which dominated earlier phases, disappeared, suggesting that many early bead makers had moved on or passed away. Wasp beads, however, became common. A small number of these beads had appeared during earlier phases, suggesting that at least one bead maker had remained active throughout the period of decline. Meanwhile, the first imported beads began to arrive.

Phase 5 – Exchange Links East, 790-800

In the 790s, imported beads began to arrive in substantial numbers, while wasp beads and tesserae went into decline. This evidence indicates that the people of Ribe could still access glass to make beads, but they opted to import finished beads instead. In comparison, imported segmented beads had begun to appear on Bornholm earlier around 775[33]. The earlier appearance of segmented beads on Bornholm suggests that the community at Ribe was again responding to elite demand, following changing elite preferences rather than preceding them. J. Callmer, in a study that included blue segmented beads from this period, plotted

Period	Hypothetical Dating	Wound	Segmented	Drawn Cut	Rock Crystal/ Carnelian	Other/ Unknown
BP I	790-820	85 %	2 %	0 %	0 %	13 %
BP II	820-845	37 %	43 %	1 %	2 %	17 %
BP III	845-860	12 %	10 %	71 %	1 %	6 %
BP IV	860-885	39 %	2 %	7 %	39 %	13 %
BP VII	885-915	71 %	5 %	4 %	0 %	20 %
BP VIII	915-950	52 %	2 %	0 %	26 %	20 %
BP VI	950-960	4 %	10 %	78 %	2 %	6 %
BP IX	960-980	12 %	52 %	1 %	21 %	14 %
BP XII	980-1000	64 %	6 %	0 %	10 %	20 %
Average	790-1000	35 %	15 %	26 %	11 %	9 %

Tab. 2 Callmer Bead Periods. – (After Callmer 1977).

their course northward along the Danube, suggesting that many other early imports arrived via this route as well[34]. In earlier periods, gift exchange had moved beads along these routes[35]. The relationship between the Ribe and Bornholm chronologies deserves further studies before any conclusions may be made, but at present, it appears that urban networks were developing to tap into networks already established through elite gift exchange.

Phase 6 – Exchange Dominates, 800-850

After about 800, bead production slowed in Ribe, and almost all beads were eastern imports. Beads from other sites reinforce the impression that the role of emporia shifted from production to exchange around 800, accompanied by a shift in locations: Helgö was superseded by Birka, Åhus faded as new settlements appeared across the Baltic at Wolin and Truso, Groß Strömkendorf/Reric was superseded by Hedeby, and a new community took shape at Kaupang in Vestfold. While the early emporia had been sites of bead production, the new emporia were dominated by beads imported from the east[36].

Phase 7 – Mixed Regimes, 850-1100

The later chronology of beads is more difficult to establish. For Ribe and other urban sites, layers dating from the Viking Age have typically been truncated by agriculture or other activities, and an anticipated volume on Birka's later stratigraphy remains in preparation. Nevertheless, Heimdalsjordet near Kaupang, Fröjel on Gotland, and Sigtuna near Stockholm all provide examples of late Viking Age emporia where bead production did not occur on a large scale. Of these sites, Sigtuna provides a rare example of a site where beads might have been produced, notably at the same location as the minting of money[37].
Callmer has shown that burials can offer a bead chronology for these periods where stratified finds are rare[38]. Among the 299 burials in his catalog, an interesting mirror image appears (**tab. 2**). The dates presented in this table are Callmer's hypothetical dates developed for the catalogued assemblages, although Callmer also conducted a broader survey of Viking Age necklaces and suggested a set of revised dates

Period	TPQ	Hypothetical Dating	Revised Dating
BP I		790-820	before 820
BP II	ca. 805	820-845	820-845
BP III	814	845-860	845-875
BP IV	871	860-885	875-905
BP VII	913	885-915	905-935
BP VIII	913	915-950	935-955
BP VI	925/926	950-960	955-965
BP IX	951-954	960-980	965-990
BP XII	991	980-1000	990-1000

Tab. 3 Callmer's Bead Chronologies. – (After Callmer 1977, 76-77. 167-173).

(tab. 3). This revised chronology pushes many of the dates in the later Viking Age back by about a decade, based primarily on the assumption that because more necklaces could be associated with earlier periods, those periods must have lasted longer. The revised dates, however, suggest that necklaces were buried at a fairly constant rate until furnished burial abruptly stopped around the year 1000. The hypothetical dates might be preferable for suggesting that furnished burial was instead gradually abandoned over the course of the later Viking Age.

Regardless of the precise dates, however, it is clear that Near Eastern imports dominated buried necklaces throughout the Viking Age. Segmented and cut beads appeared somewhat later in graves than in towns and on Bornholm. These were replaced by rock crystal and carnelian, indicating an eastward shift in exchange toward the sources of rock crystal and carnelian in Iran and India. This was followed by a return to segmented and cut beads, and finally wound beads, before beads and grave goods were finally abandoned.

It is certainly possible that other crafts, industries and commodities could tell different stories about the shifting balance between exchange and production at urban sites, but beads provide a starting point. There is an abundance of evidence for bead making at certain times and places, such as in early Ribe, but at other times and places, such as in 9th century Kaupang, imported beads appeared in large numbers while bead making does not appear to have been a prominent craft[39].

Norway provides a particularly interesting case. With regard to beads, the emporium of Kaupang fell into apparent decline in the late 800s, with only about 200 of 4000 excavated beads datable to the 900s[40]. Nevertheless, new bead styles continued to be imported into or made in Norway, some of which have few if any parallels elsewhere in Scandinavia. Callmer types with distinctly Norwegian distributions during the later Viking Age include types B066 (predominantly BP VII and VIII), F020 (BP VI only), and F040 (BP VI only). The appearance of these beads in Norway even as Kaupang fell into decline suggests that urban networks sometimes complemented or perhaps competed with non-urban networks of production and exchange.

URBAN SITES AND CENTRAL PLACES

Debates about the conceptualization and classification of the new Viking Age urban networks are complicated by uncertainties about what happened to the networks that preceded the Viking Age[41]. At least initially, the urban networks of Northern Europe competed with or complemented other networks, probably based on gift exchange and using central places as their hubs[42]. At many of these sites, plowing has

removed Viking Age layers, leaving questions about what happened to them as the urban networks began to develop. Beads from the plow soil can nonetheless help us address at least three aspects of these central places: the duration of occupation, the areas of use, and the activities that occurred.
Among these sites, I have conducted preliminary work analyzing the beads of Sorte Muld on Bornholm and Uppåkra in southern Sweden. It is possible to map where beads have been found, and in some cases, these beads indicate general periods of use. With further analysis of how distributions changed over time, it should be possible to plot which areas of the site were used most intensely during different periods.
Overall, it appears that at least these two sites were rarely if ever used as locations for glass working and bead production. Throughout their long periods of use, they accumulated exotic imports, and this continued on a modest scale into the Viking Age. I interpret this as evidence that central places only gradually lost their role in the networks of long-distance exchange as emporia took shape over the course of the 700s. Through the later Viking Age, as beads continued to appear sporadically, these sites, insofar as they survived, came to depend increasingly on emporia as their sources of material culture and exotic wealth.

URBAN IDENTITIES

The question of whom these sites were servicing is an important one, and beads help provide an answer. As mentioned before, northern emporia were sites for bead production and import, whereas beads were generally absent among Western European sites. This lack of beads is not surprising. During the 600s, women in the west had adopted new dresses that clasped in the middle of the chest, rather than at the shoulders. As they abandoned shoulder brooches, they abandoned necklaces as well. Thus, women no longer wore beads as emblems of their status or identity, and if they wanted to wear something like a necklace, they wore a Byzantine-style collar instead, sometimes embellished with religious pendants[43].
Women in Northern Europe, meanwhile, continued to wear brooches and beads[44]. Since there is no evidence for bead making at any western site, the beads found at Ribe and the Baltic emporia indicate that the seasonal workers who made them were not western-based.
By the 900s, bead making began to spread again into Western Europe in the areas that fell under Norse control. At York in northern England, for example, there is minor evidence for glasswork, and a fair amount of evidence for beadwork in amber[45]. York is known to have been a center for Norse activity in the Danelaw, and these finds give the impression that beads – whether produced in or acquired through urban networks – continued to serve as markers of Norse identity. This suggests in turn that material manifestations of Norse identity implied a degree of attachment to the urban networks that linked Northern Europeans with the East.

URBAN HINTERLANDS

If beads help show how Norse material culture was entangled with urban networks, they also help show how far these networks reached. Elite burials which included beads, whether within settlement walls or far from an emporium site, depended on emporia for their glass beads. Beads in these contexts allow consideration of the far reach of early urban networks and the kinds of people that they joined together. Sindbæk has previously illustrated these connections with the example of a woman buried at Ytre Kvarøy in Nordland (Norway) during the late 700s[46]. A second, later case reveals similar connections during the later Viking Age. Around 960, a woman laid to rest in a small cemetery on Hagbartholmen in northern Norway, a short

trip away from the old central place of Borg in Lofoten, near the northernmost edge of where wheat can grow. Nevertheless, she was accompanied by artifacts representing a rich economic life: tools for weaving and reaping, objects crafted from local materials, and traces of long-distance exchange. Among local products, her grave goods included a soapstone vessel, an antler comb, a whalebone weaving sword, and a whetstone of slate. Among long-distance imports, her grave goods included over one thousand beads of glass made in the Near East[47].

This is the largest assemblage of beads recorded in Callmer's catalogue of 299 Viking Age graves, and it is certainly one of the most exceptional[48]. It falls thirteen standard deviations beyond Callmer's average assemblage size of 50 beads ($\sigma = 87.6$). For this burial, Callmer recorded only one or two beads that might have been local products, but he recorded five rock crystal beads, 91 drawn segmented beads, and 1108 drawn cut beads that derived from the Islamic world. All these beads were imported, and the nearest hub of exchange through which these beads would likely have passed is Hedeby in northern Germany, which by the late Viking Age had developed into a focal point for communities across the North Atlantic[49]. This woman's grave provides an example of an elite woman in the northernmost reaches of Norway placing herself within the hinterlands of Hedeby, which provided her with a point of contact for exchanging products from the North Atlantic for those of the Near East.

MEANS OF EXCHANGE

Beads were, therefore, pervasive items during the Viking Age. They were products, they were imports, they were markers of Norse identity, and they were objects that tied networks together. But how did they actually move, and how were they exchanged? Researchers typically treat beads as dress ornaments, although they occasionally consider them as ritual objects as well. Nevertheless, experts on both beads and exchange have raised the possibility that beads might have also functioned as a means of exchange and as a store of wealth[50].

Before considering the role of beads as a potential means of exchange, it is useful first to consider the ways in which coins were used – while keeping in mind that Northern Europeans only developed into a coin economy over the course of the Viking Age[51]. I discern three basic uses of coins. First, coins were used as jewelry and worn as pendants, meaning that sometimes their display value was more important than their monetary value. Second, northern traders often hacked coins into bits, meaning that they valued coins for their weight in silver rather than for their status as minted coins. And third, they melted some coins in order to make coins of their own, suggesting that, at least sometimes, coins were used as part of a monetary economy.

Beads served similar roles. They were certainly worn as jewelry, sometimes together with coins or pendants made from coins. They also appear in contexts where coins are more typically expected, such as in hoards. Furthermore, approximately 600 beads were found in what appears to have been a purse which also contained seven coins, and which fell into Hedeby harbor around 830[52]. The repeated occurrence of beads together with coins suggests that both were treated similarly and functioned similarly over the course of the Viking Age.

The exchange of beads in fact preceded and may have anticipated the hack silver economy of the later Viking Age. Segmented beads began to arrive in bulk in the 790s. Many of these beads had the appearance of precious metals, and a large number could never have been worn. At Kaupang, for example, 61 of 269 intact metal-foil beads (23 %) had faulty perforations, which in many cases would have prevented their use in necklaces (e. g. KHM C52516, C52517, C52519). These segmented beads appear in urban stratigraphic layers over thirty years before their proliferation in graves (Callmer Phase II, c. 820-845; **tab. 2**), suggest-

ing – perhaps with the exception of the southern Baltic, discussed under Phase 5, above – segmented beads were initially imported for uses other than elite consumption and display. These beads could be broken apart at their narrow waists, or they could be reused as sources of glass, after splitting them into pieces, making them useful as a commodity money in instances of small-value exchange. Fragments of both kinds proliferate at emporia sites, suggesting that these beads were in fact used like hack silver well before hack silver came into use. At Kaupang, for example, segmented beads first appeared in Site in Period I, c. 805/810, while hack silver first appears later during Site Phase II, c. 820-840/850[53].

Beads therefore exemplify imports treated both as stores of value and as objects of display. They flourished as common objects of exchange before silver became a dominant means of exchange in the mid-Viking Age; and they facilitated practices of hacking exchange items apart and measuring them by weight, preparing the way for hack silver to become a common means of exchange among later generations.

DIRECTIONS OF EXCHANGE

If beads were a common means of exchange that passed through urban nodes and into urban hinterlands, they also help us reconstruct directions of exchange. This is true both for imported beads and for ones made locally from imported glass. Beads, and especially glass beads, are evidence of the furthest reaches of northern exchange networks, with at least one glass bead reaching the North American site of L'Anse aux Meadows[54], and their distributions also allow study of the routes they used to reach the north. These relationships have been explored most deeply by J. Callmer, although his observations must be contextualized by parallel and subsequent work[55].

In the 700s, most beads were made from imported glass. It is difficult to tell whether this glass was obtained from Dorestad and Francia, or from Groß Strömkendorf/Reric and the Danube. Just before 800, imported beads began to arrive, and at least blue segmented beads traveled through Central Europe[56]. Later styles arrived along routes from further east, suggesting that the long-distance networks of the first northern emporia had been connected to many routes pointing south, but by about 800, these routes constricted toward a single eastern trunk. At the same time, the locations of the emporia were repositioned to accommodate the routes of eastern exchange.

During the 860s, beads indicate a major expansion of this trade, as new rock crystal and carnelian beads began to arrive. This shift from glass beads to beads of carnelian and rock crystal responded to a fragmentation of the Abbasid caliphate that made glass difficult for northern traders to obtain. The Samanid emirs in Persia, it seems, took the initiative to seize control of the northern trade, supplying rock crystal and carnelian beads drawn from Iran and India. This helped open routes between Northern Europe and Central Asia, where old coin stock from the 700s had continued in circulation and now began to move north. These old coins probably began to appear in Scandinavia in the mid-800s, as C. Kilger has shown[57], and they were supplemented by new silver coins being minted in the Islamic east. Beads seem to verify Kilger's analysis of the numismatic evidence.

During the later Viking Age, beads became more diverse, suggesting that they had lost their role as a primary means of exchange. This was instead the period of the silver fever, as W. Duczko has called it[58]. By the late 800s, therefore, glass beads no longer served as bulk goods useful for tracing the routes of long-distance exchange that connected urban networks in the north to production centers in the Near East. Their appearance gradually rarified and styles became more diverse as beads began to arrive more commonly singly or in small batches. By 1100, beads had fallen out of use across much of Scandinavia, with the women of Gotland providing the most notable exception.

CONCLUSION

In sum, this analysis of glass beads shows that there was no such thing as a »rural viking«. Beads complement more local resources like antler to reveal how urban networks saturated northern societies with eastern materials beginning in the 700s[59]. These networks expanded and intensified to provide eastern goods to the communities responsible for the first Viking raids in the 790s, and the beads that arrived through the urban networks of northern Europe spread with the Norse diaspora that began with the Viking camps of the 830s and 840s. Urban networks were further elaborated to accommodate increased traffic in the 860s, as Viking activity became large scale with the landfall of the Great Heathen Army in England.

Beads, in general, help contextualize much of the work seen elsewhere in this volume. J. Barrett, in a recent paper[60], noted that the activities that shaped this period generated an interdependence of war, trade, and identity, and that they created a dialectic between local identities and long-range connections. Beads exemplify how a single group of objects might be entangled with each of these key aspects of the Viking Age, and their close connection to the urban networks of the Viking Age reinforces the impression that these networks underlay the key developments of this period.

Acknowledgements

I thank both S. Kalmring and R. Fleming for reading drafts of this chapter and providing comments throughout. I thank M. Søvsø and S. Sindbæk for arranging my participation in this conference, and C. and L. Lund Feveile for their particular hospitality. The American-Scandinavian Foundation and the Medieval Academy of America supported significant aspects of the research presented here.

Notes

1) Callmer 1977; 1991; 1995; 1997; 2003; 2018.
2) Callmer/Henderson 1991. – Sode 2004. – Andersen/Sode 2010. – Sode/Feveile/Schnell 2010.
3) Høilund Nielsen 1987; 1997. – Jørgensen/Nørgård Jørgensen 1997, 24-35.
4) Hreiðarsdóttir 2005. – Ambrosiani 2013, 58-63. 226-232. – O'Sullivan 2013. – Hickey 2014.
5) Friedrich 2016, 92-95. – Delvaux 2017.
6) Barrett 2008, 678. – Sindbæk 2011, 57-59. – Ashby 2015, 90-91.
7) Curta 2007.
8) Jørgensen/Nørgård Jørgensen 1997. – Ewing 2006. – Mannering 2017.
9) Vallet 1996. – Zeller 1996. – Owen-Crocker 2004. – Walton Rogers 2007.
10) Lindblom 1993. – Rasmussen/Lønborg 1993.
11) Thedéen 2008.
12) Staecker 2009.
13) Callmer 2006.
14) Delvaux 2018.
15) Callmer 1977.
16) Callmer/Henderson 1991. – Sode 2004.
17) Råhlander 2017, 4.
18) Callmer/Henderson 1991, 145. – Steppuhn 1998, 91-92.
19) Sode 2004, 84-86. – Kronz et al. 2015. – Råhlander 2017, 4.
20) Andrae 1973. – Sode 2004, 95-99. – Wiker 2007. – Sode/Feveile/Schnell 2010.
21) Hepp 2007.
22) Trotzig 1988. – Johansson 1997.
23) Freestone/Greenwood/Gorin-Rosen 2002. – Whitehouse 2003. – Degryse et al. 2014. – Degryse 2017.
24) Robertshaw et al. 2009. – Cissé et al. 2013.
25) Sindbæk 2013.
26) Feveile/Jensen 2006.
27) Høilund Nielsen 1987; 1997.
28) Majchczack/Kronz, this volume.
29) Callmer/Henderson 1991.
30) A. Lundström 1981. – P. Lundström 1981. – Pöche 2005.
31) Dijkstra 2012, 318-328. – Isings 2015. – Langbroek 2021.
32) Dijkstra 2012, 318-328.
33) Høilund Nielsen 1987; 1997.
34) Callmer 1991.

35) Curta 2007.

36) Steppuhn 1998. – Wiker 2007. – Ambrosiani 2013.

37) Söderberg 2008, 111-112.

38) Callmer 1977.

39) Wiker 2007. – Gaut 2011.

40) Pilø 2007, 177.

41) Kalmring 2016. – Curta 2007. – Ljungkvist 2009. – Kalmring 2016.

42) Hårdh 2003; Skre 2015.

43) Vallet 1996. – Zeller 1996. – Owen-Crocker 2004. – Walton Rogers 2007.

44) Jørgensen/Nørgård Jørgensen 1997. – Ewing 2006. – Mannering 2017.

45) Mainman/Rogers 2000, 2504-2517. 2519-2528.

46) Sindbæk 2011, 58-59.

47) Munch 1995; TMU Ts. 5281, Steigen Grave 1.

48) Callmer 1977, no. 93.

49) Hilberg/Kalmring 2014.

50) Sode/Feveile/Schnell 2010, 323. – Sindbæk 2011, 46; 2012, 6-8. – Skre 2011, 70.

51) Kilger 2008.

52) Kalmring 2010, 418-419. – Sindbæk 2012.

53) Pedersen/Pilø 2007, 187. – Pilø 2007, 176. – Kilger 2008, 228.

54) Wallace 2003, 19.

55) Callmer 1977; 1991; 1995; 1997; 2003; 2018. – Delveaux 2017.

56) Callmer 1991.

57) Kilger 2008.

58) Duczko 2004, 63.

59) Ashby 2015, 90-91. – Ashby/Coutu/Sindbæk 2015.

60) Barrett 2015.

References

Ambrosiani 2013: B. Ambrosiani, Excavations in the Black Earth 1990-1995. Stratigraphy 1.1: The Site and the Shore. Part 2: Bronze Caster's Workshop. Birka Stud. 9 (Stockholm 2013).

Andersen/Sode 2010: J. Andersen / T. Sode, The Glass Bead Material. In: M. Bencard / H. Brinch Madsen (eds), Ribe Excavations 6, 1970-76 (Aarhus 2010) 17-128.

Andrae 1973: R. Andrae, Mosaikaugenperlen. Untersuchungen zur Verbreitung und Datierung karolingerzeitlicher Millefioriglasperlen in Europa. Acta Praehist. et Arch. 4, 1973, 101-198.

Ashby 2015: S. Ashby, What Really Caused the Viking Age? The Social Context of Raiding and Exploration. Arch. Dialogues 22(1), 2015, 89-106.

Ashby/Coutu/Sindbæk 2015: S. Ashby / A. Coutu / S. Sindbæk, Urban Networks and Arctic Outlands: Craft Specialists and Reindeer Antler in Viking Towns. European Journal Arch. 18, 2015, 1-26.

Barrett 2008: J. H. Barrett, What Caused the Viking Age? Antiquity 82(317), 2008, 671-685.

2015: J. H. Barrett, Maritime Societies and the Transformation of the Viking Age and Medieval World. In: J. H. Barrett / S. J. Gibbon (eds), Maritime Societies of the Viking and Medieval World (Leeds 2015) 1-13.

Callmer 1977: J. Callmer, Trade Beads and Bead Trade in Scandinavia, ca. 800-1000 A.D. Acta Arch. Lundensia Ser. in 4°, 11 (Bonn 1977).

1991: J. Callmer, Beads as a Criterion of Shifting Trade and Exchange Connections. Stud. Sachsenforschung 7, 1991, 25-38.

1995: J. Callmer, The Influx of Oriental Beads into Europe during the 8th Century A.D. In: M. Rasmussen / U. Lund Hansen / U. Näsman (eds), Glass Beads: Cultural History, Technology. Experiment and Analogy Studies in Technology and Culture 2 (Lejre 1995) 49-54.

1997: J. Callmer, Beads and Bead Production in Scandinavia and the Baltic Region c. AD 600-1100: A General Outline. In: von Freeden/Wieczorek 1997, 197-202.

2003: J. Callmer, Beads in Scandinavia in the Early and High Medieval Periods, ca. AD 400-1200. In: I. C. Glover / H. Hughes-Brock / J. Henderson (eds), 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 (London 2003) 38-46.

2006: J. Callmer, Gotlands Perlenmaterial ca. 800-1100 in vergleichendem Licht. In: L. Thunmark-Nylén, Die Wikingerzeit Gotlands 3.1. Text (Stockholm 2006) 196-197.

2018: J. Callmer, Beads and Pendants from Stolpe's and Arbman's Excavations in the Black Earth and the Stray Find Collections from the Black Earth. In: A.-S. Gräslund / C. Hedenstierna-Jonson / J. P. Lamm / R. Edberg (eds), Fynden från »Svarta jorden« på Björkö från Hjalmar Stolpes undersökningar. Studier. Äldre uppgifter. Aun 49 (Uppsala 2018) 19-44.

Callmer/Henderson 1991: J. Callmer / J. Henderson, Glassworking at Åhus, S. Sweden (Eighth Century AD). Laborativ Ark. 5, 1991, 143-154.

Cissé et al. 2013: M. Cissé / S. Keech McIntosh / L. Dussubieux / T. Fenn / D. Gallagher / A. Chipps Smith, Excavations at Gao Saney: New Evidence for Settlement Growth, Trade, and Interaction on the Niger Bend in the First Millennium CE. Journal African Arch. 11(1), 2013, 9-37.

Curta 2007: F. Curta. The Amber Trail in Early Medieval Eastern Europe. In: C. Chazelle / F. Lifshitz (eds), Paradigms and Methods in Early Medieval Studies (New York 2007) 61-79.

Degryse 2017: P. Degryse, Chemical Signature and Scale of Production of Primary Glass Factories around the Mediterranean in the First Millennium AD. In: S. Wolf / A. de Pury-Gysel (eds), Annales du 20e Congrès de l'Association Internationale pour l'Histoire du

Verre, Fribourg/Romont 7-11 septembre 2015 (Rahden/Westf. 2017) 175-180.

Degryse et al. 2014: P. Degryse / M. Ganio / S. Boyen / A. Blomme / B. Scott / D. Brems / M. Carremans / J. Honings / T. Fenn / F. Cattin, Primary Glass Factories around the Mediterranean. In: P. Degryse (ed.), Glass Making in the Greco-Roman World: Results of the ARCHGLASS Project. Stud. Arch. Scien. 4 (Leuven 2014) 97-112.

Delvaux 2017: M. C. Delvaux, Patterns of Scandinavian Bead Use between the Iron Age and the Viking Age, ca. 600-1000 C.E. Beads: Journal Soc. Bead Researchers 29, 2017, 3-30.

2018: M. C. Delvaux, Colors of the Viking Age: A Cluster Analysis of Glass Beads from Hedeby. Journal Glass Stud. 60, 2018, 41-67.

Dijkstra 2012: J. Dijkstra (ed.), Het domein van de boer en de ambachtsman. Een opgraving op het terrein van de voormalige veiling te Wijk bij Duurstede: een deel van Dorestad en de villa Wijk archeologisch onderzocht. ADC-Monogr. 12 (Amersfoort 2012). https://doi.org/10.17026/dans-x8d-qmae

Duczko 2004: W. Duczko, Viking Rus: Studies on the Presence of Scandinavians in Eastern Europe. Northern World 12 (Leiden 2004).

Ewing 2006: T. Ewing, Viking Clothing (Stroud 2006).

Feveile/Jensen 2006: C. Feveile / S. Jensen, ASR 9 Posthuset. In: C. Feveile (ed.), Det Ældste Ribe. Udgravninger på nordsiden af Ribe Å 1984-2000. Ribe stud. 1.2 (Højbjerg 2006) 119-189.

Franken-Katalog 1996: Die Franken – Wegbereiter Europas: Vor 1500 Jahren, König Chlodwig und seine Erben 2 [Ausstellungskat. Mannheim] (Mainz 1996).

von Freeden/Wieczorek 1997: U. von Freeden / A. Wieczorek (eds), Perlen. Archäologie, Techniken, Analysen. Akten des Internationalen Perlensymposiums in Mannheim vom 11. bis 14. November 1994. Koll. Vor- u. Frühgesch. 1 (Bonn 1997).

Freestone/Greenwood/Gorin-Rosen 2002: I. C. Freestone / R. Greenwood / Y. Gorin-Rosen, Byzantine and Early Islamic Glassmaking in the Eastern Mediterranean: Production and Distribution of Primary Glass. In: G. Kordas (ed.), Hyalos – Vitrum – Glass. History, Technology and Conservation of Glass and Vitreous Materials in the Hellenic World (Athens 2002) 167-174.

Friedrich 2016: M. Friedrich, Archäologische Chronologie und historische Interpretation. Die Merowingerzeit in Süddeutschland. Ergbd. RGA² 96 (Berlin 2016).

Gaut 2011: B. Gaut, Vessel Glass and Evidence of Glassworking. In: D. Skre, Things from the Town: Artefacts and Inhabitants in Viking-Age Kaupang. Kaupang Excavation Project Publication Series 3. Norske Oldfunn 24 (Aarhus 2011) 169-279.

Graham-Campbell/Sindbæk/Williams 2011: J. Graham-Campbell / S. M. Sindbæk / G. Williams (eds), Silver Economies, Monetisation and Society in Scandinavia, AD 800-1100 (Aarhus 2011).

Hepp 2007: D. A. Hepp, Die Bergkristall- und Karneolperlen von Haithabu und Schleswig: Ein Beitrag zu Handel und Handwerk im südlichen Ostseeraum. In: C. Radtke (ed.), Das archäologische Fundmaterial 8. Ber. Ausgr. Haithabu 36 (Neumünster 2007) 13-181.

Hickey 2014: M. K. Hickey, Perler fra Vikingtiden (Beads of the Viking-Age). A Study of the Social and Economic Patterns in the Appearance of Beads from Viking-Age Sites in Britain [M. A. thesis Univ. York 2014].

Hilberg/Kalmring 2014: V. Hilberg / S. Kalmring, Viking Age Hedeby and Its Relations with Iceland and the North Atlantic: Communication, Long-distance Trade, and Production. In: D. Zori / J. Byock, Viking Archaeology in Iceland: Mosfell Archaeological Project. Cursor Mundi 20 (Turnhout 2014) 221-245.

Hreiðarsdóttir 2005: E. Ó. Hreiðarsdóttir, Íslenskar perlur frá víkingaöld: með viðauka um perlur frá síðari öldum [M. A. thesis Univ. Iceland 2005].

Hårdh 2003: B. Hårdh, The Contacts of the Central Place. In: L. Larsson / B. Hårdh (eds), Centrality – Regionality. The Social Structure of Southern Sweden during the Iron Age. Uppåkrastudier 7, Acta Arch. Lundensia, Ser. in 8°, 40 (Stockholm 2003) 27-66.

Høilund Nielsen 1987: K. Høilund Nielsen, Zur Chronologie der jüngeren germanischen Eisenzeit auf Bornholm. Untersuchungen zu Schmuckgarnituren. Acta Arch. 57, 1987, 47-86

1997: K. Høilund Nielsen, Die frühmittelalterlichen Perlen Skandinaviens. Chronologische Untersuchungen. In: von Freeden/Wieczorek 1997, 187-196.

Isings 2015: C. Isings, Glass. In: W. A. van Es / W. J. H. Verwers (eds), Excavations at Dorestad 4: The Settlement on the River Bank Area. Nederlandse Oudheden 16 (Amersfoort 2015) 422-445.

Johansson 1997: B. M. Johansson, Molluscs and Man – the Cultural and Environmental Evidence on Björkö. In: U. Miller / H. Clarke (eds), Environment and Vikings. Scientific Methods and Techniques. Birka Stud. 4, PACT 52 (Stockholm 1997) 217-238.

Jørgensen/Nørgård Jørgensen 1997: L. Jørgensen / A. Nørgård Jørgensen, Nørre Sandegård Vest: A Cemetery from the 6th-8th Centuries on Bornholm. Nordiske Fortidsminder, Ser. B, 14 (Copenhagen 1997).

Kalmring 2010: S. Kalmring, Der Hafen von Haithabu. Ausgr. Haithabu 14 (Neumünster 2010).

2016: S. Kalmring, Early Northern Towns as Special Economic Zones. In: L. Holmquist / S. Kalmring / C. Hedenstierna-Jonson (eds), New Aspects on Viking-age Urbanism c. AD 750-1100. Proceedings of the International Symposium at the Swedish History Museum, April 17-20th 2013. Theses and Papers in Arch. B:12 (Stockholm 2016) 11-21.

Kilger 2008: C. Kilger, Kaupang from Afar: Aspects of the Interpretation of Dirham Finds in Northern and Eastern Europe between the Late 8th and Early 10th Centuries. In: D. Skre (ed.), Means of Exchange: Dealing with Silver in the Viking Age. Kaupang Excavation Project Publication Series 2. Norske Oldfunn 23 (Aarhus 2008) 199-252.

Kronz et al. 2015: A. Kronz / V. Hilberg / K. Simon / K. H. Wedepohl, Glas aus Haithabu. Zeitschr. Arch. Mittelalter 43, 2015, 39-58.

Langbroek 2021: M. B. Langbroek, Beads from Dorestad. In: A. Willemsen / H. Kik (eds), Dorestad and Its Networks: Communities, Contact and Conflict in Early Medieval Europe (Leiden 2021) 55-99.

Lindblom 1993: C. Lindblom, Køstrup – en nordvestfynsk vikigetidsgravplads. Fynske minder, 1993, 143-168.

Ljungkvist 2009: J. Ljungkvist, Continental Imports to Scandinavia: Patterns and Changes between AD 400 and 800. In: D. Quast

(ed.), Foreigners in Early Medieval Europe: Thirteen International Studies on Early Medieval Mobility. Monogr. RGZM 78 (Mainz 2009) 27-49.

A. Lundström 1981: A. Lundström, Survey of the Glass from Helgö. In: A. Lundström / H. Clarke (eds), Glass, Iron, Clay. Excavations at Helgö 7 (Stockholm 1981) 16-19.

P. Lundström 1981: P. Lundström, De kommo vida ... Vikingars hamn vid Paviken på Gotland (Uddevalla 1981).

Mainman/Rogers 2000: A. J. Mainman / N. S. H. Rogers, Craft, Industry and Everyday Life: Finds from Anglo-Scandinavian York. The Archaeology of York 17: The Small Finds, Fasc. 14 (York 2000).

Mannering 2017: U. Mannering, Iconic Costumes: Scandinavian Late Iron Age Costume Iconography. Ancient Textiles Ser. 25 (Oxford 2017).

Munch 1995: G. S. Munch, Hagbartholmen i Steigen – en »Gravholme« fra jernalder med en spesiell kvinnegrav fra vikingtid. Årbok for Steigen 20, 1995, 55-62.

O'Sullivan 2013: J. O'Sullivan, The Viking Age Glass Beads of Ireland and Their North Atlantic Context [unpubl. diss. Univ. College Cork 2013].

Owen-Crocker 2004: G. R. Owen-Crocker, Dress in Anglo-Saxon England (Woodbridge ²2004).

Pedersen/Pilø 2007: U. Pedersen / L. Pilø, The Settlement: Artefacts and Site Periods. In: D. Skre (ed.), Kaupang in Skiringssal. Kaupang Excavation Project Publication Series 1. Norske Oldfunn 22 (Oslo 2007) 179-190.

Pilø 2007: L. Pilø, The Settlement: Extent and Dating. In: D. Skre (ed.), Kaupang in Skiringssal. Kaupang Excavation Project Publ. Ser. 1. Norske Oldfunn 22 (Oslo 2007) 161-178.

Pöche 2005: A. Pöche, Perlen, Trichtergläser, Tesserae. Spuren des Glashandels und Glashandwerks auf dem frühgeschichtlichen Handelsplatz von Groß Strömkendorf, Landkreis Nordwestmecklenburg. Beitr. Ur- u. Frühgesch. Mecklenburg-Vorpommern 44. Forsch. Groß Strömkendorf 2 (Schwerin 2005).

Rasmussen/Lønborg 1993: L. Rasmussen / B. Lønborg, Dragtrester i grav ACQ, Køstrup. Fynske minder 1993, 175-182.

Robertshaw et al. 2009: P. Robertshaw / S. Magnavita / M. Wood / E. Melchiorre / R. Popelka-Filcoff / M. D. Glascock, Glass Beads From Kissi (Burkina Faso): Chemical Analysis and Archaeological Interpretation. In: S. Magnavita / L. Koté / P. Breunig / O. A. Idé (eds), Crossroads / Carrefour Sahel: Cultural and Technological Developments in First Millennium BC / AD West Africa. Journal African Arch. Monogr. Ser. 2 (Frankfurt 2009) 105-118.

Råhlander 2017: M. Råhlander, How Beads Come Together: Late Iron Age Glass Beads as Past Possessions and Present Sources [M. A. thesis Stockholm Univ. 2017].

Sindbæk 2011: S. M. Sindbæk, Silver Economies and Social Ties: Long-Distance Interaction, Long-Term Investments – and Why the Viking Age Happened. In: Graham-Campbell/Sindbæk/Williams 2011, 41-65.

2012: S. M. Sindbæk, Møntskatten fra Hedebys havn til revision. Nordisk Numismatisk Unions Medlemsblad 1, 2012, 4-8.

2013: S. M. Sindbæk, Broken Links and Black Boxes: Material Affiliations and Contextual Network Synthesis in the Viking World. In: C. Knappett (ed.), Network Analysis in Archaeology: New Approaches to Regional Interaction (Oxford 2013) 71-94.

Skre 2011: D. Skre, Commodity Money, Silver and Coinage in Viking-Age Scandinavia. In: Graham-Campbell/Sindbæk/Williams 2011, 67-91.

2015: D. Skre, Post-Substantivist Production and Trade: Specialized Sites for Trade and Craft Production in Scandinavia AD c. 700-1000. In: J. H. Barrett / S. J. Gibbon (eds), Maritime Societies of the Viking and Medieval World. Soc. Medieval Arch. Monogr. 37 (Leeds 2015) 156-70.

Sode 2004: T. Sode, Glass Bead Making Technology. In: M. Bencard / A. K. Rasmussen / H. Brinch Madsen (eds), Ribe Excavations 5, 1970-1976 (Aarhus 2004) 83-102.

Sode/Feveile/Schnell 2010: T. Sode / C. Feveile / U. Schnell, An Investigation on Segmented, Metal-foiled Glass Beads and Blown, Mirrored Glass Beads from Ribe, Denmark. In: C. Theune-Vogt / F. Biermann / R. Struwe / G. H. Jeute (eds), Zwischen Fjorden und Steppe. Festschrift für Johan Callmer zum 65. Geburtstag. Internat. Arch. Stud. honoraria 31 (Rahden/Westf. 2010) 319-328.

Söderberg 2008: A. Söderberg, Metall- och glashantverk. In: A. Wikström (ed.), På väg mot Paradiset – arkeologisk undersökning i kvarteret Humlegården 3 i Sigtuna 2006. Meddel. och rapporter från Sigtuna Museum 33 (Sigtuna 2008) 97-130.

Staecker 2009: J. Staecker, Geschlecht, Alter und materielle Kultur. Das Beispiel Birka. In: S. Brather / D. Geuenich / C. Huth (eds), Historia archaeologica. Festschrift für Heiko Steuer. RGA² Ergbd. 70 (Berlin 2009) 475-500.

Steppuhn 1998: P. Steppuhn, Die Glasfunde von Haithabu. Ber. Ausgr. Haithabu 32 (Neumünster 1998).

Thedéen 2008: S. Thedéen, Who's That Girl? The Cultural Construction of Girlhood and the Transition to Womanhood in Viking Age Gotland. Childhood in the Past 1, 2008, 78-93.

Trotzig 1988: G. Trotzig, Beads Made of Cowrie Shells from the Red Sea and the Indian Ocean Found on Gotland. In: B. Hårdh / L. Larsson / D. Olausson / R. Petré (eds), Trade and Exchange in Prehistory: Studies in Honour of Berta Stjernquist. Acta Arch. Lundensia, Ser. in 8°, 16 (Lund 1988) 287-294.

Vallet 1996: F. Vallet, Weibliche Mode im Westteil des merowingischen Königreiches. In: Franken-Katalog 1996, 684-690.

Wallace 2003: B. Wallace, The Norse in Newfoundland: L'Anse aux Meadows and Vinland. Newfoundland and Labrador Stud. 19(1), 2003, 5-43.

Walton Rogers 2007: P. Walton Rogers, Cloth and Clothing in Early Anglo-Saxon England, AD 450-700. Council for British Arch. Research Report 145 (York 2007).

Whitehouse 2003: D. Whitehouse, »Things That Travelled«: The Surprising Case of Raw Glass. Early Medieval Europe 12(3), 2003, 301-305.

Wiker 2007: G. Wiker, Monochrome Blue Kaupang-Beads – Local Manufacture or Import? In: C. Grünewald / T. Capelle (eds), Innere Strukturen von Siedlungen und Gräberfeldern als Spiegel gesellschaftlicher Wirklichkeit? Akten des 57. Internationalen Sachsensymposions vom 26. bis 30. August 2006 in Münster (Münster 2007) 137-143.

Zeller 1996: G. Zeller, Tracht der Frauen. In: Franken-Katalog 1996, 672-680.

Zusammenfassung

Diese Studie untermauert die Ansicht, dass städtische Netzwerke den Entwicklungen der Wikingerzeit vorausgingen, sie begünstigten und ein wesentlicher Bestandteil waren. Ausgehend von Perlen aus Ribe wird in diesem Beitrag die Entstehung städtischer Netzwerke vor der Wikingerzeit untersucht. Die Perlen deuten darauf hin, dass sich Ribe im 8. Jahrhundert in Reaktion auf die Nachfrage der ländlichen Eliten zu einem Zentrum kunsthandwerklicher Produktion entwickelte. Nach einem Rückgang der Perlenproduktion dominierten ab 790 die Importe aus dem Osten, wodurch die nördlichen Reichsstädte eine neue Rolle als Zentren für den Fernhandel übernahmen, während gleichzeitig erste Berichte über gewaltsame Auseinandersetzungen mit den Wikingern im Westen aufkamen. Anhand der Perlen aus der Wikingerzeit lässt sich zeigen, wie diese urbanen Tauschnetzwerke frühere, um zentrale Orte herum aufgebaute Netzwerke, die erst allmählich an Bedeutung verloren, ergänzten oder mit ihnen konkurrierten. Die Perlen, die durch die städtischen Netzwerke zirkulierten, wurden indes zu Kennzeichen sozialer Verbindungen in Skandinavien und zwischen den Gemeinschaften der nordischen Diaspora. Perlen spielten in den Städten auch eine wirtschaftliche Rolle, wobei die Perlen aus dem Osten offenbar die spätere Verwendung von Hacksilber als Tauschmittel vorwegnahmen. Perlen können ebenso wie Silber dazu herangezogen werden, die sich verändernden und diversifizierenden Austauschströme aus dem Osten zu rekonstruieren. Perlen unterstreichen somit die Bedeutung städtischer Netzwerke während der gesamten Wikingerzeit und zeigen, dass es so etwas wie einen »ländlichen Wikinger« (»rural viking«) nicht gab.

Summary

This study reinforces the view that urban networks preceded, precipitated, and were integral to the developments of the Viking Age. Beginning with a focus on beads from Ribe, this paper examines the rise of urban networks before the Viking Age. Beads indicate that Ribe developed in the 700s as a center for craft production in response to demand from rural elites. Following a downturn in bead production, eastern imports dominate from 790, marking a new role for northern emporia as centers for long-distance exchange simultaneous to the first records of viking violence in the west. Beads from the Viking Age show how these urban exchange networks complemented or competed with earlier networks built around central places, which only gradually diminished in importance. The beads which flowed through urban networks meanwhile became a signal of social connections in Scandinavia and among the communities of the Norse diaspora. Beads also served an economic role in urban centers, with eastern beads apparently anticipating the later uses of hack silver as a means of exchange. Beads might also be used like silver to help researchers reconstruct the shifting and diversifying flows of exchange from the east. Beads thus underline the significance of urban networks throughout the Viking Age and indicate that there was no such thing as a »rural viking«.

LENE LUND FEVEILE

GLASS VESSEL SHERDS FROM 8TH AND 9TH CENTURY RIBE – SHAPES, DECORATIONS AND TYPES

Glass vessels in Scandinavia from the 8th-10th century AD have so far been a relatively anonymous find-group. Until the middle of the 20th century this category of finds have been represented by very few finds, and publication of the finds as a separate find group are rare[1]. Glass vessels from Scandinavia dated to the 8th-10th century AD are still rare, and complete vessels are only known from very few grave finds like Birka, Hopperstad, Hedeby and Välsgärde. The by far largest material of complete vessels still comes from the graves at Birka in Sweden[2]. A total number of 18 different vessels dated in the 10th century AD. The conclusion had to be that glass vessels were a high status luxury trading good imported into Scandinavia – but from where?

Excavations through the last decades on several market sites in Scandinavia such as Åhus, Slöinge, Uppåkra, Lofoten, Kaupang, and Ribe and outside Scandinavia on places like Groß Strömkendorf, Dorestad, Wijnaldum, Southampton and Truso have revealed a growing number of glass vessel sherds[3]. This material shows that the interpretation of glass vessels and sherds and their role are more complex than first assumed.

The glass-vessel sherds from Ribe marketplace occupy an important position within North European glass-vessel material, both on the grounds of their quantity, and also, in particular, because of the stratigraphic conditions at the marketplace, which have made it possible to establish an unusually refined relative and absolute chronology for the period c. AD 700-850. 45 years of archaeological excavations have been carried out at several stages and with different excavation-methods at Ribe marketplace, and this has resulted in finds of a total of ca. 3500 sherds of glass vessels (march 2018) (fig. 1). The method of consequently water sieving all excavated cultural layers has led to an extensive material. Only a very little fraction of a material as glass vessel sherds can be found if you do not water sieve.

The primary purpose of my dissertation was to determine whether it is possible, on the basis of the sherd material from one of the many excavations, ASR 9 Posthuset excavated in 1990-1991, to identify which shapes and types of glass vessel are represented in Ribe and whether it is possible to establish a chronology relating to their presence in the marketplace[4].

THE SHERD MATERIAL FROM ASR 9 POSTHUSET

The excavation was undertaken in 1990-1991 and covered about 100 m², of which about 80 m² was investigated right down to the subsoil. The excavation method had a strong focus on the stratigraphy and all the soil was water sieved through 2 or 4 mm wire mesh. This had a decisive influence on the number of drinking-glass sherds. Throughout the entire discussion of the material here the glass sherds will be divided according to the phase-categories that apply at ASR 9. The phase-categories have resulted in a detailed relative chronology, and with the help of e. g. scientific dating methods it has moreover been possible to date this in absolute terms[5]. The time-span for this material lies between AD 705 and about AD 850 and it thus covers 150 years (fig. 2).

In: Michael Dodt · Andreas Kronz · Bente S. Majchczack · Sebastian Messal (Hrsg.), Glas als Fernhandelsprodukt im frühen Mittelalter – Köln und der europäische Norden. RGZM – Tagungen 46 (Mainz 2022).
DOI: http://doi.org/10.11588/propylaeum.1105.c15173

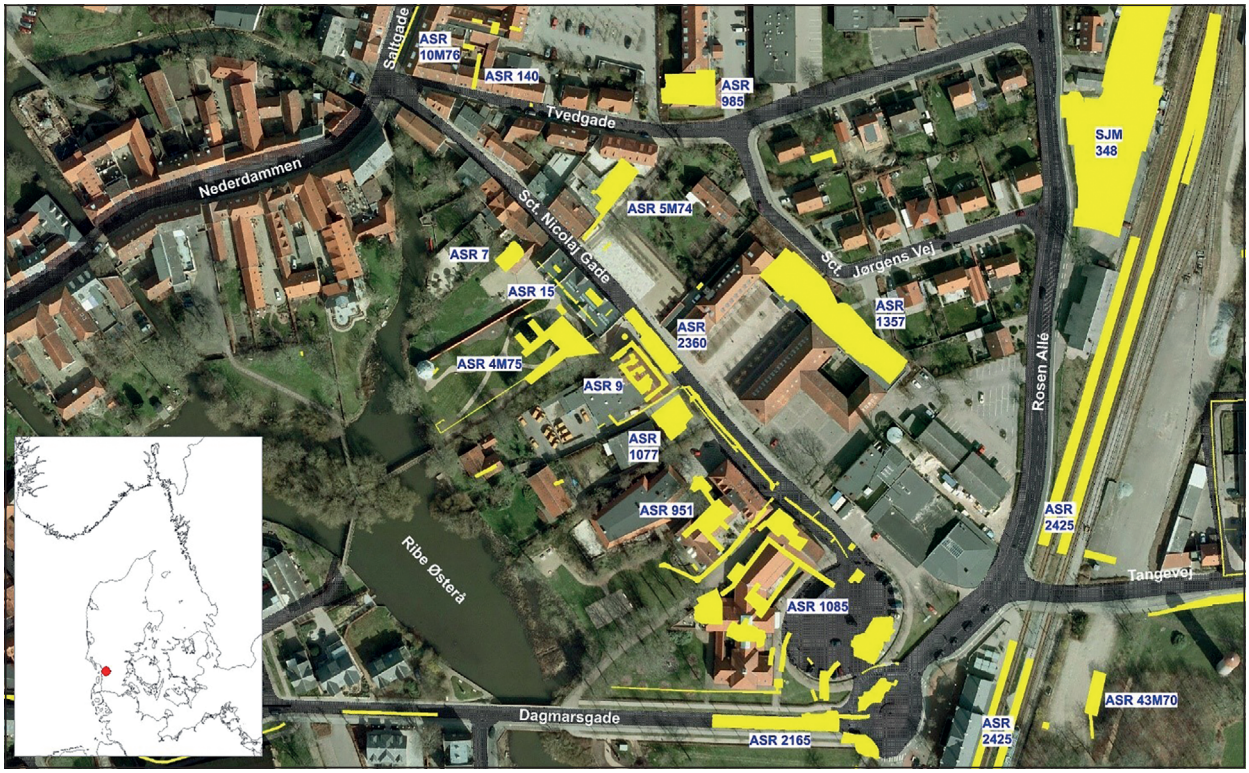


Fig. 1 Excavations in Ribe, 1970-2018. – (Map Sydvestjyske Museer).

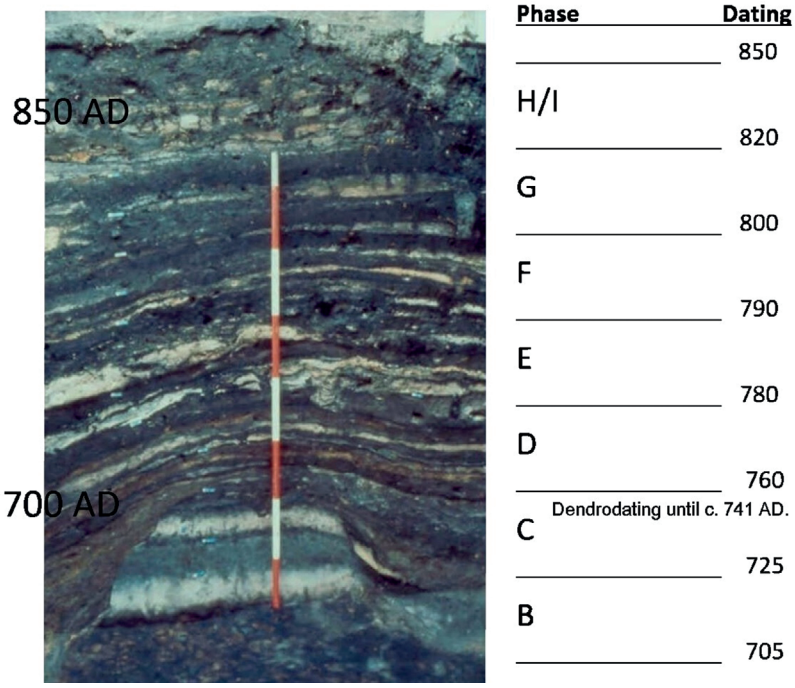


Fig. 2 In 1990-1991 C. Feveile and S. Jensen divided the layers into nine phases, on the evidence of the excavation at ASR 9 Posthuset. The two earliest of those phases AA and A are left out here, because they are distinctly earlier than the marketplace. The thickness of the phases must not be confused with the length of the phases. On the left is seen a section though the layers as seen in the excavation ASR 9 Posthuset. – (After Feveile/Jensen 2006, 15 fig. 1).

The total number of finds of glass objects from ASR 9 is 9280 pieces (Feveile/Jensen 2006, 146-150 fig. 9. 13). The glass-vessel sherds make up 1373 pieces, about 14.8 % of the glass material. Body-sherds represent by far the largest proportion, 1134 pieces, as opposed to the smaller number of rim-sherds, 227 pieces, and only 12 base-sherds (**tab. 1**).

	Number	%
Body-sherds	1,134	82.6
Rim- sherds	227	16.5
Base-sherds	12	0.9
Total	**1,373**	**100**

Phase	Number	%	Phase-length in years	Number of sherds pr. year
No phase	224	16.3		
H/I	56	4.1	30	1.9
G	36	2.6	20	1.8
F	68	4.9	10	6.8
E	246	17.9	10	24.6
D	181	13.2	20	9.1
C	424	30.9	35	12.1
B	136	9.9	20	6.8
A	1	0.1		
AA	1	0.1		
Total	**1,373**	**100**		

Tab. 1 The figure on the left shows the total number of sherds from glass vessels at ASR 9 Posthuset, divided into side, rim and base sherds, shown with the percentage of the total material represented by each of these three groups. The figure on the right shows the number of sherds per phase, percentage share of the sherds per year, and number of sherds per year in a phase. The length of the phases is indicated in accordance with Feveile/Jensen 2006. – (Table L. Lund Feveile).

The size of the sherds generally lies between 0.5-2.0 cm. This is a very fragmented material. It is a feature also seen on other archaeological sites. The fragments of glass vessels occur frequently over the whole of the excavated area, but predominantly in the areas defined as inside a plot or covering the narrow ditch areas between two plots. Considerably fewer sherds of glass vessels were found in areas dominated by ditches and road structures, not actual activity areas.

A distinct dominance of glass vessels can be seen in phases C, D and E. The same applies even if one divides up the sherds into body-sherds and rim-sherds. It is clear that there was a dramatic decrease in the number of glass vessels from phase F and onwards. The clearly dominant glass-vessel sherds are pale green (51.3 %) and pale blue (24.3 %) (**tab. 2**).

The substance of the glass is very homogeneous. In all cases the glass is fine and clear with a larger or smaller number of air-bubbles. Impurities or faults in the glass are practically non-existent. Chemical analyses of the glass-vessel sherds from the earlier Ribe excavations show that when the glass can be related to the 8th or 9th centuries it is always sodium glass. The same must be assumed to be true of the material from Posthuset, but no chemical analyses have been made in connection with my work with the material.

The decorated sherds make up 31.9 % of the total material. In phases B, C and D the proportion of decorated sherds is between 35 and 40 %, while in phases E, F, G and H/I it falls to between 15 and 30 %. There is thus a tendency towards a decrease in the number of decorated glass vessels over time. The variation in decorative elements also seems to shrink over the course of different phases. The tendency, therefore, seems to be towards fewer shapes of glass vessels and less variation in the decorative elements (**tab. 3**).

Like pottery the rim area is a significant part of the vessel. It has proved possible to sub-divide the rim-sherds into various rim-variants, labelled a to g (**fig. 3**).

Rim variant a is a thick hollow folded-over rim, in all cases turned inwards. The cavity at times seems accidental, but in most cases, it has clearly been a planned element of the glass vessel.

Rim variant b is a thick round rim, reminiscent to a certain extent of rim variant a, in that the profile of the two types of rim is the same. Variant b, however, has a solid rim. It often looks as if a thread has been placed near the rim and the rim has been bent down over it; as with variant a, the rim is always bent inwards.

Phase	Black	Red	Blue with red	Amber coloured	Dark olive	Turqoise-bluegreen	Dark blue	Dark green	Pale blue	Pale green	Clear	Yellow-brown	Pale Yellow	Light olive	Red-brown	Greenish yellow	Total
No Phase					4	3	4	17	50	115	24		2	3	2		224
H/I	1						1	4	5	43	1			1			56
G					1	3		5	5	16	3				2	1	36
F					1		1	2	25	29	6	1	1	1		1	68
E		*1		1	2	5	1	11	76	114	24	3	3	3	1	1	246
D	1					3	2	15	45	104	8	1	1	1			181
C	7	3	1		9	14	7	15	106	232	28	1			1		424
B	2			2	4	7	3	36	22	51	7		2				136
A												1					1
AA						1											1
Total	**11**	**3**	**1**	**3**	**21**	**36**	**19**	**105**	**334**	**704**	**101**	**7**	**9**	**9**	**6**	**3**	**1,373**

Tab. 2 Colours of the glass-vessel sherds divided into phases. – ***** Glas inlaid using cold technique. – (Table L. Lund Feveile).

Phase	With deco-ration	Without deco-ration	Total	% of sherds with decoration
No Phase	55	169	224	
H/I	16	40	56	28.6
G	8	28	36	22.2
F	12	56	68	17.7
E	62	184	246	25.2
D	67	114	181	37
C	164	260	424	38.7
B	52	84	136	38.2
A	1	0	1	100
AA	1	0	1	100
Total	**438**	**935**	**1,373**	**31.9**

Tab. 3 Decorated and undecorated sherds of glass vessels divided into phases, with the percentage share of decorated sherds in relation to the total number of glass-vessel sherds in phases. – (Table L. Lund Feveile).

The following variants, c-g, have in common the feature that they are more delicate than rim forms a and b.

Rim variant c. The profile of the rim-sherd shows a more-or-less equal curving of the rim on both sides of the sherd. This is called a staff-shaped rim.

Rim variant d is a thickened inward-turned rim. This means that on the inner side of the rim there is a larger or smaller rounded lip.

Rim variant e is thickened without any conspicuous rounding to either side.

Rim variant f is a broad flat outward-turned rim. Often there is a cavity inside the turned rim. The type is only found in this material when there is decoration with thin yellow horizontal trails. The trails are laid on the outer side of the glass vessel and the rim is then bent outwards and downwards.

Rim variant g is an incalmo rim – an applied broad flat rim in a colour different from the main colour of the glass vessel. In the glass-vessel material from Posthuset incalmo rims are only found in shades of turquoise and green. From Birka, grave 644, a dark red incalmo rim is known[6].

89.2 % of the sherds were found in phases B to E, and only 10.8 % of the rim-sherds were found in phases F to I. Most of the sherds are of types d and e. There is a gradual change from thickly-shaped rims to rims that are only slightly thickened, and finally they become completely evened out. Sharply cut-off rims as in the

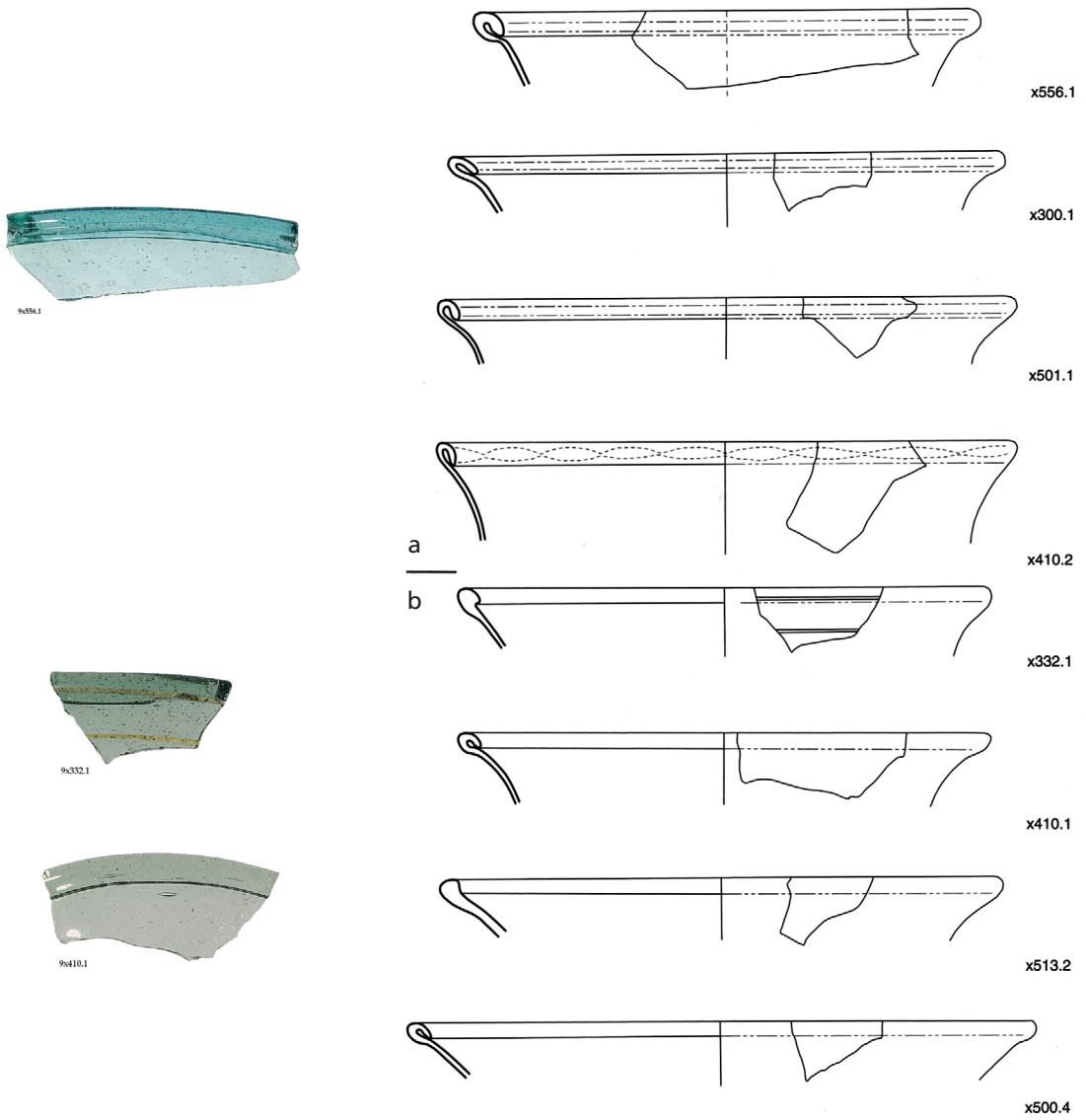


Fig. 3 Development of the rim from variant **a** to **g**, from ASR 9 Posthuset. The different variants follow each other – but do not necessarily exclude each other; variant **a** being the oldest and variant **g** the youngest. – (Photos Sydvestjyske Museer; drawings S. Hendriksen, Museum Sønderjylland).

earlier Roman glass-vessel material are not known from the vessels of the 8th and 9th centuries[7]. The thick rim shapes (**fig. 3a-c**) hollow or solid, are the earliest from the marketplace. They do not occur after phase E. In phases B-C there were also the only three rim-sherds that may possibly be linked to a glass vessel of the claw beaker/Snartmo type. Rim variant f is only found in four examples scattered over the whole period. Rim variant g is a late rim variant that does not occur in Ribe until phase G, and supplements variant e. One can conclude, taking into account comparison with the known whole funnel beakers, that thick hollow and solid rims belong to the earliest glass layer-sequence in the Ribe material and therefore are particularly associated with palm-cups and palm-funnels, whereas variants d, e and g are particularly linked with the later phases and thus to the funnel beakers. All rims that seem, on the basis of the glass type, to belong to funnel beakers with a ridge have rim shape e.

It has only been possible to measure the rim diameter of 150 sherds, and these measurements have to be treated with some caution. There is a large group of rim-sherds from glass vessels with a diameter between 9 and 12 cm, no matter which vessel type or phase.

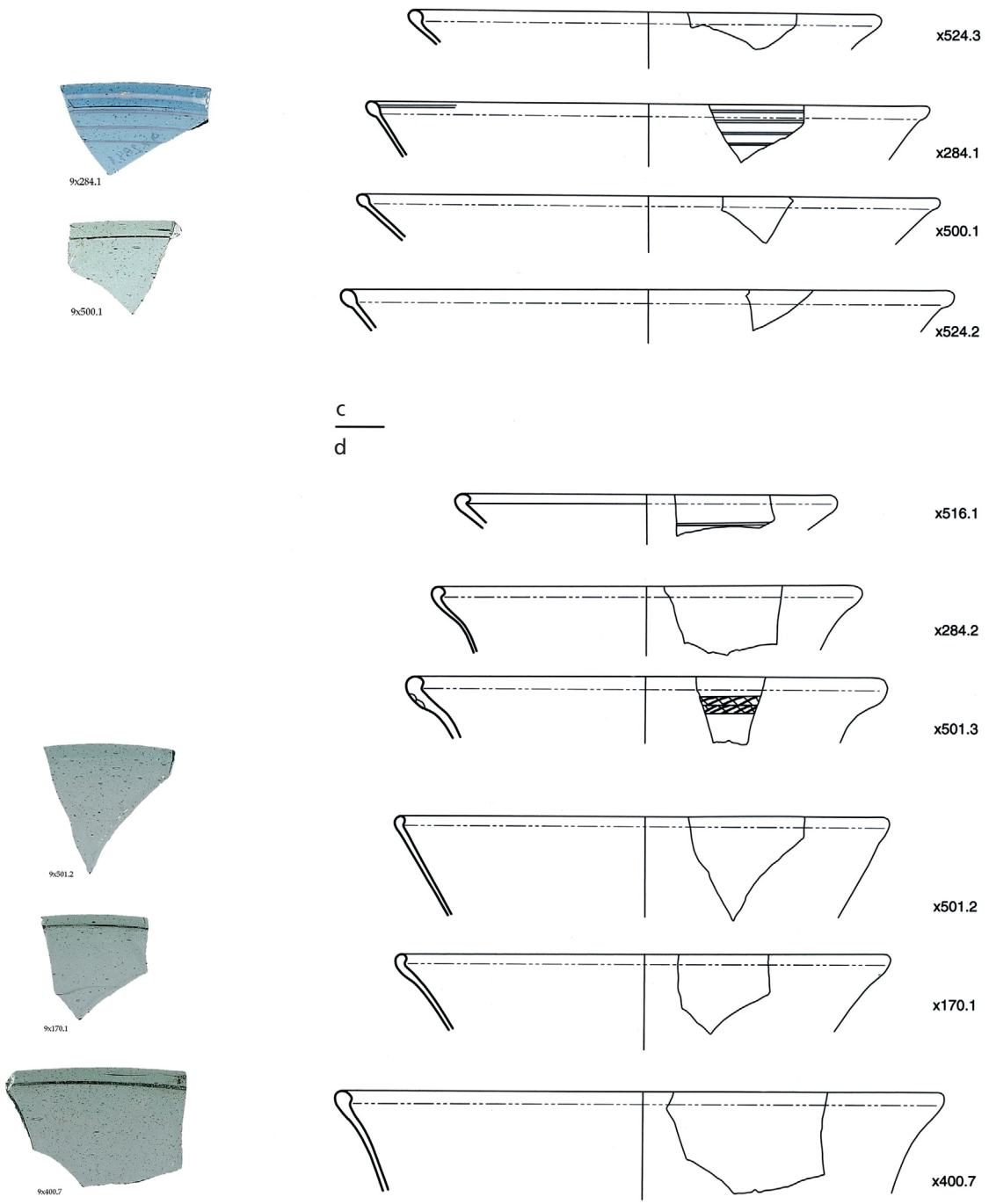


Fig. 3 (continued).

Glass vessel shapes

The sherds of glass vessels from the 8th-9th centuries can be related to a number of basic shapes: palm-cups, funnel beakers/palm-funnels, bowls, squat jars and a group of unknown shapes. All types are considered to be West European shapes. The palm-cup is the earliest and developed gradually into the higher and narrower palm-funnel before ending in the fully developed funnel beaker. The Ribe material contains sherds of glass vessels of all types and with different decoration.

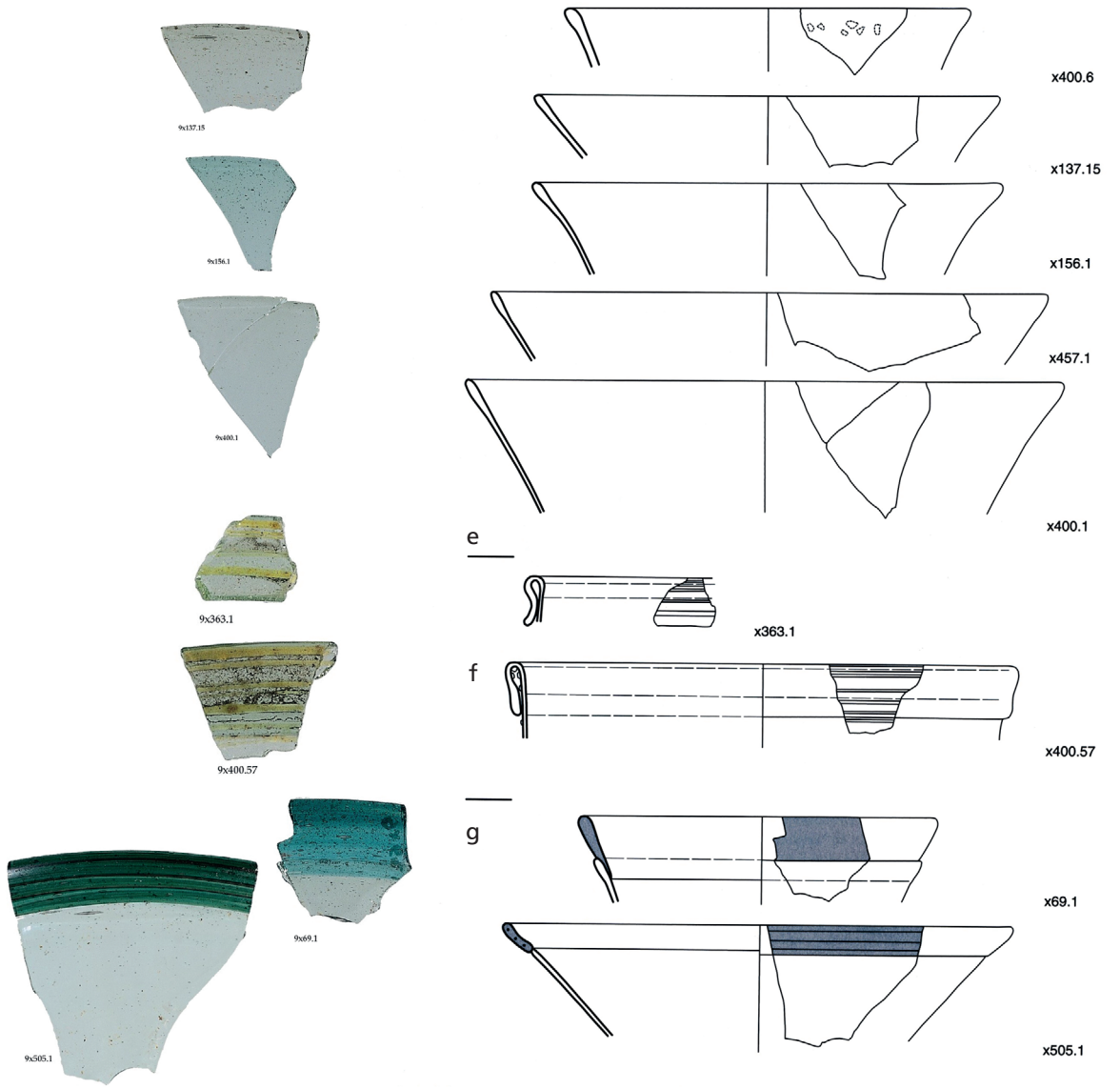


Fig. 3 (continued).

Decoration

Many different forms of decoration are to be seen in the material: reticella, applied trails, optic blown, flamed/red, gold foil and incalmo (**tab. 4**).

There are in all 89 sherds with reticella decoration in the material from Posthuset, distributed throughout all phases, but the largest quantity is in phases C and D. 72 out of 89 sherds have yellow twists around the strands. The technique reticella will not be discussed here. Vertically placed reticella rods are dominant in the material. Only in one case from Posthuset (x457.4) is the base trail of the reticella rod of a colour other than the sherd itself. On 18 sherds of glass vessels there is a combination of reticella rods and horizontal trails, most commonly yellow but also in some cases white applied horizontal trails. This combination of reticella rods and trails is also known from the Valsgärde 6 bowl[8]. 81 % of the sherds of glass vessels have a basic colour that is faintly green or faintly blue. Finally there is a rim-sherd (x501.3) with two reticella rods horizontally under the rim. Reticella decoration of a rim section like this has not been seen before, although a rim-

	Reticella	Applied trails	Optic blown	Arcade	Flamed / Red	Gold-foil	Incalmo	Other types	Total	Number of different decorations
No Phase	15	37	1	3	2			4	62	
H/I	5	8			1		3		17	4
G	2	6					2		10	3
F	2	7	1	1		1		1	13	6
E	11	49		10	2	1		2	75	6
D	9	52	2	12	8				83	5
C	40	105	17	23	4			2	191	6
B	5	35	12	2				1	55	5
A		1							1	
AA		1							1	
Total	**89**	**301**	**33**	**51**	**17**	**2**	**5**	**10**	**508**	

Tab. 4 Decorative elements divided into phases. There are 508 instances of decoration elements divided into in total 438 decorated sherds. On several sherds there is a combination of several decorative elements, if so then the sherd is included in each of the groups for the decorative elements concerned This applies in particular to the decorative element named reticella, which is often combined with applied trails, and to garland decoration, which is also included in the category of applied trails. – (Table L. Lund Feveile).

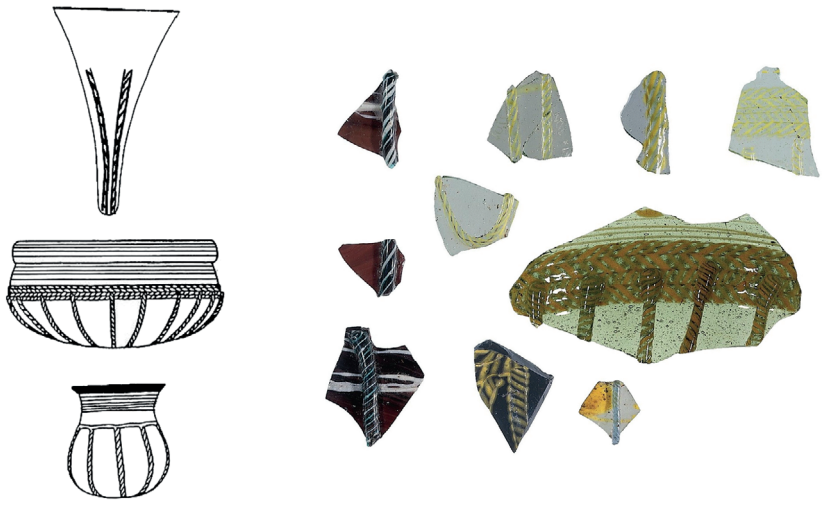


Fig. 4 Vessel sherds and types with the decorative element reticella from several excavations in Ribe. – (Photos Sydvestjyske Museer; drawings U. Näsman, 1984b).

sherd from Ibligno-Invillino in Italy may be similar to the Ribe sherd[9]. Rim-sherds with a reticella rod in the rim, as known from Southampton and Kaupang, are not present in the material from Posthuset but were found during the SJM 3 Posthustorvet excavation in 2017-2018. The place of production of glass vessels with reticella rod decoration is not known. Ireland, England and France/Belgium have been suggested. Few examples are known from the areas where the type seems to have been produced. Decoration with reticella can appear on glass vessels in the form of funnel beakers, bowls, squat jars, and unidentified shapes (**fig. 4**). There are 301 sherds with applied trails. By this is meant sherds of glass vessels with the simple decoration of applied trails of either the same colour as the rest of the vessel or a contrasting colour. The group »trails« is divided into a number of variants: opaque trails, trails in garland decoration, and trails in the base colour (**tab. 5**).

	Trails in arcade	Trails in base colour	Yellow trails	White trails	Yellow and white trails	Other	Yellow trails in combination with reticella rods	White trails in combination with reticella rods	Total
No Phase	3	6	19	1	2	2	3	1	37
H/I			5	2	1				8
G			1	1	3			1	6
F	1	2		3			1		7
E	10	2	29	2	2	1	3		49
D	12	5	26	1	3	1	4		52
C	23	15	51	1	9	2	4		105
B	2	21	8		1	2	1		35
A		1							1
AA		1							1
Total	**51**	**53**	**139**	**11**	**21**	**8**	**16**	**2**	**301**

Tab. 5 Vessel sherds with the decorative element applied trails from Ribe. – (Table L. Lund Feveile).

Opaque trails are found in two colours, yellow and white. As can be seen, the dominant form of decoration consists of applied yellow trails, and this makes up almost 60 % of all sherds with applied trails. By garland decoration what is usually meant is trails in the base colour applied in curves and melted down into the glass. The garlands are heftier and broader than ordinary applied trails and cannot be confused with the trails laid in arches as on the earlier cone beakers and long-necked beakers. From Birka there are two known examples with garland-like decoration but those vessels have a different irregular net-like appearance [10]. In the material from Posthuset there are sherds with both double and triple garlands. The decoration formed by trails in garlands is associated with vessel forms of palm-funnels and funnel beakers. Trails in the base-colour is a form of decoration that belongs to the earliest phases. These very fine horizontal threads that almost are not attached to the glass are known as decoration on glass types from the 4th to the 7th century, such as claw beakers, cone beakers and drinking horns [11]. In Ribe they were found in rather small numbers from the first half of the 8th century.

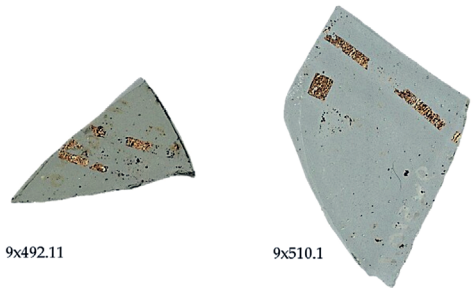


Fig. 5 Vessel sherds with the decorative element geometric gold-foil from Ribe. – (Photos Sydvestjyske Museer).

In the material there are in all 33 fragments of optical or mould-blown sherds. This optical effect of fluting in the glass occurs when the glass is blown into a mould. There are 17 sherds in the material that have »flamed« decoration, and of these 9 sherds probably come from the same vessel.

From the excavation at Posthuset there are two sherds with traces of geometric gold foil decoration (x492.11 and x510.1; **fig. 5**). Both sherds belong to phases E and F, i. e. the end of the 8th century. A third piece was recently found in the SJM 3 excavation, presumably with the same dating.

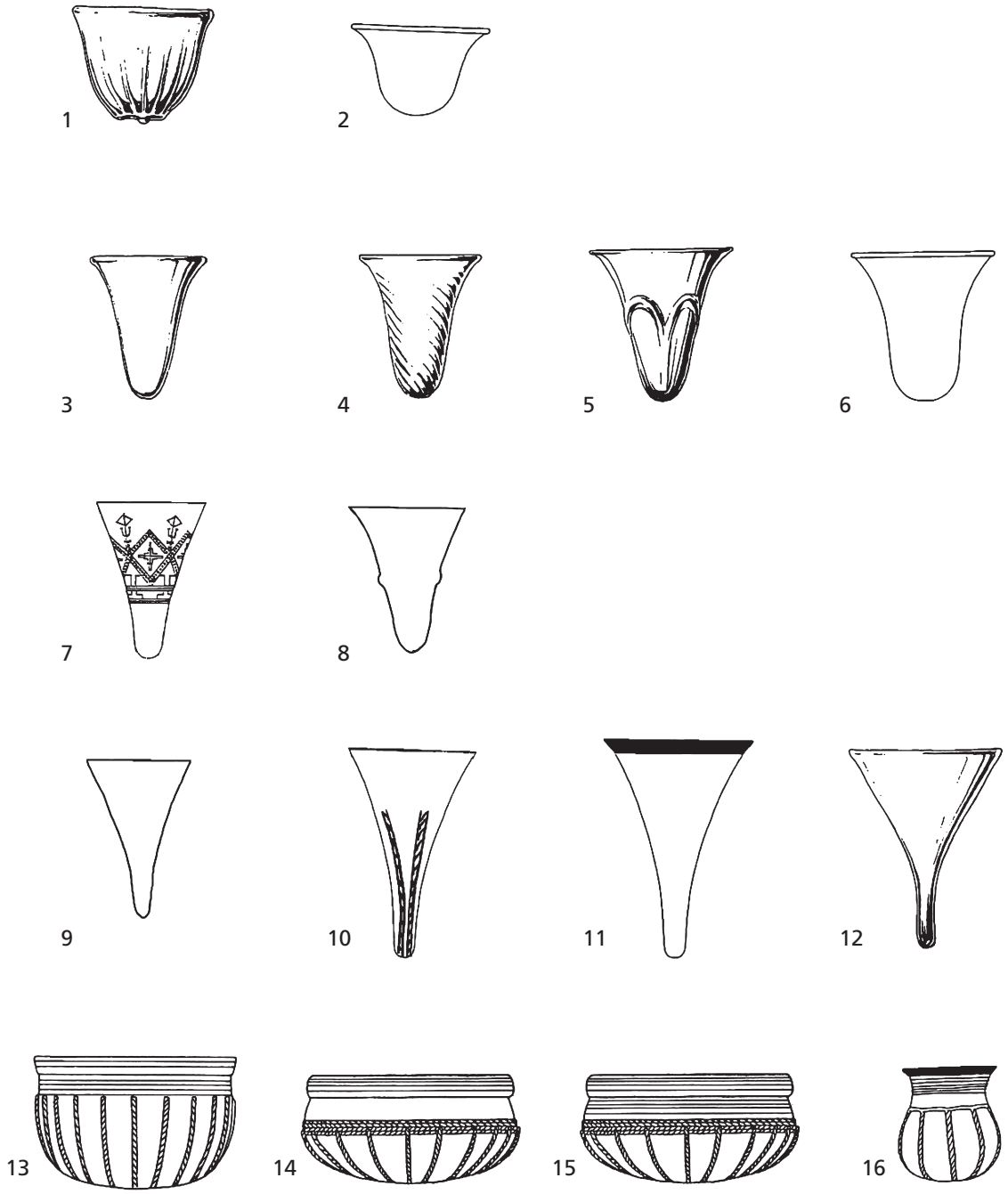


Fig. 6 The most frequent glass-vessel types in the years between 700 and 850 AD, found at the marketplace in Ribe. The numbers 5, 7, 8, 10, 11, 13/15 and 16 are described in this article, the rest can be found in Lund Feveile 2006: **1** Palm-cup with rib pattern. – **2** Palm-cup with turned-over rim. – **3** Palm-funnel. – **4** Palm-funnel, optical blown. – **5** Palm-funnel with garlands. – **6** Palm-funnel. – **7** Palm-funnel with geometrical gold-foil. – **8** Palm-funnel with carination. – **9** Funnel beaker. – **10** Funnel beaker with vertical reticella. – **11** Funnel beaker with incalmo rim. – **12** Funnel beaker with slim foot. – **13** Bowl with reticella type a. – **14** Bowl with reticella type b. – **15** Bowl with reticella type c. – **16** Squat jar with reticella and incalmo rim. – (1, 3, 4, 5, 12 after Ypey 1964; 2, 6, 11, 13, 14, 16 after Näsman 1984b; 1990; 7 after Henderson/Holand 1992).

The term incalmo is used to describe a broad applied rim of a colour other than that of the vessel itself. Most often the rim is in blue-green shades but occasionally other colours appear. At the ASR 9 excavation, only five sherds of this type were included in the find-material. Two sherds can be linked to the funnel beaker form. Two are possibly linked to squat jars (fig. 3, rim variant g).

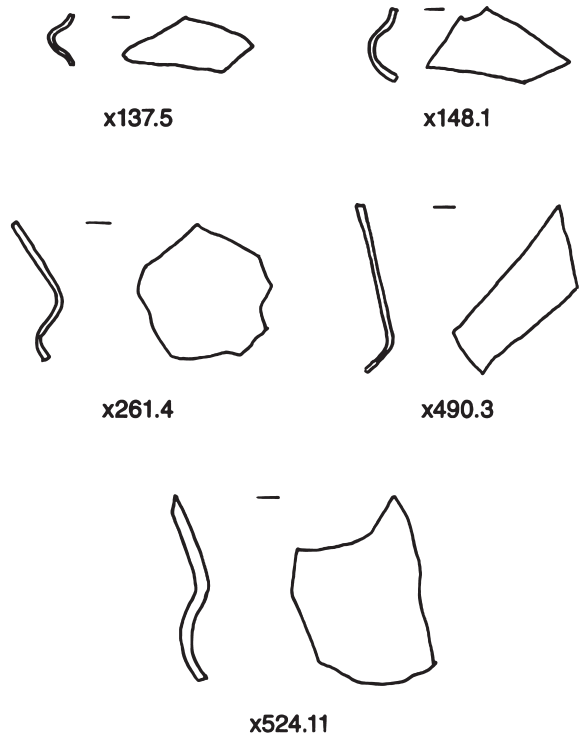


Fig. 7 Vessel sherds from palm-funnels with carination from Ribe. – (Drawings L. Lund Feveile).

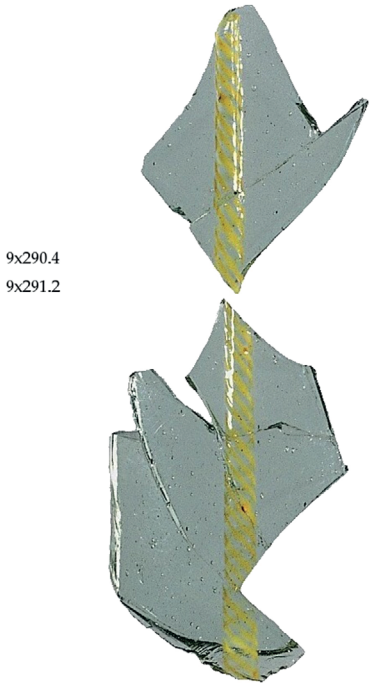


Fig. 8 Vessel sherds from funnel beaker with vertical reticella from Ribe. – (Photos Sydvestjyske Museer).

Glass types

What is meant by »glass types« is the combination of the shape of a glass vessel and the decoration. Here only seven will be presented: Palm-funnels with carination, funnel beakers with vertical reticella, bowls with reticella, palm-funnels with arcades, funnel beakers with incalmo rims, beakers with gold foil and squat jars.

In my former work eleven different glass types have been separated and described, and an attempt is made to place them in a European context (fig. 6)[12].

In the Ribe material there are at least 15 fragments that are linked to palm-funnels with carination. The shape is an ordinary funnel beaker, but in the middle of the beaker there is a ridge or bulge pushed out from the inside. All the sherds discussed here have this characteristic bulge. The material shows that the bulge or ridge is very haphazard in its form; it can be open and rather flat or it can have a sharp angle (fig. 7).

The quality of the glass is generally very pure with only a few small air bubbles. In the rim-sherd material there is a quantity of completely clear and very thin rims that can best be linked with these beakers. All the rims are slightly thickened, primarily rim shape e. Funnel beakers with ridges are a glass type that is known from the whole of the Frisian and Scandinavian area. It is known from finds in Holland where there are several whole examples, e. g. from Dorestad. In the Dutch finds they were dated to the 8th-9th century[13]. The palm-funnels with carination from Ribe, on the other hand, date from the 8th century.

At least nine sherds from the excavation at Posthuset can be related to Funnel beakers with vertical reticella rods (fig. 8). Similar funnel beakers are found represented at Helgö, Dorestad, Southampton and Kaupang[14]. As a type the funnel beaker with vertical reticella rods must be considered as a not uncommon glass vessel type in the 8th-9th century.

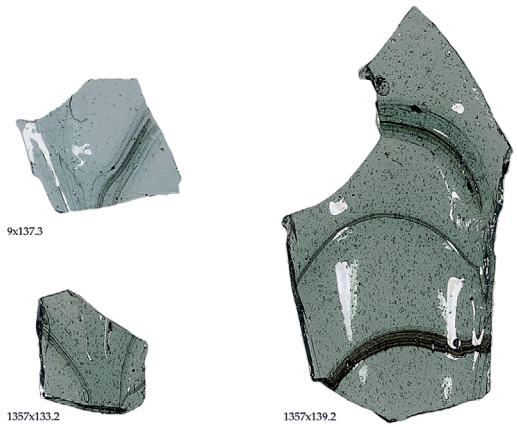


Fig. 9 Vessel sherds from palm-funnel with arcades from Ribe. – (Photos Sydvestjyske Museer).

On the basis of the number of sherds of glass vessels the palm-funnels with arcades are the most frequent type of funnel beaker decoration. In the sherd material there are both funnel beakers/palm-funnels with double and triple arcades (**fig. 9**). Often colour traces can be seen in the glass that seems to support the arcade decoration on the vessel. From other excavations in Ribe similarly fine examples are known[15]. The type is found in Ribe in phases C, D and E, i. e. up to the last quarter of the 8th century. Perhaps the arcade decoration in the Ribe material should be associated with the palm-funnels rather than with the fully developed funnel beakers. From Helgö and from Holland there are finds of several vessels of this type[16]. As mentioned earlier the two funnel beakers from the Birka graves with a decoration that seems similar to the arcades on the 8th century palm-funnels are different[17]. The fully developed funnel beakers from Birka that were found in the graves are dated to the 9th-10th centuries.

There are rims from two different funnel beakers with incalmo rims. One of them (x505.1; **fig. 3**, rim variant g) has a very oblique profile and must belong to a fully developed funnel beaker with a long thin shape which are also known from the boat-grave in Hedeby or Birka grave 526[18]. Incalmo rims are considered to be a late feature in the development of the funnel beakers. This accords well with their frequency in the Birka graves and their placing in the late phases of the marketplace in Ribe. The two rim-sherds were found in phases G and H/I. The origin of the type has to be assumed to be western European, i. e. Frankish.

Among the sherds of glass vessels from the material at Posthuset there are pieces of at least nine bowls with reticella rods and trails (**fig. 4**). The very broad outward-turned rims with yellow thread are linked to these reticella bowls (**fig. 3**, rim variant f). Two of the rim-sherds seem to be completely identical to the rim of the bowl from the Valsgärde 6 grave. Similar sherds from bowls are also known from Borg[19].

As already mentioned, there are fragments of two glass vessels with gold foil decoration in the material. Unfortunately they are both too small to enable anything to be said about the shape of the vessel (**fig. 5**). Similar sherds are known from Uppåkra, Helgö, Dorestad, Valsgärde and Borg, and they are all considered to be connected to a beaker with conical sides and a very small rim diameter, possibly a small funnel beaker. On the basis of the 23 sherds from Borg, Holand has reconstructed a palm-funnel-like vessel (**fig. 10**). There are thus more than 50 known sherds of vessels with gold foil decoration. All were found at sites with abundant find-material. No actual place of production can be identified, but a western European origin, i. e. Rhineland, cannot be ruled out. At present time there is general agreement that sherds of glass vessels with gold foil can be dated to the 8th century[20]. In Ribe the two sherds came respectively from phases E and F, i. e. the last quarter of the 8th century.

In the material there are at least three sherds from different vessels that can be linked to the type squat jars with reticella rods and incalmo rim. Two sherds are from incalmo rims, and they are connected with this type purely on the grounds of their similarity to the known whole beakers from Sweden and Norway. In addition, one of them (x69.1; **fig. 3**, rim variant g) has a very small rim diameter that can hardly come from a funnel beaker. It could also be a little spherical beaker such as is known from grave 644 at Birka[21]. The third sherd (x178.1) has a dark colour, almost black, with yellow reticella rods. The sherd has a bend in it that can only be explained as the curve of a neck. The vessel has had a decoration of horizontal reticella strands at this transition, and around the middle there have been oblique or vertical reticella rods. The long-necked vessel

is considered to be a late type that continues into the 10th century[22]. In Ribe, the sherds were from the latest layer of phases G and H/I, i. e. the first half of the 9th century.

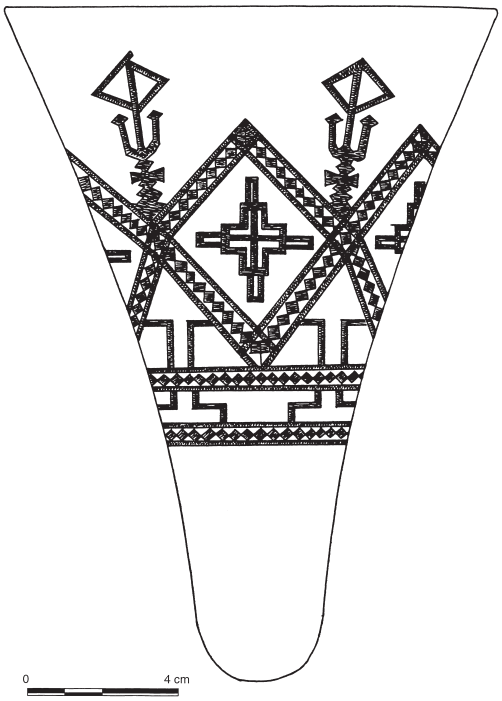


Fig. 10 Reconstructed vessel with geometric gold-foil from Borg. – (After Henderson/Holand 1992, 48 fig. 6).

Summary of primary material from ASR 9 Posthuset

The glass-vessel material from the excavation at Posthuset is extensive and at first sight uniform. Closer examination shows, however, that it includes many types of decorative forms and variations in the colours of both the body of the glass and the decorative elements within the individual vessel types. Mention should in particular be made of the large range of variation within the reticella decoration alone, with hardly two strands being the same. The glass throughout the material is very uniform and almost free of impure elements such as small stones, discolouring, etc., but it always contains a greater or larger number of air-bubbles. This uniformity can also be seen in the thickness of the sherds, which are generally fine and thin throughout the period. There are apparently only a few shapes of glass vessels – probably only four-five different shapes. The variety is predominantly in the decoration. In general, these artefacts are achievements demonstrating an exceptionally skilled level of craftsmanship.

It is remarkable that there are not many sherds that can be related to earlier glass types, such as claw- or cone beakers, as known for instance from nearby Dankirke[23]. There is apparently no overlap between the glass-vessel layer-sequences of the two sites, and there is also a large jump from the 6th to the 8th century. The only common feature are the palm-cups, which are found in both places – at Ribe marketplace with the terminal layers that contain this type of vessel.

The sherds of glass vessels from Posthuset have to be said to be almost »pure« 8th-9th century material. In the earliest phases, B to E, there is the widest range of variation in the glass-vessel material, both in decoration and in vessel form, and it is also here that there apparently was the highest level of activity, the largest amount of imported glassware and sherds. The palm-cups exist on the marketplace in that period, but they disappear later in the 8th century. The funnel beaker is the dominant form and is known with various types of decoration from phase B to H/I. This picture emphasizes how difficult it is to differentiate between the palm-funnel and the fully developed funnel beaker in the sherd material. There are no doubt more palm-funnels in the earlier phases (highlighted by the garland decoration) and there are more fully-developed funnel beakers in the later phases. It is not possible to show a chronological development towards a larger rim diameter in this material with the investigations so far undertaken; the material is too fragmented for that. There is, however, as mentioned before, what seems to be a preferred standard measure.

If a chronological development is to be traced in the glass material it must be in the evolution of the rim-sherds that the evidence is most clearly visible. There is a clear tendency in the rim development: the thick rims are linked to the earliest phases and the only faintly thickened ones are related to the latest phases.

Reticella sherds and funnel beakers with garland decoration and optical blown sherds occur frequently in the earliest phases. Palm-funnels with carination begin earnest after phase B. Clearly later features are the incalmo rims and sherds of squat jars. The coloured incalmo rims have to be said to be a completely new element in the glass-vessel types. They lead towards and into the 9th century. Phases F to I contain a rather smaller quantity of glass-vessel sherds. This distinct decline can also be seen in find-groups such as tesserae, and in glass waste and glass half-fabricate. The decline in glass-vessel sherds is not quite so noticeable. The glass vessels in Ribe come from West European sources – either the same one or several different ones. There are no sherds that can immediately be linked to any eastern connection, and the sherd material is very uniform, as has already been observed. The Frankish-Rhineland connection can clearly be seen in other find-groups, e. g. imported pottery and Rhineland basalt. The English connection is more difficult to trace in the other find-groups, but a few sherds of English shelly ware pottery were found in phase I. The majority of the glass-vessel sherds from Ribe are assumed to come from imported glass from the Frankish/Carolingian, rather than the Anglo-Saxon area, since the palm-funnel/funnel beaker is dominant and has to be thought to come from the Frankish/Carolingian areas.

TRADE WITH GLASS VESSELS AND SHERDS OF GLASS VESSELS

What do the many glass-vessel sherds in Ribe represent? Are they evidence of trade with glass vessels or are they raw material for the bead-makers? The answer is probably a combination of both.

First it must be stated that today there is no doubt that the glass vessels were produced outside Scandinavia and must therefore be seen as imported goods, no matter in what form they arrived [24]. There are no known Scandinavian finds of glass workshops or furnaces from the 8th-9th century. This could of course be because one has not dug in the right places or been lucky with finds. Securely documented domestic production of glass vessels exists in Denmark only from the 16th century and onwards. The raw materials for glass production are to be found in the Nordic region and if production did not begin earlier this may be because the technology behind the making of glass vessels was not known, or it could of course also be a deliberate choice not to embark on local production. It is possible that access to knowledge of the technology was difficult, or even completely blocked – a phenomenon that was not unknown up through the Middle Ages where glass technology was concerned.

The sherds of glass vessels were an element in long-distance trade in the 8th-9th century. Importing glass vessels from European sources was no novelty, since there had been a large influx of glass vessels in the form of exchanges of gifts in the early and late Roman Iron Age, as was reflected particularly in the grave finds. However, actual importing for trade purposes arose gradually throughout the late Roman Iron Age (4th century) [25].

With the exception of the beaker in Birka grave 542 [26], all the glass-vessel types described have a West European-Anglo-Saxon distribution area, and this is evident when one looks at the distribution maps for four types: glass vessels with reticella decoration, funnel beakers in general, palm-funnels with carination and vessels with gold foil decoration. Palm-funnels with carination and gold foil decorated beakers were still rare (**fig. 11**). Both types occur, however, in places where glassware with reticella and other funnel beaker types are already present. Reticella-decorated glass vessels are the type of glassware that has been the focus of most attention, and this perhaps explains the large number of finds and the broad distribution. If one looks at sherd material such as that from ASR 9 Posthuset, it is far from being the most frequent type of glassware. Funnel beakers are the quantitatively dominant form, and it is perhaps surprising that a distribution map for this type was not made until a very late point [27].

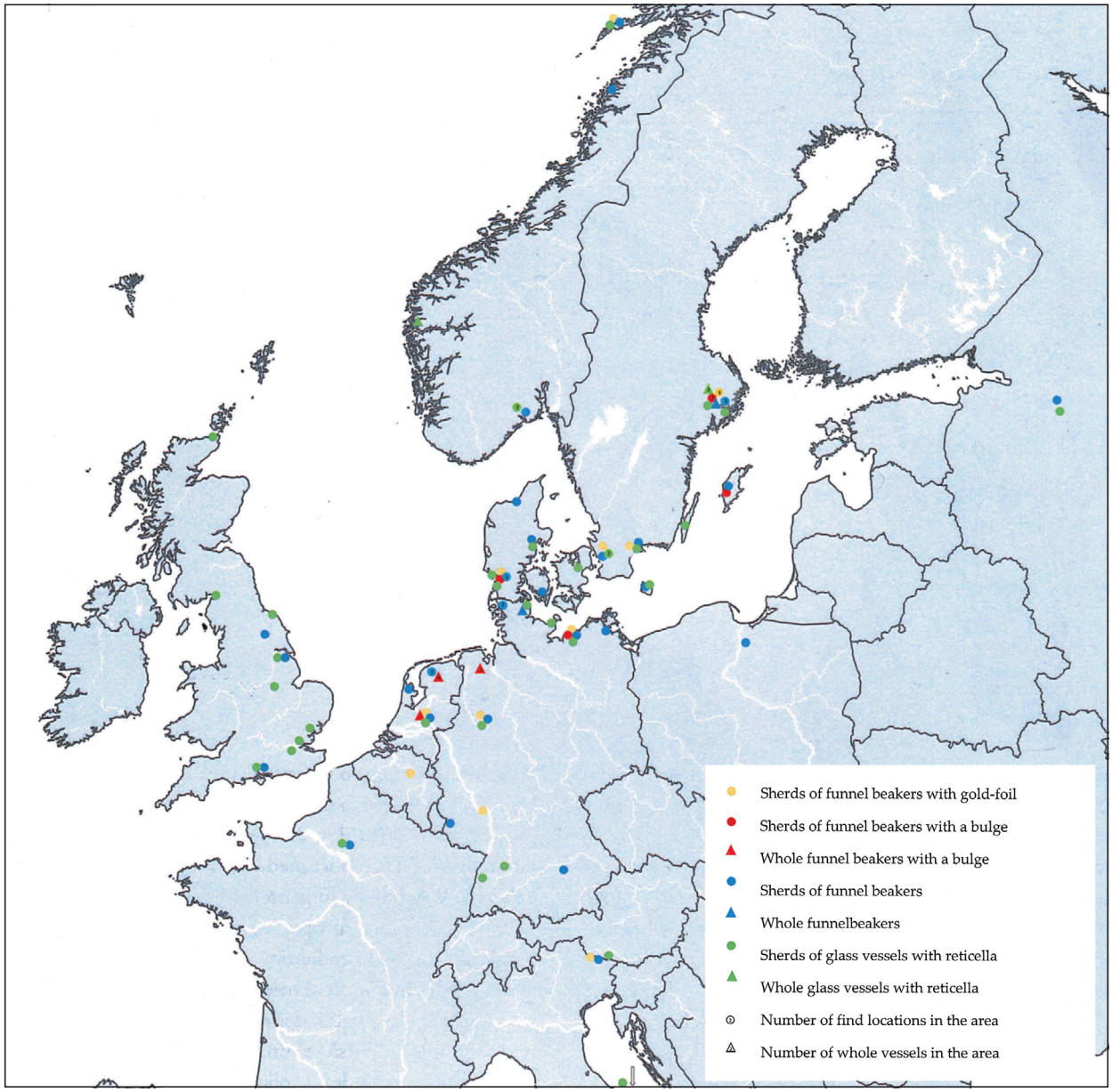


Fig. 11 Occurrence of funnel beakers, palm-funnels with carination, reticella-decorated sherds and vessels and glass vessels with geometric gold-foil. – (After Lund Feveile 2006, 267 f. appendix 2).

This distribution map shows the area in which trade took place with glass vessels/sherds as stretching from the Seine in the south through present-day Belgium and Holland, southeast England, northwest Germany, Denmark with the emphasis on Jutland, the Swedish east coast up to the Mälar region and up to Kaupang in the Oslo fjord. The area centres on the English Channel with the estuaries of the major European rivers, the eastern North Sea and the western part of the Baltic. Because of the lack of finds of glass vessels from the eastern Baltic trading places, it is exceedingly difficult to say anything about how far this trade with Frankish glassware penetrated into the Baltic. Sherds of glass vessels have been found, however, in Menzlin, Groß Strömkendorf, Staraja Ladoga and Novgorod[28]. In Wolin there was glass-bead production, and phrases such as »probably imported raw materials« and »glass production with addition of western glass« possibly conceal the fact that there are sherds of glass vessels of Frankish origin also to be found in this material[29].

Geographically and on the evidence of the finds all the indications are that the glass sherds in Ribe mainly came from the Frankish Rhine area via Dorestad and the Frisian coast. There is a great similarity in the glass sherd material from both trading places, and each also experienced its heyday at the same time. A heavy ware such as Rhineland basalt from the Mayen area, and pottery from the Rhine area highlight these trade connections. Tating pottery has a distribution area corresponding closely in the Nordic region to the distribution of glass vessels and vessel-sherds.

There is a general agreement about the significance of the Frisian merchants in the trade from the Rhineland to Southern Scandinavia[30]. Frankish sources provide the information that trading places such as Dorestad and the smaller Medenblik paid duty on trade to the king. There was thus firm control over Frisian trade and this supports the possibility that they were able to control trade in general, including which trade routes could be used for goods being transported to Scandinavia[31].

The trading place of Southampton has a sherd material that is very similar to Ribe's. West Frankish glass vessels may have arrived there via the estuaries of the Rivers Seine, Somme or Canche. Before the 7th century England is considered not to have had trade of any significance via the Rhine[32], but the West Frankish region was a different matter, and one can imagine that even if the former route became established after the 7th century the older trade routes would also still have been maintained.

In spite of the distances in the area mentioned, the glass vessel types and the composition of the sherd materials at the individual trading places are very similar. Wherever glass vessels and sherds of vessels are found in Scandinavia they come from the same production areas. Imports of pottery, on the other hand, vary in different places. Ribe mainly imported Frankish pottery, whereas in Åhus there are major imports of Slavic/Baltic pottery. There is nothing strange in this find-composition, in geographical terms, but it highlights the particular status that glass vessels and vessel-sherds and the import of them must have had. It seems to have been only one place to obtain them – the West European region. One can therefore well imagine that there would have been some rather fixed trade-routes and connections between suppliers and recipients.

Since it is now established that glass is an import material produced outside Scandinavia elsewhere in Europe it is a natural step to examine the form in which it came to trading places such as Ribe. A distinction has to be made between glass vessels and sherds of glass vessels, i. e. scrap material. Glass vessels can be reduced to sherds in several ways in the course of the »lifetime« of a glass, and in consequence the scrap material can be divided into three types (**fig. 12**).

Primary waste: consists of waste from the production of glass vessels, for instance flat pieces with a little edge – trimmings from the glass production, and defective or unsuccessful glass vessels.

Secondary waste: consists of sherds of glass vessels damaged while being transported, so that they have never reached the end-user. These are sherds of glass vessels that show no sign of defects arising in the production or of wear from use.

Tertiary waste: consists of glass sherds from vessels that have been used for a period by an end-user. When the glass broke the sherds would have a certain value and would therefore have been collected locally. The sherds would have no sign of production-defects, but might to some extent show signs of wear, e. g. on the standing-surface in the form of scratches etc.

It is clear that primary waste must originally come from a production-place for glass vessels, even though it could be traded via several intermediaries. It is more difficult in the case of secondary and tertiary waste, since there are several possibilities as to how it could reach a marketplace such as Ribe. The sherds might be collected in the Central European region and traded from there to the marketplace as part of the bead-maker's raw material. It could also be the case that whole glass vessels were traded to Ribe/Scandinavia and that the secondary and tertiary waste is the result of Danish/Scandinavian collection. Finally, it cannot

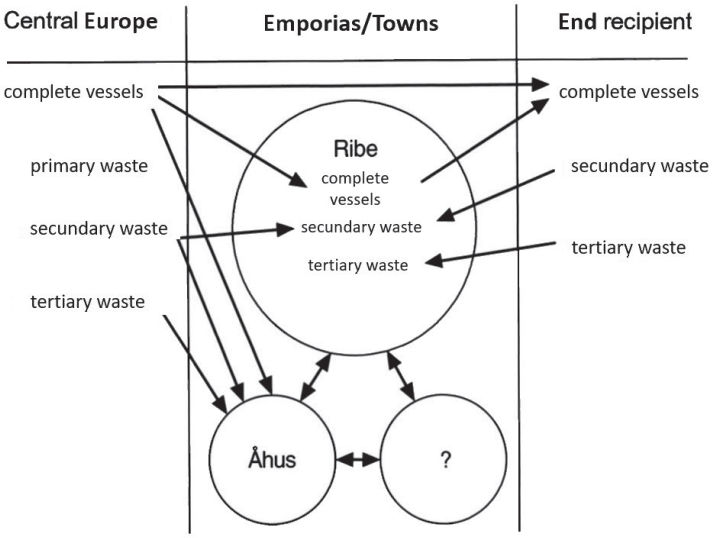


Fig. 12 Simplified model of trade routes with glass vessels and sherds of glass vessels. – (Diagram L. Lund Feveile).

be excluded that glass vessels were traded to places other than Ribe but at later stage found their way there as tertiary waste. Lastly it should also be mentioned that very many sherds cannot be classified as secondary or tertiary waste for the simple reason that large parts of the surface of a vessel would not carry traces of use of the glass. The distinction is nevertheless upheld because in fact the identification of tertiary waste is important, since it cannot come from new glass. These sherds thus represent used vessels, whether this use took place in Middle Europe or in Scandinavia.

Where glass vessels in Scandinavia, dated to the 9th-10th centuries, are concerned, the discussion is virtually hypothetical – the glass vessels found in graves from that period show that whole glass vessels were in fact imported and the same is also true of the centuries before the 8th century. Even though it cannot be proven that the contemporary waste was collected »locally«, it is evident that this is a possibility. But the 8th century poses a problem, since there are no finds of whole glass vessels from the graves in Scandinavia, and nor are there from settlement finds, apart from a handful of sites. By far the greater part of the sherd-material in Scandinavia from that century is found in fact at large marketplaces where there is also bead-production. It cannot be excluded, therefore, that the majority of the sherds arrived at these sites where there is an abundance of sherd-material as a sackful of secondary and tertiary waste imported from another region where glass vessels were used, e. g. in Middle Europe.

As mentioned earlier, the absence of glass vessels in the graves in the 8th century may be the result of changed burial customs and cannot in itself be used as an argument that there were no glass vessels in Scandinavia. The import process therefore has to be traced through scattered and scarce random finds at »end-user« locations, bearing in mind that one has to imagine that most of the sherds would have been collected and redistributed to glass-bead-making marketplaces.

Among researchers who have discussed waste/non-waste there are only very few who have defined what they mean by waste-import, and the discussion has drifted back and forwards through the years[33].

Most recently, T. Sode discussed waste/non-waste in detail and reached the conclusion that a large quantity of the glass-vessel sherds has to be designated as secondary and tertiary waste[34]. The areas/marketplaces where the travelling bead-makers came to work would have been able to a great extent to supply the bead-makers with glass-vessel sherds. This explanation thus rests on the assumption that there must also have been a significant scale of importation of glass vessels, or otherwise the sherds could not have been collected for re-use as part of the bead-makers' raw material.

There is nothing in the material from the excavation at Posthuset that suggests an import of primary waste from production places in Europe. Several glass-vessel sherds in the Ribe material are clearly tertiary waste, with signs of wear on the surface showing that the glass had a long life before it was broken. In the layers and phases where glass-vessel sherds are abundant there are also plentiful finds of other types of glass, in the form of tesserae and blue raw glass. During the excavation at Posthuset in Ribe no less than 2204 tesserae and tesserae stumps were found, and 1500-2000 pieces of blue raw glass. It is thus not the case that vessel sherds occur in significant quantities in places where tesserae and glass splinters do not occur.

It is not surprising that primary waste cannot be identified in the material from Ribe. Would it not be the case that that type of waste would be largely re-used in the glass workshop for new vessels? This was a commonly known form of waste-trade in the Byzantine Empire, where the waste was used for production of glass vessels and not for beads[35].

Sherds of glass vessels from ASR 9 Posthuset, on the other hand, have more features that suggest that they are present as secondary or tertiary waste in association with the bead-maker. There was extensive bead-production at the marketplace where this waste could be used. There are parallels, particularly in phases C, D and E, between the amounts of glass-vessel sherds, tesserae, glass-bead waste and raw glass, and it is thus primarily in these phases that glass beads were produced. From phase F and onwards the quantity of tesserae, raw glass and glass-bead waste declines distinctly, and at the same time imported beads are introduced in large amounts[36]. The number of glass-vessel sherds does not fall so much. This find-picture can be interpreted as showing that through the whole period, in parallel with the flow of secondary and tertiary waste for use in the bead-maker workshops, there was importation of whole glass vessels (with secondary waste as a consequence). After drastic reduction of the local glass bead production the »remaining quantity« of glass-vessel sherds can reflect the continued importing of glass vessels.

The large quantities of sherds that cannot be pieced together seem strange, however, if this is considered to be largely secondary waste weeded out from a load of glass vessels arriving at the marketplace. It is more realistic to interpret the find-picture as a sackful of sherds of different origins brought to the glass-bead maker, i. e. as tertiary waste. But whether it is a Danish/Scandinavian collection, and thus comes from whole glass vessels imported to the area, or whether these are glass sherds collected elsewhere in Europe and then traded to Ribe cannot be definitively established. It seems to be the case, at all the trading places where glass-vessel sherds occur, that each glass vessel is only represented by a few sherds. The explanation for this is too complicated to be solved by simply imagining the importation of a sackful of waste. Aspects such as preservation, depositing of waste and re-use make a clear interpretation difficult.

It is also important to take into account that glass-vessel sherds at sites such as Borg on Lofoten[37] and the marketplace at Ribe cannot directly be compared, since the functions of the two locations are completely different and vessel sherds therefore occur with different evidential value.

The very large quantities of sherds of glass vessels at the marketplace in Ribe in the 8th-9th centuries should thus be seen as the result of secondary and tertiary waste, from one place or another, closely linked to the bead-makers' activities. I am convinced, however, that at the same time and through the whole of the 8th century glass vessels were imported to the Nordic region and used there, even though they have not been found as grave-goods. The scale of this import-trade cannot be determined, but the traces of it can be seen in the glass-vessel sherds at Posthuset at least from phase F and onwards, and in that case they cannot all be ascribed to the bead-maker. The reason for the large quantities of sherds of glass vessels over large parts of the 8th century lies with the craft of bead-making, however, because the craft's use of waste had the effect that marketplaces such as Ribe and Åhus accumulated large quantities of secondary and tertiary waste, in which the »traces« of imports of actual glass vessels to the Nordic region lay concealed. From what areas the secondary and tertiary waste was transported cannot be determined.

																
Phase	Palm-cup with ribs under the bottom	Palm-funnels with arcades	Palm-funnels with carination	Funnel beaker with vertical reticella	Reticella bowls, type A, B and C	Squat jar with reticella	Glass-vessel with gold foil	Funnel beaker with incalmo-rim	Squat jars with incalmo and reticella	Rim variants						
										a	b	c	d	e	f	g
No phase		3	4	2	1					1	1		17	23		
H/I				1				1	1			1		7	1	2
G			1		1				1				2	1		1
F		1	2				1						1	3		
E		10	1		1		1			1	2	6	12	19	1	
D		12	3		2	1				3	1	2	12	17	1	
C		23	3	8	3					6	9	4	26	17	1	
B	1	2	1							7	3		4			
A																
AA																
Total	1	51	15	11	8	1	2	1	2	18	16	13	74	87	4	3

Tab. 6 Number of identified sherds (ASR 9 Posthuset), divided into types of glass vessel and rim variants. – The material can be divided into two layer sequences. – AD 705-790: Phases **B**, **C**, **D** and **E** Rim variants **a**, **b**, **c**, and partly **d**. Rim **f** – only in small numbers. – Vessel types: palm-cups, palm-funnels with arcades, funnel beakers and the majority of sherds with reticella decoration in yellow. – AD 790-850: Phases **F**, **G** and **H / I** – Rim variants **d**, **e**, **f**, and **g**. Rim **e** is the dominant type. – Vessel types: glass vessels with gold-foil, funnel beakers with reticella rods in white, funnel beakers with vertical applied trails in white, funnel beakers with incalmo rims, squat jars with incalmo rim. – (Table L. Lund Feveile).

CONCLUSION

Reviewing the very fragmentary sherds of glass vessels from the excavation at Posthuset in Ribe provides a clear picture of the variations in glass vessels in the period c. 705 to 850. A number of types of glass vessel and rim variations from the marketplace could be identified divided into two layer sequences – an earlier one (phases B-E) and a later one (F-H/I) (**tab. 6**). The types correspond to those known from the rest of Scandinavia and Northwest Europe, and the similarities have been made more visible. This is highlighted by three types: the funnel beaker with a bulge, the funnel beaker with reticella rods, and glass vessels with gold foil decoration, since close examination shows that they can be found at almost all trading-places.

The earlier layer sequence contains a few elements of early glass vessel types such as claw/Snartmo beakers, palm-cups, funnel beakers/palm-funnels with garland decoration, and the majority of reticella-decorated glass vessels, including all funnel beakers with reticella rods with yellow decoration trails. The rim types a, b, c, and partly d are also associated with this layer sequence. Rim type f is only found in small numbers, but it is probable that that rim type should also be associated with the earlier layer sequence since it is closely linked to bowls with reticella decoration.

The later layer sequence contains glass vessels with gold foil decoration, funnel beakers with reticella rods with white decoration trails, funnel beakers with white vertically applied trails, funnel beakers with incalmo rims and long-necked beakers with incalmo rims and reticella rods. The rim types d, e and g belong to this layer sequence, with e as the clearly dominant type.

It can be concluded that the development of the forms of glass vessels in the 8th century was not radical or in any way revolutionary. There were few forms, almost all of them unstable glass vessel shapes, i. e. glass that could not stand upright on a base. There are no clear innovations; on the contrary, the development from palm-cups to palm-funnels to funnel beakers is characterised by a steady and continuous evolution.

If one looks more closely at the glass-vessel types within the different vessel forms, however, there is great variation, and a clear change can also be seen in the rim types during the period. The funnel beaker in particular is treated with all forms of decoration. A development can be traced within the decorative elements, most clearly in the garland decoration. From being the second most frequent decorative form in the earlier layer sequence it disappears in the last quarter of the 8th century. This shows that garland decoration is linked to the palm-funnel rather than to the fully developed funnel beaker. The reticella decoration is of a high level of craftsmanship – the trails are fine and regular.

Incalmo rims are found only in the latest phases, G-H/I, i. e. from around 800. This is a revolutionary technique, since all rims previously had been part of the glass vessel itself, whereas the incalmo rim is added. Decoration with white applied threads and reticella rods with white decoration trails appears to be a similarly late feature. The reticella decoration becomes coarse and has a tendency to blur, while at the same time the quantity of reticella-decorated sherds seems to decline.

This review of the sherd material at Ribe ASR 9 Posthuset has also made it clear that a fragmentary material can certainly be used to extract conclusions concerning the development of shapes and chronology, so long as it has a certain scale and there are sound excavation techniques combined with favourable stratigraphic conditions.

It is my hope that the Ribe material, with its unusually fine-meshed relative and absolute chronology, will make it possible to identify sherds of glass vessels from the 8th-9th centuries in contexts where the excavation conditions and stratigraphic relationships in themselves do not permit dating of the finds.

Notes

1) Arbman 1937.
2) Arbman 1940.
3) Callmer 1990. – Stjernquist 1999. – Henderson/Holand 1992. – Holand 2003. – Skre/Pilø/Pedersen 2002. – Pöche 2005. – Isings 1980. – Sablerolle 1999. – Hunter 1980.
4) Lund 1993.
5) Feveile/Jensen 2000. – Feveile 2006.
6) Baumgartner/Krueger 1988, 68.
7) Examples see Lund Hansen 1987, fig. 39. 54. 63.
8) Baumgartner/Krueger 1988, 70.
9) Näsman 1984b, 80. – Fingerlin/Garbsch/Werner 1969, fig. 13, 10-11.
10) Arbman 1940, pl. 189-1 grave 577; pl. 190-2 grave 551.
11) von Pfeffer 1953, 154.
12) Lund Feveile 2006, 249-251.
13) Baumgartner/Krueger 1988, 62 fig. 3. – Sablerolles 1994, 99 fig. 2; 1999.
14) Holmqvist/Arrhenius 1964, 253 fig. 115. – Isings 1980, 232 fig. 154.2. – Baumgartner/Krueger 1988, 74-75 fig. 19-21. – Skre 2001, personal com.
15) Feveile 2006, Bd. 1.2, pl. 6-7.
16) Ypey 1964, fig. 39-40. – Besteman 1990, 109.
17) Arbman 1940, pl. 189-1 grave 577; pl. 190-2 grave 551.
18) Baumgartner/Krueger 1988, 61.
19) Roesdahl 1992, fig. 154e.
20) Lundström 1971, 53. – Baumgartner/Krueger 1998, 66-68 fig. 7-10. – Sternquist 1999, 81. – Holand 2003.
21) Arbman 1940, pl. 189-4.
22) Hunter 1980. – Ypey 1964.
23) Lund Hansen 1983.
24) Näsman 1984a, 35. – Ingemark 1995, 241.
25) Lund Hansen 1990, 78.
26) Arbman 1940, pl. 194-1a/b.
27) Näsman 1990, 99 fig. 7.
28) Pöche 2005.
29) Filipowiak 1991, 20. 36.
30) Näsman 1990, 113.
31) Besterman 1990, 109.
32) Näsman 1984b, 89.
33) Arbman 1937. – Holmqvist/Arrhenius 1964, 258. – Lundström 1976, 7; 1981, 19. 97; Bencard 1990, 145. – Callmer 1991, 37. – Jensen 1991, 15.
34) Sode 2002, 119.
35) Sode 1996, 16.
36) Sode/Feveile 2002.
37) Munch 1991.

References

Arbman 1937: H. Arbman, Schweden und das karolingische Reich (Stockholm 1937).

1940: H. Arbman, Birka 1. Die Gräber. Tafeln (Stockholm 1940).

Baumgartner/Krueger 1988: E. Baumgartner / I. Krueger, Phönix aus Sand und Asche. Glas des Mittelalters (München 1987).

Bencard 1990: M. Bencard 1990, The Stratigraphy and Dating of 8th Century Ribe. Journal Danish Arch. 7, 1990, 225-228.

Besteman 1990: J. C. Besteman, North Holland AD 400-1200: turning tide or tide turned? In: J. C. Besteman / J. M. Bos / H. A. Heidinga (eds), Medieval Archaeology in the Netherlands (Maastricht 1990) 91-109.

Callmer 1990: J. Callmer, Vendeltida glasmästare på handelsplatsen i Åhus. Populär Ark. 8/3, 1990, 20-22.

1991: J. Callmer, Platser med anknytning til handel och hantverk i yngre järnälder. Exempel från södra Sverige. In: P. Mortensen / B. M. Rasmussen (eds), Fra Stamme til Stat i Danmark 2. Jysk Arkæologisk Selskabs Skrifter 22.2 (Århus 1991) 29-47.

Feveile 2006: C. Feveile (ed.), Det ældste Ribe. Udgravninger på nordsiden af Ribe Å 1984-2000. Ribe Stud. 1.1-1.2 (Ribe 2006).

Feveile/Jensen 2000: C. Feveile / S. Jensen, Ribe in the 8th and 9th century. A Contribution to the Archaeological Chronology of North Western Europa. Acta Archaeologica 71, 2000, 9-24.

2006: C. Feveile / S. Jensen, ASR 9 Posthuset. In: Feveile 2006, 119-189.

Filipowiak 1991: W. Filipowiak, Wolin – Jomsborg. En Vikingetids-Handelsby i Polen (Roskilde 1991).

Fingerlin/Garbsch/Werner 1969: G. Fingerlin / J. Garbsch / J. Werner, Die Ausgrabungen im langobardischen Kastell Ibligo-Invillino. Vorbericht über die Kampagnen 1962, 1963 und 1965. Germania 46, 1969, 73-110.

Gaut 2007: B. Gaut, Vessel Glass from Kaupang: A Contextual and Social Analysis. Norwegian Arch. Review 40/1, 2007, 26-41.

Henderson/Holand 1992: J. Henderson / I. Holand, The Glass from Borg: an Early Medieval Chieftan's Farm in Northern Norway. Medieval Arch. 36, 1992, 29-58.

Holand 2003: I. Holand, Glass Vessels. In: G. A. Munch / E. Roesdahl / O. S. Johansen (eds), Borg in Lofoten. A Chieftain's farm in North Norway. Ark. Skriftser. 1 (Trondheim 2003) 211-229.

Holmqvist/Arrhenius 1964: W. Holmqvist / B. Arrhenius, Excavations at Helgö 2. Report for 1957-59 (Stockholm 1964).

Hunter 1980: J. Hunter, The Glass. In: P. Holdsworth (ed.), Excavations at Melbourne Street, Southampton, 1971-76. CBA Research Report 33 (Southampton 1980) 59-72.

Ingemark 1995: D. Ingemark, Glasblåsning – ett tidigt hantverk i Skandinavien? Fornvännen 90, 1995, 241-248.

Isings 1980: C. Isings, Glass Finds from Dorestad, Hoogstraat 1. In: W. A. van Es / W. J. H. Verwers (eds): Excavations at Dorestad 1 the Harbour: Hoogstrat 1. ROB Nederlandse Oudheden 9 (Amersfoort 1980) 225-237.

Jensen 1991: S. Jensen, Ribes Vikinger (Ribe 1991).

Lund 1993: L. Lund, Hulglasskår på Markedspladsen Ribe, år 700 til 850. Hulglastyper, deres kronologi, oprindelse, betydning og funktion set på baggrund af materialet fra Ribe [M. A. thesis Univ. Aarhus 1993].

Lund Feveile 2006: L. Lund Feveile, Hulglasskår fra markedspladsen i Ribe, ASR 9 Posthuset. In: Feveile 2006, 195-277.

Lund Hansen 1983: RGA² 5/3-4 (1983) 249-252 s. v. Dankirke §2 Gläser (U. Lund Hansen).

1987: U. Lund Hansen, Römischer Import in Norden. Warenaustausch zwischen dem Römischen und dem freien Germanien. Nordiske Fortidsminder, Ser. B, 10 (København 1987).

1990: U. Lund Hansen, Langdistancehandel i romersk jernalder – fra gaveudveksling til aftalehandel. Hikuin 16, 1990, 63-88.

Lundström 1971: A. Lundström, Cuppa vitrea auro ornata. Antikvariskt Arkiv 40 = Early Medieval Stud. 3, 1971, 52-68.

1976: A. Lundström, Bead Making in Skandinavia in the Early Middle Ages. Antikvariskt arkiv 61 = Early Medieval Stud. 9 (Stockholm 1976).

1981: A. Lundström, Survey of the Glass from Helgö. In: A. Lundström / H. Clarke (eds), Glas, iron, clay. Excavations at Helgö 7 (Stockholm 1981) 1-28.

Munch 1991: G. S. Munch, Høvdinggården »Borg i Lofoten«. Ottar 1991/4, 43-48.

Näsman 1984a: U. Näsman, Glas och handel i senromersk tid och folkvandringstid. En studie kring glas från Eketorp-II, Öland, Sverige. AUN 5 (Uppsala 1984).

1984b: U. Näsman, Vendel Period Glass from Eketorp-II, Öland, Schweden. Acta Arch. (København) 55, 1984 (1986), 55-116.

1990: U. Näsman 1990, Om fjärrhandel i Sydskandinaviens yngre järnålder. Handel med glas under germansk järnålder och vikingetid. Hikuin 16, 1990, 89-119.

von Pfeffer 1953: W. von Pfeffer, Zur typologie merovingerzeitlicher Gläser mit Fadenverzierung. In: H. Klumbach (ed.), Festschrift des Römisch-Germanischen Zentralmuseums in Mainz zur Feier seines hundertjährigen Bestehens 1952, 3 (Mainz 1953) 147-160.

Pöche 2005: A. Pöche, Perlen, Trichtergläser, Tesserae. Spuren des Glashandels und Glashandwerks auf dem frühgeschichtlichen Handelsplatz von Groß Strömkendorf, Landkreis Nordwestmecklenburg. Beitr. Ur- u. Frühgesch. Mecklenburg-Vorpommern 44 = Forsch. Groß Strömkendorf 2 (Schwerin 2005).

Roesdahl 1992: E. Roesdahl (ed.), Viking og Hvidekrist. Norden og Europa 800-1200 (København 1992).

Sablerolles 1994: Y. Sablerolles, De glasvondsten van Wijnaldum (Fr.) Paleo-Aktueel 5, 1994, 97-101.

1999: Y. Sablerolles, The glass vessel finds. In: J. C. Besteman / J. M. Bos / D. A. Gerrets / H. A. Heidinga / J. de Konong (eds), The Excavations at Wijnaldum. Reports on Frisia in Roman and Medieval Times 1 (Rotterdam 1999) 229-252.

Skre/Pilø/Pedersen 2002: D. Skre / L. Pilø / U. Pedersen, The Kaupang Excavation Project. Annual Report 2001 (Oslo 2002).

Sode 1996: T. Sode, Anatolske glasperler (København 1996).

2002: T. Sode, Glasskår fra markedspladsen i Ribe – handel med råglas og glasskår. In: J. Pind (ed.), Drik og du vil leve skønt. Festskrift til Ulla Lund Hansen på 60 årsdagen 18. august 2002. PNM. Stud. Arch. & Hist. 7 (København 2002) 113-123.

Sode/Feveile 2002: T. Sode / C. Feveile, Segmenterede metalfolierede glasperler og blæste hule glasperler med metalbelægning fra markedspladsen i Ribe. By, marsk og geest 14, 2002, 5-14.

Stjernquist 1999: B. Stjernquist, Glass from Uppåkra: A Preliminary Study of Finds and Problems. In: B. Hårdh (ed.), Fynden i centrum. Keramik, glas och metall från Uppåkra. Uppåkrastudier 2 = Acta Arch. Lundensia, Ser. in 8°, 30 (Stockholm 1999) 67-94.

Ypey 1964: J. Ypey, Die Funde aus dem frühmittelalterlichen Gräberfeld Huinerveld bei Putten im Museum Nairac in Barneveld. Ber. ROB 12-13, 1962-1963, 99-153.

Zusammenfassung

Die Glasgefäßscherben der Stadt Ribe nehmen innerhalb des nordeuropäischen Glasgefäßmaterials sowohl aufgrund ihrer Menge als auch insbesondere aufgrund der stratigraphischen Verhältnisse in Ribe eine bedeutende Stellung ein. Diese Stratigraphie hat es ermöglicht, eine ungewöhnlich verfeinerte relative und absolute Chronologie für den Zeitraum von ca. 700-900. aufzustellen. 45 Jahre archäologische Ausgrabungen wurden in mehreren Etappen und mit unterschiedlichen Ausgrabungsmethoden in der Stadt Ribe durchgeführt und ergaben Funde von insgesamt ca. 3500 Scherben von Glasgefäßen (Stand März 2018). Es ist der mit Abstand größte Fund von Glasgefäßscherben aus dem 8.-9. Jahrhundert von einem Fundort in ganz Westeuropa.

Basierend auf den Scherben von Glasgefäßen aus der Ausgrabung ASR 9 Posthuset werden in dieser Arbeit die Formen und Typen der in Ribe vorhandenen Glasgefäße identifiziert und eine Chronologie bezüglich ihres Vorkommens erstellt. Innerhalb der Stratigraphie des 8. und 9. Jahrhunderts in Ribe lässt sich die Entwicklung vom Trichtertummler zum voll entwickelten Trichterbecher erkennen. Es lassen sich zwei Schichten von Glasgefäßen unterscheiden, wobei

die Trichtertummler mit Arkaden oder Wulst in der früheren Schicht vorkommen und die vollständig entwickelten Trichterbecher der späteren Schicht angehören.
Die Existenz von Glasscherben in Ribe zeugt sowohl vom Handel mit Glasgefäßen nach Skandinavien als auch vom Handel mit Rohmaterial für die in Ribe tätigen Glasperlenmacher. Das Produktionsgebiet von Glasgefäßen ist noch nicht vollständig dokumentiert, aber ein Ursprung im fränkischen Rheingebiet ist wahrscheinlich. Von hier aus fuhren die Schiffe über Dorestad und die friesische Küste bis nach Ribe. Die Glasgefäßscherben stellen ein sehr homogenes Element im Fernhandel in den Städten des 8.-10. Jahrhunderts dar.

Summary

The glass-vessel sherds from the town of Ribe occupy an important position within North European glass-vessel material, both on the grounds of their quantity, and also, in particular, because of the stratigraphic conditions in Ribe. This stratigraphy has made it possible to establish an unusually refined relative and absolute chronology for the period c. AD 700-900. 45 years of archaeological excavations have been carried out at several stages and with different excavation-methods at the town of Ribe and this has resulted in finds of a total of ca. 3500 sherds of glass vessels (march 2018). The, by far, largest find of glass vessel sherds from the 8th-9th century AD from one location in all western Europe.
On the basis of the glass vessel sherds from the excavation ASR 9 Posthuset this paper presents an identification of which shapes and types of glass vessels are present and establishes a chronology relating to their presence in Ribe. Within the 8th and 9th century layers of Ribe it is possible to identify the development from palm-funnel to fully developed funnelbeaker, to separate two layers of glass vessels with the palm-funnel with arcade and carinations belonging the the earlier layers and the fully developed funnelbeaker belonging to the later layer.
The presence of glass vessel sherds in Ribe are evidence of both trade with glass vessels into Scandinavia and trade with raw material for the glass bead makers working in Ribe. The production area of glass vessels is still not fully documented but an origin in the Frankish Rhine area is probable. From here the vessels traveled via Dorestad and the Frisian coast to Ribe. The glass vessel sherds are representing a very homogenous element in the long-distance trade in the towns of the 8th-10th century AD.

SIF BANDHOLTZ HANSEN · SØREN SINDBÆK · MORTEN SØVSØ · SARAH CROIX
GRY HOFFMANN BARFOD

ALL UNDER ONE ROOF – CHEMICAL AND SR ISOTOPE ANALYSIS OF GLASS FROM A VIKING AGE PIT HOUSE AT RIBE

Through Antiquity and the Early Middle Ages three main glass types were in use in western Eurasia. The earliest glass production centered in the Mesopotamia area around BC 1500 was plant ash glass made from mixing ash from halophytic (salt-loving) plants with quartz (SiO_2). In the 2nd century BC, a new type, natron glass, appeared and became the dominant glass type in the Mediterranean area during most of the 1st millennium AD whilst plant ash production still continued in the east. Natron glass was produced at large-scale factories along the Syria-Palestinian coast or in Egypt until around the end of the 7th century AD, when the production ceased and plant ash glass again spread from the East to the Levant[1]. Once natron supplies stopped, production of plant ash glass presumably could not keep up with demand due to the limited geographical extent of halophytic plants and a new glass type based on wood ash mixed from quartz appeared presumably in the western part of the Carolingian Empire around AD 780[2]. Because wood was not restricted to saline areas, as was the case with both natron and halophytic plants, wood ash glass production soon became widespread (e. g. France, England and Germany).
The raw materials for these three main glass types are distinct and the growing range of analytical methods applied to the study of ancient and medieval glass increasingly enables researchers to trace the »flow of glass from the production sites to the smallest workshop« through trace element and isotopic signatures[3]. The »smallest workshops« – tertiary production sites where glass was reworked on a minor scale – are becoming viable targets for analysis as major patterns of glass types and supply are better understood, and as more precise analytical methods enables researchers to trace mixing and processing.
In this study, we trace the travels of glass north via trade routes to a house dated to the 9th century in the trading emporium of Ribe. The study involves chemical characterization of 16 glass fragments found in the remains of a sunken-featured building investigated in 2014-2015 at Rosen Allé, Ribe. We use major and trace elements as well as Sr isotopic ratios to identify the glass types thus revealing critical information about trading to Ribe during the 9th century – and about post-depositional disturbances in archaeological sequences.

SAMPLE MATERIAL

The samples were collected from a single sunken-featured building (feature K4) investigated at Rosen Allé, Ribe, during the first and the second of three archaeological campaigns conducted between 2014 and 2016 by Aarhus University and Museum of Southwest Jutland.
The 2014-2016 Rosen Allé investigations covered an area of ca. 2400 m² that lay in direct continuation of an excavation in 1989[4]. The site presents a long continuity of use, from the late Iron Age until today, and the objective of the new campaigns was to investigate the outskirts of the Viking Age emporium, to the

In: Michael Dodt · Andreas Kronz · Bente S. Majchczack · Sebastian Messal (Hrsg.), Glas als Fernhandelsprodukt im frühen Mittelalter – Köln und der europäische Norden. RGZM – Tagungen 46 (Mainz 2022).
DOI: http://doi.org/10.11588/propylaeum.1105.c15174

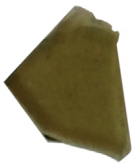
north-east of the settlement centre, with a particular focus on the 8th-early 9th century pre-Christian burials and the late 9th-10th century earthworks. Probably contemporary with the early earthworks, a number of settlement structures have been identified in the form of sunken-featured buildings and post-built constructions. Among these, four sunken-featured buildings were investigated, two of which were dated with a coin-based *terminus post quem* (one by a Carolingian »Christiana Religio« coin, between 822/823-840; another by two cuttings of Samanid dirhems, ca. 890-950). Both the artefact material associated with these features and their stratigraphic relations to older graves and younger settlement features provide a broader chronological frame-work ranging to the mid-9th-10th centuries. While the level of activity at Rosen Allé appears rather low in comparison with the profusion of finds and the thick accumulation of stratified deposits at the market-site, its character still echoes that of the heart of the emporium, with evidence for various types of craft production as well as imported goods such as Badorf pottery and basalt quernstone from the Rhineland or whetstones from Norway.

The sunken-featured building K4 consisted in a large cutting, oval in shape, ca. 4 m long and ca. 20 cm deep. At each end of the long axis, two roof-bearing posts were observed. This construction is similar to hundreds of Viking Age sunken-featured buildings documented in southern Scandinavia, although its size lies at the larger end of the scale. It was investigated over two seasons, the northern half in 2014, the southern half in 2015. Its fill was composed of fairly homogenous, dark-brown humic sand with bits of charcoal, which had a slightly lighter colouration in its lower part. Despite careful excavation, no floor deposit could be recorded – presumably due to extensive bioturbation including animal burrowing as observed in the field. The bottom of the building pit was flat and fairly even. Finds of loom weights and spindle whorls *in situ* indicate that K4 probably was used for textile production. After being abandoned it was filled in and the homogenous appearance of the fill layer is a result of subsequent bioturbation. The entire fill was sieved with a 4 mm mesh to retrieve smaller artefacts. The large majority of the finds relates to the fill layers and consisted of Viking Age ceramic sherds (semi-spherical vessels, local grey ware). They also included fragments of amber and (purple) whetstone. There was a fair amount of intrusive material, including medieval ceramic, fragments of tiles and bricks, and even some early modern material in the form of window glass and clay pipe fragments. Thus, the artefact material retrieved from the fill of sunken-featured building K4 attests to activity conducted in the building itself, mainly textile production, but also to secondary deposition in the Viking Age and later disturbances caused by bioturbation combined with the occupation of the site in the following centuries.

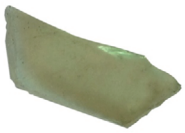
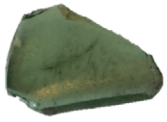
The building yielded a number of glass beads as well as fragments of vessel glass and other glass objects. Some of these were probably intrusive from bioturbation, such as the window glass mentioned above. Table 1 provides short descriptions, pictures, colours and types of the glass fragments. Letters after find numbers distinguish individual pieces collected from the same find context (= with identical find numbers) and refer to sherd colours (**tab. 1**). The glass artefacts include chips (2), beads (5), and unidentified fragmented pieces (9).

METHODOLOGY

The 16 glass samples were analysed for major and minor elements by electron microprobe (EMP), for trace elements by laser ablation (LA) ICP-MS and for Sr isotopic composition by Multi-Collector (MC) ICP-MS. For EMP and LA-ICP-MS analysis, small (1 mm × 1 mm) fragments were chipped from the glass samples, mounted in epoxy and polished. Care was taken to avoid glass surfaces given the well-known Na loss at surfaces due to the exposure to surrounding sediments[5].

Sample		Cat. No.	Picture	Color	Type of glass	Glass type
Roman glass						
	G1	200212264DG[1] x262		Greenish	Glass sherd	Sb-Mn Roman glass
	G2	200212679 x221		Blue, opaque	Glass fragment, tesserae	Mn Roman glass
	G3	200212391B[2] x282		Blue, opaque	Glass fragment, tesserae	Mn Roman glass
Plant ash glass						
	G4	200212267 x262		Blue	Bead	Plant ash glass
	G5	200212677 x221		Blue	Bead	Plant ash glass
Early wood ash glass						
	G6	200212680 x221		Green	Bead	Early Wood ash
	G7	200212955 x247		Turquoise	Bead	Early Wood ash
	G8	200212685 x221		Turquoise	Bead	Early Wood ash

Tab. 1 Overview of glass types, colours and typology from pit house K4, SJM 348, Ribe. – [1] DG = Dark green, [2] B = Blue, [3] LG = Light green, [4] T = Transparent. – (Table Museum of Southwest Jutland).

Sample		Cat. No.	Picture	Color	Type of glass	Glass type
Wood ash glass						
	G9	200212956 x247		Greenish	Glass sherd	Wood ash
Wood ash lime glass						
	G10	200212264LG[3] x262		Light greenish	Glass sherd	Wood ash lime glass
	G11	200212041 x066		Greenish	Glass sherd	Wood ash lime glass
	G12	200212927 x262		Greenish	Glass sherd	Wood ash lime glass
Mixed Alkali glass						
	G13	200212483 x102		Greenish	Glass sherd	Mixed alkali glass
	G14	200212957 x247		Greenish	Glass sherd	Mixed alkali glass
	G15	200272281 x386		Greenish	Glass sherd	Mixed alkali glass
Modern-day glass						
	G16	200212391T[4] x282		Colourless	Thick glass piece	Synthetic soda glass

Tab. 1 (continued).

Electron Microprobe (EMP)

Samples were analysed at the Department of Geoscience at Aarhus University on a JEOL JXA-8600 Superprobe by energy-dispersive spectroscopy (EDS). Calibrations were done using natural minerals (rhodonite [Mn], hematite [Fe], Al_2O_3 [Al], jadeite [Na], sanidine [K], MgO [Mg], quartz [Si] and apatite [P]) and analytical settings were acceleration voltage of 15 kV, beam current at 10 nA, and 20 sec analysis time. Throughout the session, Corning glass standard B from Corning Museum of glass was analysed repeatedly to monitor

reproducibility and accuracy (n = 16). This showed reproducibilities better than 55 % for concentrations ranging from 0.05 wt % to 1.10 wt % (Cl, MnO, FeO, and P_2O_5), 16 % for concentrations between 1.15 wt % and 1.30 wt % (MgO and K_2O) and better than 6.5 % for concentrations above 1.30 wt %. Data for the glass samples in **table 2** and **figure 1** represent means of eight measurements. The accuracy of the measurements was also estimated from the Corning B glass standard by comparing our obtained values with the recommended analyses summarized by Adlington (2017). This showed accuracies for concentrations ranging from 0.10 wt % to 1.30 wt % to be better than 34 % (with the exception of Cl which is higher; **tab. 2**). Concentrations above 1.3 wt % had accuracies better than 12 %. The relatively high deviations for low concentration elements such as MgO, K_2O and Al_2O_3 from known values meant that we chose to use LA-ICP-MS data for these elements in plots and interpretations.

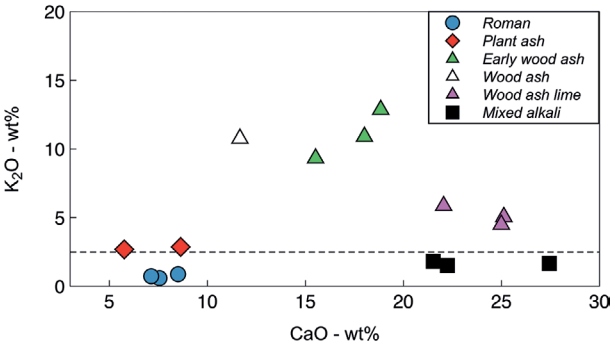


Fig. 1 Variation diagram of CaO (wt %) and K_2O (wt %) for the glass groups from house K4 in Ribe. For samples with CaO below 10 wt %, punctuated line at 2.5 wt % separates natron glass (below line) from plant ash glass (above line). Values from **tab. 3**. – (Diagram Museum of Southwest Jutland).

Laser Ablation (LA) ICP-MS

Trace element analyses were done at the AGiR (Aarhus Geochemistry and Isotope Research) platform on an Agilent 7900 quadrupole ICP-MS coupled to a Resonetics 193 nm laser ablation instrument. Laser settings included laser energy at 80 mJ, 60 um spot size, 10 Hz repetition rate and acquisition time of 71 sec. Data reductions were done with Iolite Software using USGS glass standard GSE-G1 as calibration standard and by matching Si counts for samples to the SiO_2 concentrations obtained from EMP analyses. Repeated analysis of USGS glass standard GSD-G1 was within 5 % of known values for most elements (n = 18). Sample analyses listed in **table 3** and presented in **figure 2** represent means of five repeats.

Multi-Collector (MC) ICP-MS

About 50 mg glass was weighed out and strontium separated on Sr spec using conventional elution scheme with nitric acid dilutions and analysed by Nu Plasma II at AGiR[6]. This was repeated three months later for separate fragments of each sample and Corning B standard. Mass fractionation on $^{87}Sr/^{86}Sr$ ratios was corrected to $^{86}Sr/^{88}Sr = 0.1194$ and interferences of ^{87}Rb on ^{87}Sr and ^{86}Kr on ^{86}Sr were monitored by measuring signal on masses 85 (= ^{85}Rb) and 84 (= $^{84}Kr + ^{84}Sr$), respectively. These signals were less than a few mV. The SRM 987 standard was run after every four samples and the $^{87}Sr/^{86}Sr$ ratios of the samples normalized to an accepted value of 0.710248 for SRM 987. Normalized $^{87}Sr/^{86}Sr$ ratios of 0.703473 (±0.000014) were obtained for standards USGS standards BHVO-2, which is within uncertainty of $^{87}Sr/^{86}Sr$ value for BHVO-2 of 0.703481 (±0.000016)[7]. Corning B yielded $^{87}Sr/^{86}Sr$ ratios of 0.708932 (±0.000019)[8]. **Table 4** shows the mean of results obtained for the samples taken through chemistry twice three months apart.

Glass Type	Cat. No.	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_2O_5	Cl	K_2O	CaO	FeO	MnO	Total
Roman glass												
G1	212264DG[1]	16.1 (5)	1.23 (27)	3.55 (27)	70.5 (8)	0.43 (25)	0.23 (4)	1.05 (14)	7.58 (28)	0.59 (20)	0.46 (19)	102
G2	212679	16.7 (6)	0.98 (23)	3.01 (30)	66.8 (4)	0.44 (23)	0.29 (4)	0.71 (14)	7.15 (32)	0.74 (13)	0.71 (31)	97.6
G3	212391B[2]	15.7 (3)	1.07 (23)	3.05 (27)	63.3 (1)	0.47 (28)	0.22 (4)	0.80 (12)	6.79 (51)	0.70 (22)	0.42 (20)	92.5
Plant ash glass												
G4	212267	15.1 (2)	5.85 (16)	2.33 (39)	66.0 (4)	0.44 (18)	0.19 (4)	2.83 (12)	5.07 (22)	1.29 (39)	1.49 (22)	101
G5	212677	14.9 (2)	4.36 (19)	2.74 (24)	66.1 (4)	0.61 (28)	0.27 (2)	3.01 (14)	7.44 (19)	0.78 (13)	0.16 (8)	100
Early wood ash glass												
G6	212680	1.08 (25)	5.48 (37)	3.75 (27)	54.0 (5)	2.73 (24)	0.07 (2)	13.2 (2)	16.3 (6)	0.90 (20)	1.69 (24)	99.1
G7	212955	0.81 (22)	4.33 (30)	3.29 (30)	61.5 (9)	3.23 (30)	0.08 (3)	11.2 (3)	15.3 (4)	0.71 (14)	0.60 (32)	101
G8	212685	1.00 (26)	4.72 (22)	3.00 (30)	58.8 (11)	2.92 (21)	0.06 (3)	9.08 (36)	12.7 (6)	0.52 (13)	0.53 (20)	93.3
Wood ash glass												
G9	212956	2.96 (26)	6.59 (38)	4.99 (30)	59.9 (6)	2.58 (28)	0.14 (3)	11.2 (3)	10.2 (6)	0.78 (20)	0.62 (12)	100
Wood ash lime glass												
G10	212264LG[3]	2.67 (33)	4.16 (33)	3.94 (40)	57.7 (9)	3.45 (47)	0.13 (5)	5.32 (31)	21.6 (6)	0.50 (21)	0.76 (22)	100
G11	212041	2.10 (31)	3.60 (22)	4.31 (40)	60.6 (9)	2.32 (25)	0.09 (3)	6.13 (20)	19.5 (4)	0.66 (15)	0.74 (20)	100
G12	212927	2.92 (26)	4.79 (26)	3.84 (25)	56.9 (5)	3.09 (24)	0.13 (3)	4.67 (11)	21.9 (4)	0.59 (23)	1.07 (31)	100
Mixed Alkali glass												
G13	212483	3.11 (30)	3.06 (24)	4.60 (20)	58.7 (9)	2.67 (19)	0.20 (4)	1.87 (14)	24.2 (4)	0.96 (31)	0.55 (15)	100
G14	212957	5.16 (31)	3.28 (36)	4.70 (29)	56.5 (2)	2.46 (33)	0.27 (4)	1.55 (21)	18.6 (11)	0.68 (14)	0.43 (8)	93.7
G15	272281	4.47 (24)	3.03 (21)	5.00 (22)	63.7 (4)	2.19 (40)	0.29 (4)	1.96 (23)	18.7 (5)	0.89 (11)	0.46 (23)	101
Modern-day glass												
G16	212391T[4]	13.08 (41)	0.42 (26)	2.35 (34)	69.1 (14)	0.23 (30)	0.02 (1)	0.60 (13)	9.06 (39)	0.12 (5)	0.15 (5)	95.1

Tab. 2 Summary of major and minor element compositions (in wt%) of Ribe glass by electron microprobe. Values in parentheses correspond to two SD of the mean corresponding to the trailing digits. – [1]DG = Dark green, [2]B = Blue, [3]LG = Light green, [4]T = Transparent. – (Table Museum of Southwest Jutland).

RESULTS

The chemistry of glass is controlled by its three main ingredients; the sand or pure quartz (SiO_2) making up the bulk of the glass, a flux lowering the melting temperature (typically Na, K) and a stabilizer making the glass strong and water resistant (typically Ca). The flux determines the major glass types that can be roughly divided into natron glass, plant ash glass and wood ash glass. Natron type glasses are characterized by K_2O concentrations below 2.5 wt %, plant ash glasses above 2.5 wt % and wood ash glasses by even higher concentrations of K_2O[9]. Mixed alkali glass is characterized by low K_2O concentrations, but highly elevated CaO (~ 20 wt %). **Figure 1** shows that of the 16 samples, 4 have K_2O and CaO corresponding to natron glass, 2 correspond to plant ash glass with K_2O around 2.5 wt % and 10 plot towards highly elevated K_2O and/or CaO concentrations (**fig. 1**). Close inspection shows that the assemblage contains glass of all three major glass types as well as a modern glass; 3 natron, 2 plant ash, 10 wood ash and 1 modern glass (**tab. 1-2**).

Natron glass

Samples G1, G2 and G3 (**tab. 1**) classify as natron type glass on the basis of their low K_2O and MgO concentrations (**tab. 2-3**). Natron glass was produced from sands at the Levantine coast or in Egypt mixed with a flux in the form of the mineral Trona ($Na_3H(CO_3)_2 \times 2H_2O$) from natron lakes in Egypt. Calcium from shells ($CaCO_3$) occurring naturally in the sands acted as stabilizer. The production of natron glass began during the Hellenistic period and continued throughout Byzantine and into Early Islamic time and can be subdivided into chemical subgroups based on slight geographical and chronological changes in recipe, raw materials and type of added compounds such as e. g. opacifiers. Based on the concentrations of SiO_2 between 63-68 wt %, Na_2O between 16-18 wt % and CaO between 7-8 wt %, samples G1, G2 and G3 classify as Roman glasses[10]. Roman glass can be further subdivided into manganese (Mn) and antimony (Sb) types produced in the Levant and Egypt, respectively. The significant chemical difference between the two groups is due to various amounts of heavy minerals rich in Al (e. g. pyroxene, feldspars, oxide minerals) in the sand sources at the two locations leading to Al_2O_3/SiO_2 ratios of 0.025-0.032 in Sb Roman glass and 0.033-0.042 in Mn Roman glass[11]. Furthermore, Roman glassmakers added Mn to the glasses at the Levantine coast and Sb to glasses produced in Egypt to reduce the natural iron in the glasses and obtain colourless glass. In primary Mn Roman glass[12], Mn range between 6200 ppm and 12,000 ppm and Sb is below 250 ppm, whereas in Sb Roman glass[13], Sb contents range between 2250 ppm and 6000 ppm while Mn contents are below 190 ppm. Most Roman glasses contain both Sb and Mn due to later recycling leading to mixing of the two types. This third subgroup is referred to as Mn-Sb Roman glass and have been defined by Sb and Mn above 250 ppm and 190 ppm, respectively[14].

Sample G1 is a transparent greenish sherd from the side of a drinking glass with Al_2O_3/SiO_2 ratio of 0.039 and Sb and Mn concentrations of 752 ppm and 2792 ppm. The Al_2O_3/SiO_2 ratio points to a Mn Roman type glass that have seen some remelting in the presence of Sb Roman glass and therefore classify as Roman Sb-Mn glass.

Samples G2 and G3 are opaque, blue chips coloured by Cu and Co (**tab. 1; tab. 3**). The high antimony (Sb) in these glasses (20,108 ppm and 16,492 ppm) were added later as opacifier and it is not possible to determine if these glasses originally had antimony. However, Al_2O_3/SiO_2 ratios of 0.037 and 0.035 indicate that these were Mn type Roman glasses possibly remelted in the presence of Sb Roman glass. Sb-Mn type Roman glass is found mainly from 1st to 3rd century AD[15].

Glass Type	Cat. No.	Na_2O wt%	MgO wt%	Al_2O_3 wt%	K_2O wt%	CaO wt%	TiO_2 wt%	MnO wt%	FeO wt%	V ppm	Cr ppm	Co ppm	Cu ppm	Zn ppm	Rb ppm	Sr ppm	Zr ppm	Nb ppm
Roman glass																		
G1	212264DG[1]	16.6	0.83	2.77	0.89	8.51	0.12	0.36	0.71	16.9	17.2	8.58	530	62.9	11.8	522	65.7	2.20
G2	212679	17.5	0.65	2.32	0.60	7.56	0.10	0.65	0.97	18.8	15.0	540	3143	132	9.20	484	58.0	1.93
G3	212391B[2]	15.5	0.69	2.33	0.74	7.14	0.10	0.46	0.93	17.2	13.4	536	2134	57.2	10.3	419	54.6	1.99
Plant ash glass																		
G4	212267	15.5	5.67	1.56	2.69	5.76	0.11	1.30	1.48	17.5	42.8	1137	2023	887	11.7	503	166	2.22
G5	212677	15.3	4.18	2.01	2.87	8.64	0.13	0.13	1.04	15.5	42.7	746	721	1159	11.1	507	74.5	2.34
Early wood ash glass																		
G6	212680	0.92	5.50	3.27	12.9	18.8	0.44	1.57	1.22	28.5	27.3	11.6	60.6	93.4	252	582	297	8.58
G7	212955	0.56	4.15	2.65	10.9	18.0	0.39	0.68	0.87	22.4	33.8	6.11	52.0	274	120	420	232	7.57
G8	212685	0.63	4.33	2.39	9.33	15.5	0.36	0.67	0.80	19.6	32.5	6.16	56.9	153	128	354	229	7.10
Wood ash glass																		
G9	212956	2.82	6.55	4.29	10.8	11.7	0.36	0.63	0.98	22.2	23.2	5.95	44.1	225	197	378	203	6.03
Wood ash lime glass																		
G10	212264LG[3]	2.54	4.11	3.39	5.06	25.1	0.24	0.76	0.72	22.2	22.8	11.5	220	272	73.3	1133	149	6.51
G11	212041	2.00	3.49	3.69	5.86	22.1	0.19	0.72	0.92	16.4	13.1	4.79	81.3	143	145	737	124	3.78
G12	212927	2.80	4.76	3.22	4.51	25.0	0.23	0.99	0.81	20.8	21.2	39.3	47.3	177	46.2	971	151	6.12
Mixed Alkali glass																		
G13	212483	3.01	2.89	3.93	1.67	27.4	0.25	0.55	1.18	19.6	21.5	4.78	51.3	281	33.6	647	214	5.73
G14	212957	4.85	2.95	4.01	1.51	22.2	0.24	0.47	1.01	19.6	20.5	5.20	23.1	174	22.6	569	181	4.64
G15	272281	4.32	2.85	4.40	1.83	21.5	0.28	0.48	1.18	22.0	24.8	5.15	20.6	166	30.5	522	242	5.73
Modern-day glass																		
G16	212391T[4]	12.7	0.10	1.65	0.53	11.1	0.03	BDL	0.04	6.33	3.74	0.34	2.81	3.54	8.43	291	106	0.91

Tab. 3 Summary of major, minor and trace element compositions (in wt % and parts per million; ppm) of Ribe glass by LA-ICPM-MS. – [1]DG = Dark green; [2]B = Blue; [3]LG = Light green; [4]T = Transparent. – (Table Museum of Southwest Jutland).

Plant ash glass

The main flux in plant ash is Na_2O but also lower concentrations of K_2O (**tab. 2-3**). Samples G4 and G5 (**tab. 1**) come from blue beads coloured by Co and Cu and classify as plant ash glass on the basis of K_2O above 2.5 wt % (**tab. 2-3**; **fig. 1**). The CaO above 5 wt % and Na_2O concentration around 15 wt % in both samples furthermore correspond to the criterias for plant ash glass although chemistry may vary depending on the local habitat[16], the exact plant species and its absorption of sodium[17]. The $^{87}Sr/^{86}Sr$ ratios for the plant ash glasses are on the order of 0.7084 (**fig. 3; tab. 4**).

Wood ash glass

Wood ash production starting around AD 780 was based on quartzite or sand with low lime mixed with wood ash (typically from beech). Wedepohl and co-authors have characterized wood ash glass production sites in Germany of known ages and found that the earliest wood ash glass had K_2O, CaO and Na_2O concentrations of 9-14 wt %, above 15 wt % and 0.9-3 wt %, respectively[18]. Over time, wood ash glass subtypes developed that can be roughly distinguished on the basis of their CaO/K_2O ratio[19]:

Early wood ash glass – from AD 780-1000 with a CaO/K_2O ratio of ≈ 1.5 (1 to 6).

Wood ash glass – from AD 1000-1400 with a CaO/K_2O ratio of ≈ 1.

Early wood ash lime glass – from AD 1300-1400 with a CaO/K_2O ratio of ≈ 1.9.

Wood ash lime glass – from AD 1300-1500 with CaO/K_2O ratio of ≈ 3.4.

Mixed alkali glass – from AD 1500 with CaO/K_2O ratio of ≈ 8.8.

Sn ppm	Sb ppm	Ba ppm	La ppm	Ce ppm	Pr ppm	Nd ppm	Sm ppm	Eu ppm	Gd ppm	Tb ppm	Dy ppm	Ho ppm	Er ppm	Tm ppm	Yb ppm	Lu ppm	Pb ppm	Bi ppm	Th ppm	U ppm
113	752	277	7.43	13.7	1.76	7.28	1.50	0.41	1.40	0.21	1.31	0.27	0.80	0.11	0.71	0.10	482	0.05	1.20	1.05
220	20108	276	7.22	12.9	1.71	6.97	1.34	0.38	1.33	0.19	1.18	0.24	0.73	0.10	0.62	0.09	15270	0.78	1.24	1.06
226	16492	297	6.77	12.2	1.58	6.35	1.28	0.35	1.25	0.18	1.12	0.23	0.69	0.10	0.60	0.09	5776	0.33	1.24	1.25
739	2.42	251	7.41	14.1	1.64	6.37	1.25	0.26	1.05	0.15	0.97	0.20	0.61	0.09	0.58	0.09	3476	0.11	1.93	0.73
442	1.35	110	7.76	15.0	1.74	6.67	1.26	0.28	1.08	0.15	0.94	0.19	0.53	0.07	0.51	0.08	3499	0.06	1.62	0.72
1.23	0.48	4315	32.0	52.7	5.34	18.9	3.03	0.56	2.75	0.41	2.51	0.53	1.65	0.24	1.62	0.25	6.28	0.01	6.32	1.66
0.70	0.33	1481	28.3	48.2	4.79	16.9	2.63	0.48	2.06	0.32	2.10	0.44	1.39	0.20	1.40	0.22	5.92	0.02	3.87	1.22
0.87	0.51	1611	42.1	67.5	7.01	23.5	3.10	0.53	2.29	0.33	2.11	0.44	1.40	0.20	1.35	0.21	10.2	0.02	4.00	1.26
1.10	0.35	1027	40.0	52.6	6.09	20.9	3.23	0.51	2.72	0.39	2.53	0.50	1.55	0.22	1.51	0.22	6.03	0.06	4.09	1.41
0.65	0.48	3132	12.6	20.8	2.32	8.47	1.64	0.38	1.51	0.21	1.34	0.29	0.87	0.12	0.87	0.13	9.47	0.03	3.25	0.93
12.9	0.66	2403		18.6	2.12	7.92	1.52	0.35	1.32	0.19	1.26	0.26	0.82	0.12	0.79	0.13	112	0.06	2.47	0.69
2.73	0.51	4908	12.4	22.7	2.58	9.60	1.80	0.43	1.59	0.24	1.51	0.30	0.96	0.12	0.94	0.14	11.3	23.0	3.47	1.08
21.9	1.15	1405	12.2	24.3	2.66	10.0	1.89	0.42	1.69	0.26	1.66	0.33	1.04	0.16	1.09	0.17	131	0.13	3.50	1.05
7.06	0.60	1512	12.6	24.5	2.83	10.7	2.04	0.42	1.86	0.27	1.70	0.35	1.05	0.15	1.04	0.16	127	0.10	3.21	0.88
4.65	0.42	1338	14.3	28.1	3.25	12.5	2.41	0.50	2.19	0.32	2.12	0.42	1.31	0.19	1.29	0.20	30.3	0.03	3.82	1.11
0.09	0.55	231	2.92	4.20	0.52	1.99	0.35	0.09	0.37	0.05	0.32	0.07	0.21	0.03	0.22	0.03	3.20	0.03	0.38	0.20

Tab. 3 (continued).

Glass Type		Cat. No.	Sr ppm	$^{87}Sr/^{86}Sr$[1]	2 sigma[2]
Plant ash glass	G4	212267	503	0.708342	0.000015
	G5	212677	507	0.708593	0.000029
Early wood ash glass	G6	212680	582	0.714546	0.000015
	G7	212955	420	0.710446	0.000036
Wood ash glass	G9	212956	378	0.716708	0.000015
Wood ash lime glass	G10	212264LG	1133	0.709069	0.000015
	G11	212041	737	0.715500	0.000015
	G12	212927	971	0.713346	0.000016
Mixed Alkali glass	G13	212483	647	0.716191	0.000021
	G15	272281	522	0.716450	0.000016

Tab. 4 Sr isotope compositions of Ribe glass by MC-ICP-MS. –
[1] All reported $^{87}Sr/^{86}Sr$ ratios represent average of 3 repeat analysis.
[2] Two sigma analytical precision determined from long-term reproducibility of SRM-987 Sr std except when sample reproducibillity exceeded this (> 0.000015). – (Table Museum of Southwest Jutland).

The change in CaO/K_2O ratio reflects an increase in CaO (to over 20 wt %) and a decrease in K_2O (from 15 to about 3 wt %) over time[20].

Early wood ash glass

The green (G6) and opaque-blue (G7, G8; **tab. 1**) beads with CaO/K_2O ratios of 1.5, 1.7 and 1.7 classify as early wood ash glass (**tab. 2-3**)[21]. The $^{87}Sr/^{86}Sr$ ratios of 0.714546 and 0.710446 for G6 and G7 are elevated and significantly different (**fig. 3; tab. 4**).

Wood ash glass

Sample G9 is a transparent greenish sherd with a CaO/K_2O ratio of 1.1 (**tab. 2-3**) that classify as wood ash glass. The $^{87}Sr/^{86}Sr$ value of 0.716708 is the highest observed (**fig. 3; tab. 4**).

Wood ash lime glass

Like sample G9, samples G10, G11 and G12 (**tab. 1**) are transparent greenish sherds (presumably window glass), but with relatively higher CaO/K_2O ratios of 5.0, 3.8 and 5.5 (**tab. 2-3**). These samples are wood ash lime glasses from around AD 1400-1600 on the basis of CaO/K_2O ratios and other major oxide systematics corresponding to observations by Wedepohl and Simon for this type of glass[22]. The elevated $^{87}Sr/^{86}Sr$ values vary from 0.709069 to 0.715500 (**fig. 3; tab. 4**).

Mixed alkali glass

Samples G13, G14 and G15 (**tab. 1**) are transparent dark green sherds with CaO/K_2O ratios ranging between 12-16.5 (**tab. 3**). They most likely classify as mixed alkali glass on the basis of their low K_2O and high CaO/K_2O ratios (**tab. 2-3**). Mixed alkali glass is a late wood ash glass type proposed by Wedepohl and Simon (2010) to have been produced solely from beech twigs and branches (= large proportion of bark)[23]. For glass from England, Meek, Henderson and Evans define mixed alkali glass as being made from e. g. kelp or another non-wood alkali source[24], but the high alkali in these do not match our observations and mixed alkali in this paper therefore refers to the type observed by Wedepohl and co-authors. Wedepohl and Kronz report high CaO/K_2O ratios around 9 for mixed alkali glass samples from the Taunus Mountains, which they relate to the low K_2O concentrations in beech bark[25]. The CaO/K_2O ratios of 12-16.5 outlined above for the Ribe samples G13, G14 and G15 are comparable to this. Alternatively, G13, G14 and G15 share many similarities with high-lime low-alkali (HLLA) type glass made from hardwood such as oak[26] and characterized by SiO_2, Na_2O and CaO concentrations around 56-61 wt %, 0-5 wt % and approximate 22 wt %[27]. According to Dungworth and Girbal[28], HLLA glasses have MgO and K_2O concentrations below 5 wt % and 10 wt % respectively and a CaO concentration above 20 wt %. Two subtypes of HLLA glasses from AD 1586-1610 and from AD 1610-1700 can be distinguished by MnO concentrations above or below 0.2 wt %. G13, G14 and G15 in our study fulfil these criteria with the exception of slightly high Na_2O concentrations. Based on this and their MnO concentrations above 0.2 wt % (**tab. 3**), they could be identified as AD 1567-1610 HLLA glasses[29]. Whether they are HLLA or mixed alkali glasses, the K_2O concentrations in these samples are lower than reported for either type although to a lower degree in the case of mixed alkali glasses. We therefore conclude that they are most likely mixed alkali type glasses presumably made from beech twigs and bark. The $^{87}Sr/^{86}Sr$ values of around 0.7163 for these samples are again highly elevated compared to plant ash and natron type glasses as is the case for all wood ash glass in this study (**tab. 4**). Generally, the wood ash samples from Ribe are furthermore characterized by high P_2O_5 (2-3.5 wt %) and Ba (> 1000 ppm) concentrations relative to Roman and plant ash type glass, whereas the MgO concentrations around 3.5 to 6 wt % are comparable to levels in plant ash glass (**tab. 2-3**)[30].

Synthetic Soda glass

Production of synthetic soda glass started in early part of the 19th century due to the discovery of synthetic soda by Nicholas Leblanc[31]. Modern soda glass can be distinguished from historical glass by the absence

of chlorine as is the case for glass sample G16 from Ribe (**tab. 1-2**). Dungworth and Girbal developed a classification scheme for dividing modern glass into chronologically significant groups on the basis of P_2O_5, MgO, K_2O and As concentrations[32]. According to this, G16 classify as synthetic soda glass in production from 1870-1930[33].

DISCUSSION

Our analyses show the presence of all major glass types under the »one roof« in the about AD 850 pit house stretching in age from about the AD 200 Roman glass to the 1930 synthetic soda glass. The glass that could belong in the house include three Roman glasses, two plant ash glasses and three early wood ash glasses, whereas the glass types post-dating the house include one wood ash glass, three wood ash lime glasses, three mixed alkali glasses and one synthetic soda glass. The latter attests to a recurrent post-850 occupation of the site and re-deposition in the fill of the building through bioturbation and piping, as it was observed already during the excavation. An important conclusion from this study is thus the diversity of glass sources accessible in Ribe through import from the mid 9th century until recent times.

Natron glass

The Roman glass include one greenish transparent sherd and two blue chips coloured by copper and cobalt and with a high content of Sb from calcium antimonate ($Ca_2Sb_7O_7$ or $Ca_2Sb_2O_6$) used as opacifier (**tab. 1**; **tab. 3**)[34]. The sherd probably belonged to a drinking vessel, which despite its transparency contains significant amounts of colourants such as Cu, Pb and Sn. This reflects a prolonged history of recycling in the presence of coloured glass and previous studies have shown that a »substantial proportion of the glass in use in western Europe comprised recycled coloured glass«[35]. Despite the identification as a Roman period type of glass, it is thus likely that the sherd came from a vessel that was produced, used and discarded in the 9th century.

Coloured chips and tesserae were found in layers from the 8th and 9th century in Ribe, where they were used as raw material for glass beads[36]. They occur most commonly in the mid-8th century. When they are found here in the sunken-featured building from the mid-9th century it may thus either be as a raw material for a lingering glass bead production, or, perhaps more likely, as redeposited, earlier material accidentally brought down into the fill.

Plant ash glasses

The plant ash glass includes two blue beads coloured by Cu and Co and a high content of Zn and Pb (**tab. 1; tab. 3**)[37]. The beads show a striation from drawn-out air bubbles indicating that they were produced from drawn and cut-glass tubes. This is a production technique typical of imported, Middle Eastern beads, which were very common in Ribe in the first half of the 9th century[38]. Plant ash glasses are produced by quartz as pebbles or grains that are low in lime due to the natural relatively high level of Ca in halophytic plant ash[39]. Since Sr substitutes for Ca, the Sr isotopic ratio of plant ash glass therefore is controlled by the ash component, which is again controlled by the bedrock geology from which the soil formed[40]. The Sr isotope compositions of G4 and G5 correspond to Tyre 12 (a Co-blue plant ash glass from Tyre)[41], and,

like Tyre 12, the samples in this study have elevated Co, Cu and Zn due to colourant addition. The $^{87}Sr/^{86}Sr$ ratio of Tyre 12 is slightly different from the other (non-coloured) Tyre glasses from that site[42], indicating the use of a different plant ash for this sample. The ε_{Nd} of -3.8 for this glass, which is higher than other Tyre samples, suggests the use of a different quartz source as well. Based on this and the resemblance of its major element composition to that of glass from the Serçe Limanı wreck, Degryse et al. conclude that this has the same origin that is presumably not Tyre. It is therefore likely that two plant ash glass beads from Ribe are of the same type. Albeit probably produced in the Middle East, the occurrence of these beads in the context of a 9th century building in Ribe is thus in good accordance with a well-documented pattern of long-distance trade[43].

Wood ash glass

The early wood ash glasses are opaque-blue (two) and green (one) beads, but there is nothing in their chemistry that can explain the colours (**tab. 1; tab. 3**). Similar opaque-blue glass fragments from the 13th century Holm Cultram Abbey in Cumbria were described and analysed by Benzonelli and Freestone[44]. These authors conclude that over-heating of the glass led to formation of tricalcium phosphate $Ca_3(PO_4)_2$ crystals resulting in blue colour and opalescence as well as an increase in the polymerization of the glass and thus its durability. These latter abilities and the presence of this bead type from other excavations in Ribe indicate that this over-heating technique was well-developed and skilfully applied during the 9th century[45]. The remainder wood ash glass and mixed alkali glass are greenish sherds. In wood ash glass, K_2O is the main flux (supplemented by addition of Na in the form of NaCl if needed), whereas high CaO content functions as stabilizer[46]. In the beginning, wood ash glass was made from beech trunks, which can have K_2O up to 12 wt % and CaO/K_2O as low as 1[47]. Later, branches and twigs (and thus a high proportion of bark with CaO/K_2O up to 16) were used as well and subtypes characterized by elevated CaO/K_2O ratios developed over time[48]. These subtypes include early wood ash, wood ash, early wood ash lime, wood ash lime and mixed alkali glass with CaO/K_2O ratios of about 1.5, 1, 2, 3.5 and 8, respectively, although the early wood ash glass varies from 1-6 (with a mean of 1.5). With the exception of early wood ash lime glass, all subtypes were present in the K4 pit house.
Wood ash glass from England and France generally have higher P_2O_5 and MgO concentrations relative to glass from the Germanic countries[49] and based on this and other chemical characteristics (see below), the wood ash glass from the K4 pit house in Ribe originate from Germanic areas.

The quartz source

As outlined above, the two primary components of natron and plant ash glasses are quartz and a flux (natron and ash of halophytic plants, respectively). In these, Rare Earth Elements (REE) from the heavy mineral assemblage in the quartz source dominate any REE contributions from the natron and saline soils that provide the substrate for halophytic plants. Wedepohl and Simon conclude the same to be the case in wood ash glass since all types have comparable concentrations of REE and other minor elements controlled by heavy minerals in sands (e. g. V and Nb)[50]. By comparing the REE patterns from glass at primary wood ash production sites with glass that arrived in trading towns such as Ribe, it thus may be possible to determine the provenance of the quartz component of the glass. Wedepohl and Simon present mean values for wood ash glass types from a number of sites in Germany[51]. **Figure 2a-c** show REE patterns normalized to continental crust for these

glasses compared to the wood ash, wood ash lime and mixed alkali glasses from Ribe. The figures show that early wood ash and wood ash glass from Ribe have identical high REE concentrations and REE patterns that are enriched in Light REEs (LREE = La-Nd; **fig. 2a**), whereas the wood ash lime and mixed alkali glasses have lower concentrations and slight enrichments in the Heavy REEs (HREE = Er-Yb; **fig. 2b-c**). All wood ash glasses show Eu anomalies, reflecting the origin of the sands from weathered granites in the upper continental crust[52].

The overlap of the REE patterns for the early wood ash glasses and the wood ash glass from Ribe indicates that these are in fact all early wood ash glass. This is not unlikely given the large range in CaO/K_2O ratios observed for the early wood ash production (see result section). A similar distinct LREE enriched pattern has only previously been observed for a sample at the Carolingian Royal Palace of Paderborn (**fig. 2a;** sample Pad10 from Wedepohl and Simon[53]) and it is therefore likely that Pad10 and the Ribe early wood ash samples share the same quartz source and perhaps even production site. The similar major element chemistries furthermore suggest that a similar wood ash source was used in their production.

For wood ash lime glasses from Ribe, REE patterns and concentrations overlap with AD 1400-1600 wood ash lime glasses from Höxter, Westphalia (**fig. 2b**)[54], and could potentially have the same quartz source. Major elements also match for Höxter and Ribe wood ash lime glasses, whereas they can be clearly distinguished from the early wood ash lime glass reported by Wedepohl and Simon[55] and shown as the punctuated line in **figure 2a**.

The about AD 1450 mixed alkali glass from the Taunus Mountains proposed by Wedepohl and Simon to have been produced solely from beech twigs and branches show similar but not identical patterns with the Ribe mixed alkali glasses (**fig. 2c**)[56]. For instance, a negative Ce anomaly is not seen for the Ribe samples. It is therefore unlikely that these samples were made with the same source of sands. The low K_2O in the Taunus glasses due to bark must have required the glassmakers to add additional flux

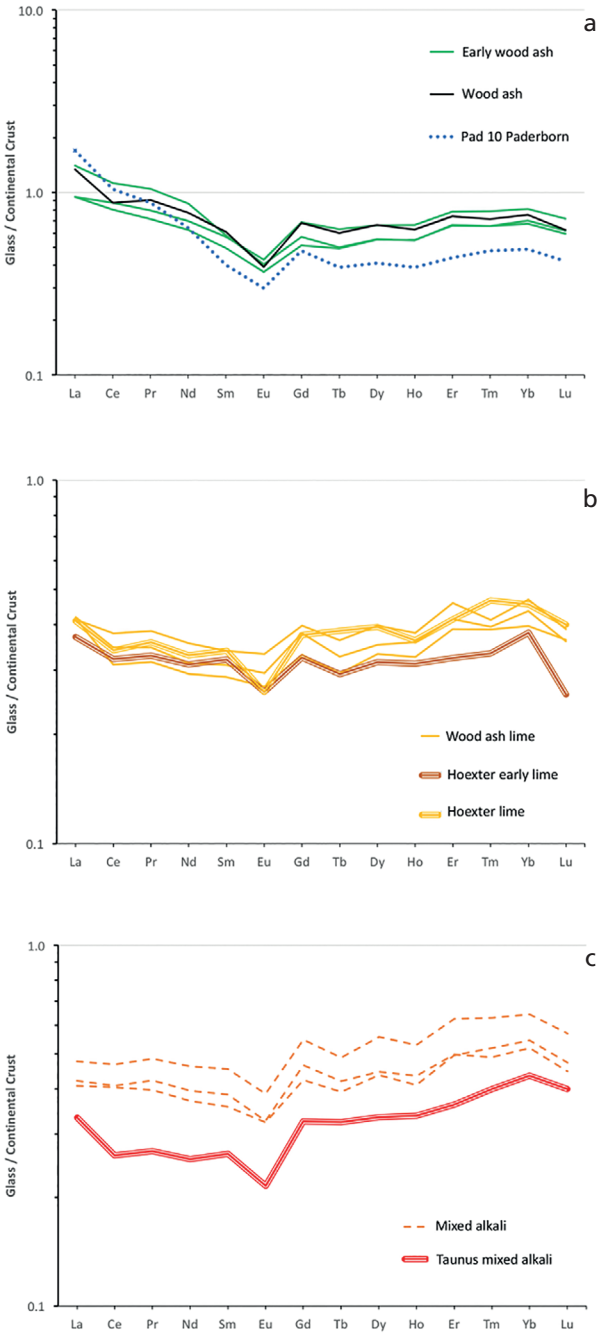


Fig. 2 Rare Earth Element (REE) patterns for glass samples from K4 pit house compared to other studies. REE concentrations were normalized to Continental Earth's crust from Wedepohl (1995). X-axis is a logarithmic scale. – **a** Early wood ash glass (green line) and wood ash glass (black line) from K4 pit house compared to mean value of 6 early wood ash glasses (double green line) from Laudengrund glass-house and 7 wood ash glasses (double black line) from Höxter, both in Germany (Wedepohl/Simon 2010). – **b** Wood ash lime glass from K4 pit house (yellow line) compared to mean value of 5 early wood ash lime glasses (double red line) and 7 wood ash lime glasses (double yellow line) from sites in Germany (Wedepohl/Simon 2010). – **c** Mixed alkali glass from K4 pit house (red dashed line) compared to mean value of 9 mixed alkali glasses (double red line) from sites in Germany (Wedepohl/Simon 2010). Data from **tab. 3**. – (Diagrams modified after Wedepohl/Simon 2010).

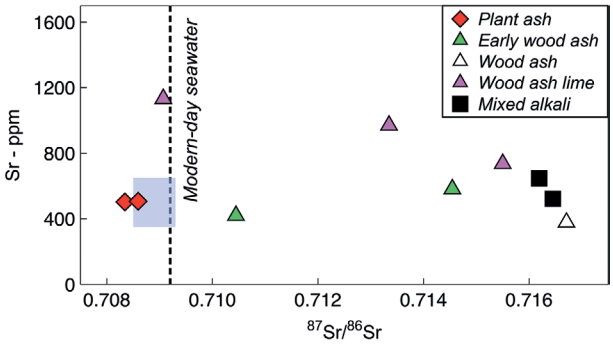


Fig. 3 Strontium concentration (ppm) versus strontium isotope ratios for glasses from pit house K4 in Ribe. Solid line shows modern day ocean water value of $^{87}Sr/^{86}Sr$ = 0.7092 and shaded area represents typical compositions of natron-type glass types. Values from **tab. 4**. – (Modified after Freestone et al. 2003).

in the form of NaCl until a concentration of 2.5 wt % Na_2O and 5.5 wt % total alkali ($K_2O + Na_2O$) was reached[57]. The mixed alkali glasses from Ribe have even lower K_2O concentrations and CaO/K_2O ratios up to 16. However, the Na_2O is correspondingly higher at 3-5 wt % keeping the sum of total flux (alkali) the same as in the Taunus glasses at about 6 wt %. This strongly indicates that the starting material in the Ribe »mixed alkali glass« had the highest proportion of beech bark but that the glassmakers understood how to compensate for this by adding more NaCl to obtain enough flux to allow melting at a lower temperature.

The wood ash source

Like for plant ash glass, strontium in wood ash glass follows calcium, enters the tree through uptake from the soil and is thus controlled by the local bedrock geology. When the wood is burned, Sr becomes concentrated in the ash, which has led to the high Sr concentrations up to 1100 ppm in the Ribe wood ash samples. To our knowledge this study reports the first $^{87}Sr/^{86}Sr$ ratios from wood ash glasses produced in the Germanic areas during the Middle ages. These show highly variable $^{87}Sr/^{86}Sr$ ratios that vary from 0.710446 slightly above modern seawater (= 0.7092) to highly elevated values of 0.716450 (**fig. 3**). There is no systematics between $^{87}Sr/^{86}Sr$ ratios and wood ash subtypes. On the contrary, values for early wood ash glass and wood ash lime glass cover the entire observed range, whereas mixed alkali glasses have identical, high values (**fig. 3**). It takes several tons of trees to produce one ton of wood ash and the varied values for the wood ash glasses likely reflect a mix of trees from different regional areas.

CONCLUSIONS AND PERSPECTIVES

The presence of so many distinct glass types and subtypes in a single house in Ribe is not surprising given the signs of disturbance but also the fact that many studies have documented intense glass recycling during the Middle Ages. Although the Roman sherd shows signs of recycling given its high contents of colourants, the remaining glass types do not appear to have been mixed with older glass types. This has allowed for the observation of the diversity of glass sources accessible in Ribe from the 9th century. The ability to separate the different glass types chemically enables us to confirm suspicion of intrusive finds among the artefacts. During excavation the fill layer was seen as very bioturbated, confirmed by the results of the glass analysis. The identification of Islamic plant ash glass is striking, but not unexpected given the rich occurrence of Middle Eastern coins and beads as traded objects in Viking Age Scandinavia. The occurrence of beads made of early wood ash glass is more surprising regardless of whether these were produced in Ribe or imported from elsewhere, they demonstrate an early proliferation of this new, regional glass type.

Acknowledgements

The study was supported by the Danish National Research Foundation under Grant DNFR119 – Centre for Urban Network Evolutions (UrbNet) and the Danish National Research Foundation under Grant 26-123/8 (Niels Bohr Professorship in Geoscience). We thank E. Rosenberg for help with ICP-MS data reduction and T. Ulrich and R. Andreasen for assistance during Electron Microprobe analysis and Sr isotope analysis, respectively. Discussions with I. Freestone significantly improved the manuscript.

Notes

1) See e. g. Phelps et al. 2016.
2) See e. g. Wedepohl/Simon 2010.
3) Rehren/Freestone 2015, 239.
4) Feveile/Jensen 2006.
5) Duckworth/Cuénod/Mattingly 2015.
6) For details see Hoffmann Barfod et al. 2018.
7) Weis et al. 2006.
8) Similar to 0.708989 ± 0.000013 from Hoffmann Barfod et al. 2020, but different from 0.70941 (± 0.00007) from Van Ham-Meert et al. 2018.
9) See e. g. Sayre/Smith 1961. – Werf et al. 2009. – Wedepohl/Simon/Kronz 2011.
10) See e. g. Arletti/Quartieri/Vezzalini 2006.
11) Schibille/Sterrett-Krause/Freestone 2017.
12) Referred to »high-Mn« and »Rom-Mn« by Jackson/Paynter 2016 and Schibille/Sterrett-Krause/Freestone 2017, respectively.
13) Corresponding to »Sb« and »Rom-Sb« by Jackson/Paynter 2016 and Schibille/Sterrett-Krause/Freestone 2017, respectively.
14) Schibille/Sterrett-Krause/Freestone 2017.
15) Paynter et al. 2015.
16) See e. g. Wedepohl/Simon/Kronz 2011.
17) Rehren/Freestone 2015, 237 fig. 5.
18) Wedepohl/Simon 2010. – Wedepohl/Simon/Kronz 2011.
19) Wedepohl/Simon 2010.
20) Wedepohl/Simon 2010.
21) Wedepohl/Simon 2010.
22) Wedepohl/Simon 2010.
23) Wedepohl/Simon 2010.
24) Meek/Henderson/Evans 2012.
25) Wedepohl/Kronz 2009.
26) Dungworth/Clark 2004.
27) Dungworth/Clark 2004. – Schalm et al. 2007.
28) Dungworth/Girbal 2011.
29) Dungworth/Girbal 2011, 2 fig. 1.
30) See e. g. Jackson/Smedley 2004.
31) Dungworth/Girbal 2011.
32) Dungworth/Girbal 2011.
33) Dungworth/Girbal 2011, 2 fig. 1.
34) Henderson 1985.
35) Rehren/Freestone 2015, 238.
36) Feveile/Jensen 2006, 151. – Hoffmann Barfod/Feveile/Sindbæk in press.
37) Henderson 1985.
38) Sode/Feveile/Schnell 2010.
39) Freestone/Gorin-Rosen 1999. – Barkoudah/Henderson 2006.
40) Freestone et al. 2003.
41) Degryse et al. 2010.
42) Degryse et al. 2010.
43) Callmer 1991.
44) Benzonelli/Freestone 2016.
45) Callmer 1977.
46) See e. g. Storm/Spliethoff/Hein 2000. – Wedepohl/Simon 2010. – Wedepohl/Simon/Kronz 2011.
47) Storm/Spliethoff/Hein 2000.
48) Wedepohl/Simon 2010. – Phyllis2 biomass database.
49) Jackson/Smedley 2004. – Wedepohl/Simon 2010. – Velde 2013, 74 fig. 1.4.5. – Meek/Henderson/Evans 2012.
50) Wedepohl/Simon 2010.
51) Wedepohl/Simon 2010.
52) See e. g. Taylor/McLennan 1981.
53) Sample Pad10 from Wedepohl/Simon 2010, 94 fig. 3.
54) König et al. 2002. – Wedepohl/Simon 2010.
55) Wedepohl/Simon 2010.
56) Wedepohl/Simon 2010.
57) Wedepohl/Simon 2010, 92 tab. 2.

References

Adlington 2017: L. W. Adlington, The Corning Archaeological Reference Glasses: New Values for »Old« Compositions. Papers from the Inst. of Arch. 27(1) Art. 2, 2017, 1-8.

Arletti/Quartieri/Vezzalini 2006: R. Arletti / S. Quartieri / G. Vezzalini, Glass mosaic tesserae from Pompeii: an archeometrical investigation. Periodico di Mineralogia 75(2-3), 2006, 25-38.

Barkoudah/Henderson 2006: Y. Barkoudah / J. Henderson, Plant ashes from Syria and the manufacture of ancient glass: ethnographic and scientific aspects. Journal Glass Stud. 2006, 297-321.

Benzonelli/Freestone 2016: A. Benzonelli / I. Freestone, Report on the Examination of Glass Fragments from Holm Cultram Abbey. In: Holme Cultram Abbey (GHTL14 HCA-A). Final report on archaeological excavations at Holme Cultram Abbey summer season 2014 (Wigton 2015) 110-119.

Callmer 1977: J. Callmer, Trade Beads and Bead Trade in Scandinavia, ca. 800-1000 AD. Acta Arch. Lundensia Ser. in 4°, 11 (Bonn 1977).

1991: J. Callmer, Beads as a criterion of shifting trade and exchange connections. Stud. Sachsenforsch. 7, 1991, 25-38.

Degryse et al. 2010: P. Degryse / I. Freestone / S. Jennings / J. Schneider, Technology and provenance study of Levantine plant ash glass using Sr-Nd isotope analysis. In: J. Drauschke / D. Keller (eds), Glass in Byzantium – Production, Usage, Analyses. RGZM – Tagungen 8 (Mainz 2010) 83-91.

Duckworth/Cuénod/Mattingly 2015: C. N. Duckworth / A. Cuénod / D. J. Mattingly, Non-destructive μXRF analysis of glass and metal objects from sites in the Libyan pre-desert and Fazzan. Libyan Stud. 46, 2015, 15-34.

Dungworth/Clark 2004: D. Dungworth / C. Clark, SEM-EDS analysis of Wealden Glass. Centre for Arch. Report 54, 2004, 1-15.

Dungworth/Girbal 2011: D. Dungworth / B. Girbal, Walmer Castle, Deal, Kent: Analysis of Window Glass. Research Dep. Report Ser. 2, English Heritage (Portsmouth 2011).

Feveile/Jensen 2006: C. Feveile / S. Jensen, ASR 9 Posthuset. In: C. Feveile (ed.), Det Ældste Ribe. Udgravninger på nordsiden af Ribe Å 1984-2000. Ribe Stud. 1.2. Jysk Arkæologisk Selskab, Den antikvariske Samling (Højbjerg 2006) 119-189.

Freestone/Gorin-Rosen 1999: I. C. Freestone / Y. Gorin-Rosen, The great glass slab at Bet She'arim, Israel: an early Islamic glass-making experiment? Journal Glass Stud. 1999, 105-116.

Freestone et al. 2003: I. C. Freestone / K. A. Leslie / M. Thirlwall / Y. Gorin-Rosen, Strontium isotopes in the investigation of early glass production: Byzantine and early Islamic glass from the Near East. Archaeometry 45(1), 19-32.

Van Ham-Meert et al. 2018: A. Van Ham-Meert / S. M. Chernonozhkin / S. J. Van Malderen / T. Van Acker / F. Vanhaecke / P. Degryse, Assessment of Nanosecond Laser Ablation Multi-Collector Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry for Pb and Sr Isotopic Determination in Archaeological Glass: Mass Bias Correction Strategies and Results for Corning Glass Reference Materials. Geostandards and Geoanalytical Research 42(2), 2018, 223-238.

Henderson 1985: J. Henderson, The raw materials of early glass production. Oxford Journal Arch. 4(3), 1985, 267-291.

Hoffmann Barfod/Feveile/Sindbæk in press: G. Hoffmann Barfod / C. Feveile / S. Sindbæk, Splinters to Splendours. From upcycled glass to viking beads at Ribe, Denmark. Arch. and Anthropological Scien. (in press).

Hoffmann Barfod et al. 2018: G. Hoffmann Barfod / I. C. Freestone / A. Lichtenberger / R. Raja / H. Schwarzer, Geochemistry of Byzantine and Early Islamic glass from Jerash, Jordan: Typology, recycling, and provenance. Geoarchaeology 33(6), 2018, 623-640.

2020: G. Hoffmann Barfod / I. C. Freestone / C. E. Lesher / A. Lichtenberger / R. Raja, »Alexandrian« glass confirmed by hafnium isotopes. Scien. Reports 10, 2020, 1-7.

Jackson/Paynter 2016: C. M. Jackson / S. Paynter, A Great Big Melting Pot: Exploring Patterns of Glass Supply, Consumption and Recycling in Roman Coppergate, York. Archaeometry 58(1), 2016, 68-95. https://doi.org/10.1111/arcm.12158.

Jackson/Smedley 2004: C. M. Jackson / J. W. Smedley, Medieval and post-medieval glass technology: melting characteristics of some glasses melted from vegetable ash and sand mixtures. Glass Technology 45(1), 2004, 36-42.

König et al. 2002: A. König / H. G. Stephan / K. H. Wedepohl / G. Hartmann, Mittelalterliche Gläser aus Höxter (ca. 800-1530). Archäologie, Chemie und Geschichte. Neue Ausgr. u. Forsch. Niedersachsen 23, 2002, 325-372.

Meek/Henderson/Evans 2012: A. Meek / J. Henderson / J. Evans, Isotope analysis of English forest glass from the Weald and Staffordshire. Journal Analytical Atomic Spectrometry 27(5), 2012, 786-795.

Paynter et al. 2015: S. Paynter / T. Kearns / H. Cool, / S. Chenery, Roman coloured glass in the western provinces: The glass cakes and tesserae from west Clacton in England. Journal Arch. Scien. 62, 2015, 66-81.

Phelps et al. 2016: M. Phelps / I. C. Freestone / Y. Gorin-Rosen / B. Gratuze, Natron glass production and supply in the late antique and early medieval Near East: The effect of the Byzantine-Islamic transition. Journal Arch. Scien. 75, 2016, 57-71.

Rehren/Freestone 2015: T. Rehren / I. C. Freestone, Ancient glass: from kaleidoscope to crystal ball. Journal Arch. Scien. 56, 2015, 233-241.

Sayre/Smith 1961: E. V. Sayre / R. W. Smith, Compositional categories of ancient glass. Science 133(3467), 1961, 1824-1826.

Schalm et al. 2007: O. Schalm / K. Janssens / H. Wouters / D. Caluwe, Composition of 12th to 18th century window glass in Belgium: Non-figurative windows in secular buildings and stained-glass windows in religious buildings. Spectrochimica Acta B 62, 2007, 663-668.

Schibille/Sterrett-Krause/Freestone 2017: N. Schibille / A. Sterrett-Krause / I. C. Freestone, Glass groups, glass supply and recycling in Late Roman Carthage. Arch. and Anthropological Scien. 9(6), 2007, 1223-1241.

Sode/Feveile/Schnell 2010: T. Sode / C. Feveile / U. Schnell, An investigation on segmented, metal-foiled glass beads and blown, mirrored glass beads from Ribe, Denmark. In: C. Theune-Vogt / F. Biermann / R. Struwe / G. H. Jeute (eds), Zwischen Fjorden und Steppe. Festschrift für Johan Callmer zum 65. Geburtstag. Internat. Arch. Stud. honoraria 31 (Rahden/Westf. 2010) 319-328.

Storm/Spliethoff/Hein 2000: C. Storm / H. Spliethoff / K. R. G. Hein, Generation of a gaseous fuel by gasification or pyrolysis of biomass for use as reburn gas in coal-fired boilers. Proceedings 5th European Conference on Industrial Furnaces and Boilers 1 (o. O. 2000) 689-699.

Taylor/McLennan 1981: S. R. Taylor / S. M. McLennan, The composition and evolution of the continental crust: rare earth element evidence from sedimentary rocks. Phil. Transactions of the Royal Soc. London A, 301(1461), 1981, 381-399.

Velde 2013: B. Velde, Glass compositions over several millennia in the western world. Modern Methods for Analysing Arch. and Hist. Glass 1, 2013, 67-78.

Wedepohl 1995: K. H. Wedepohl, The composition of the continental crust. Geochimica et Cosmochimica Acta 59(7), 1995, 1217-1232.

Wedepohl/Kronz 2009: K. H. Wedepohl / A. Kronz, Die Glas-Zusammensetzung dreier spätmittelalterlicher Hütten auf dem Taunus-Kamm unweit Glashütten. Ber. Komm. Arch. Landesforsch. Hessen 9, 2009, 135-151.

Wedepohl/Simon 2010: K. H. Wedepohl / K. Simon, The chemical composition of medieval wood ash glass from central Europe. Chemie der Erde 70(1), 2010, 89-97.

Wedepohl/Simon/Kronz 2011: K. H. Wedepohl / K. Simon / A. Kronz 2011, The chemical composition including the Rare Earth Elements of the three major glass types of Europe and the Orient used in late antiquity and the Middle Ages. Archaeometry 53(1), 2011, 81-102.

Weis et al. 2006: D. Weis / B. Kieffer / C. Maerschalk / J. Barling / J. de Jong / G. A Williams / A. Goolaerts, High-precision isotopic characterization of USGS reference materials by TIMS and MC-ICP-MS. Geochemistry, Geophysics, Geosystems 7(8), 2006, 1-30.

Werf et al. 2009: I. V. D. Werf / A. Mangone / L. C. Giannossa / A. Traini / R. Laviano / A. Coralini / L. Sabbatini, Archaeometric investigation of Roman tesserae from Herculaneum (Italy) by the combined use of complementary micro-destructive analytical techniques. Journal Arch. Scien. 36, 2009, 2625-2634.

Zusammenfassung

Geochemische und Strontium-Isotopen-Analysen mittels Mikrosonde sowie Laserablation (LA) und Multikollektor-ICP-Massenspektrometrie (MC) von 16 Gläsern aus einem Grubenhaus aus der Mitte des 9. Jahrhunderts in der Handelsstadt Ribe zeigen eine Gruppe von 3 Natrongläsern (2 blaue Späne und 1 transparente Scherbe), 2 Pflanzenaschegläsern (blaue Perlen), 3 frühe Holzaschegläser (opak-blaue Perlen), 1 Holzascheglas (Scherbe), 3 Holzasche-Kalk-Gläser (Scherben), 3 gemischte Alkaligläser (Scherben) sowie 1 »modernes« synthetisches Sodaglas (Scherbe). Die Gläser, die aus der Zeit nach dem Haus stammen, bestätigen die stratigraphischen Hinweise auf Störungen durch biologische Aktivitäten und den Aushub von Rohrleitungen. Hauptelemente, REE-Systematik und Sr-Isotope zeigen, dass das Natronglas vom römischen Typ ist, das Pflanzenascheglas wahrscheinlich aus dem islamischen Raum und das Holzascheglas aus germanischen Gebieten stammt. Die REE-Muster, die die Quarzquelle für 1. frühe Holzaschegläser und 2. jüngere Holzasche-Subtypen zurückverfolgen, sind deutlich unterschiedlich und durch LRE- bzw. moderate HRE-Anreicherungen gekennzeichnet. Die Muster passen zu Proben aus der Glashütte Laudengrund, Spessart (frühes Holzascheglas) und aus Höxter, Westfalen (Holzasche-Kalk-Glas). Die für germanische Holzaschegläser berichteten Sr-Isotopenzusammensetzungen weisen auf die Holzaschekomponente (Boden) hin und zeigen sehr unterschiedliche und erhöhte $^{87}Sr/^{86}Sr$-Verhältnisse von 0,709-0,717, ähnlich wie die berichteten Werte für Holzaschegläser aus England. Gläser aus Pflanzenasche zeichnen sich durch niedrigere $^{87}Sr/^{86}Sr$-Verhältnisse aus, die einer in Tyre beobachteten Zusammensetzung entsprechen. Die Glastypen zeugen von der Vielfalt der in Ribe ab dem 8. Jahrhundert zugänglichen Glasquellen.

Summary

Geochemical and strontium isotope analysis by microprobe as well as laser ablation (LA) and multi-collector (MC) ICP mass spectrometry of 16 glasses from a mid-9th century pit house in the emporium town of Ribe show an assemblage of 3 natron (2 blue chips and 1 transparent sherd), 2 plant ash (blue beads), 3 early wood ash (opaque-blue beads), 1 wood ash (sherd), 3 wood ash lime (sherds), 3 mixed alkali (sherds) glasses as well as 1 »modern« synthetic soda glass (sherd). The glass types post-dating the house confirm the field stratigraphic indications of disturbance from bioturbation and piping excavation. Major elements, REE systematics and Sr isotopes show the natron glass to be Mn Roman type, the plant ash glass most likely Islamic and the wood ash glass to originate from Germanic areas. REE patterns tracing the quartz source for 1. early wood ash glasses and 2. younger wood ash subtypes are distinctly different and characterized by LRE and moderate HRE enrichments, respectively. The patterns match samples from the Laudengrund glass-house, Spessart Mountains (early wood ash glass) and from Höxter, Westphalia (wood ash lime glass). The Sr isotope compositions reported for Germanic wood ash glass traces the wood ash (soil) component and show highly

varied and elevated $^{87}Sr/^{86}Sr$ ratios of 0.709-0.717 similar to reported values for wood ash glasses from England. Plant ash glasses are characterized by lower $^{87}Sr/^{86}Sr$ ratios corresponding to a composition observed at Tyre. The glass types attest to the diversity of glass sources accessible in Ribe from the 8th century and forward.

MARTIN SEGSCHNEIDER

FERN-GLAS IN DEN AMRUMER DÜNEN

Mit dem Beitrag »Fränkisches Glas im Dünensand – Ein Strandmarkt des 5. Jahrhunderts auf der nordfriesischen Insel Amrum und die völkerwanderungszeitliche Handelsroute zwischen Rhein und Limfjord« stellte der Autor im Archäologischen Korrespondenzblatt einen außergewöhnlichen Fundplatz vor, der in den 80er- und 90er-Jahren des 20. Jahrhunderts in den Amrumer Dünen (Kr. Nordfriesland) freigeweht worden war [1]. Eine kurze Präsentation der archäologischen Ergebnisse zum Fundplatz in englischer Sprache erfolgte ebenfalls [2]. Da der exponierte Fundplatz nach wie vor starken natürlichen Veränderungen durch Winderosion und mittlerweile auch Sturmfluten unterliegt, wurden später weitere Ergebnisse gewonnen und publiziert [3].

Zusammengefasst handelt es sich um einen saisonal genutzten Handels- und Marktplatz unmittelbar am Rand des eiszeitlichen Geestkernes und damit am früheren Ufer der Insel, welcher im südlichen Teilbereich durch einen Auftrag von Strandsand und Unterteilung in Parzellen charakterisiert ist. Bislang sieben dokumentierte Grubenhausbefunde in den zwei durch Winderosion ausschnitthaft freigelegten Teilflächen (Abstand dazwischen etwa 180 m) lassen erahnen, dass sich die Gesamtzahl der Grubenhausbefunde auf



Abb. 1 Freigeweht: Von der Kulturschicht des Strandmarktgeländes werden Oberflächenfunde geborgen und darunterliegende Grubenhausbefunde archäologisch untersucht. – (Foto M. Segschneider, NIhK).

In: Michael Dodt · Andreas Kronz · Bente S. Majchczack · Sebastian Messal (Hrsg.), Glas als Fernhandelsprodukt im frühen Mittelalter – Köln und der europäische Norden. RGZM – Tagungen 46 (Mainz 2022).
DOI: http://doi.org/10.11588/propylaeum.1105.c15175

mindestens 100 Exemplare belaufen dürfte. Typisch für beide Teilbereiche ist eine mit archäologischen Funden reich durchsetzte Kulturschicht, die neben Keramik und Zeugnissen des Metallhandwerks vor allem zahlreiche Glasfunde enthielt. Während im nördlichen Dünental (Fundplatz 2) bislang knapp 100 Glasperlen aufgelesen wurden, waren es im südlichen Dünental (Fundplatz 1) neben wenigen Glasperlen vor allem fränkische Hohlglasscherben. Diese zeigen die historische Bedeutung des Strandmarktes schlaglichtartig auf und binden ihn in die Seehandelsroute zwischen dem Rheinland und Skandinavien ein[4].
Einige Neufunde und die Durchführung chemischer Analysen lassen es nun angezeigt erscheinen, diese Fundgruppe hier ausführlicher vorzustellen.

FRÄNKISCHE HOHLGLASSCHERBEN – TYPEN UND FARBEN

Aus der Kulturschicht von Fundplatz 1 stammen nunmehr 22 Scherben von fränkischen Trinkgläsern (**Abb. 2-4**), die sich, soweit es das Vorhandensein charakteristischer Merkmale trotz des teils erheblichen Fragmentierungsgrades noch erlaubt, unterschiedlichen Gefäßtypen zuordnen lassen:

1. Konischer Becher mit geriefter Wand vom Typ Gellep oder Typ Rheinsheim[5]. Es liegen vier gelbolivgrüne, schräg geriefte Wandscherben vor, davon eine zusätzlich mit waagerechter Fadenauflage in der Übergangszone der beiden Verzierungselemente (**Abb. 2, 5. 10; 3, 4**).
2. Konischer Becher mit waagerechter Spiralfadenzone und senkrechtem Schleifendekor vom Kempston-Typ[6]. Geborgen wurden eine blaue und sechs hellgrüne Wandscherben (**Abb. 2, 4. 7-9; 3, 5-6; 4, 4** [Neufund]). Zwei gelbolivgrüne Randscherben (**Abb. 2, 2; 3, 1-2**) könnten ebenfalls zu diesem Typ gehören, die Herkunft von einem Rüsselbecher ist aber ebenfalls möglich[7].
3. Rüsselbecher[8]. Es traten ein hellgrünes Rüsselfragment mit Kerbbandauflage (**Abb. 2, 6; 3, 9**) und eine hellgrüne Randscherbe auf (**Abb. 2, 1; 3, 3**).
4. Schale mit Hohlrand und Fadendekor vom Typ Irlmauth[9]. Als bisher unpublizierter Neufund ist eine gelbolivgrüne Bauchscherbe mit waagerechter Fadenauflage und abgesetzt darunter senkrechtem Schleifendekor zu nennen, der Durchmesser am Bauchumbruch beträgt ca. 12 cm (**Abb. 4, 3**).
5. Unverzierte Schale[10]. Es kommen zwei hellgrüne Randscherben (**Abb. 2, 11**) und als Neufund eine hellblaugrüne Randscherbe mit einem Durchmesser von 10 cm vor (**Abb. 4, 2**)[11].

Weitere Wandscherben mit waagerechtem Fadendekor entziehen sich leider einer eindeutigen Zuordnung zu einem bestimmten Gefäßtyp (**Abb. 2, 3; 3, 10; 4, 1**). So ist bei einer gelbolivgrünen konvexen Wandscherbe (**Abb. 2, 3; 3, 8**) nicht zu entscheiden, ob sie vom unteren Bereich eines Glockenbechers mit gleichfarbiger Fadenauflage[12] herrühren oder etwa vom Unterteil eines Rüsselbechers[13]. Denkbar ist auch eine Herkunft von einer Schale mit Hohlrand und Fadendekor mit rundlicher Bauchzone wie der aus Berlin-Britz[14].

DATIERUNG DER HOHLGLASSCHERBEN

Bezüglich der Datierung der durch die Hohlglasscherben repräsentierten Gefäßtypen ergibt sich ein recht einheitliches Bild: Konische Becher mit geriefter Wand vom Typ Gellep oder Typ Rheinsheim werden von U. Koch anhand von Grabfunden in die zweite Hälfte des 5. und den Beginn des 6. Jahrhunderts datiert[15]. Des Weiteren fallen konische Becher mit waagerechter Spiralfadenzone und senkrechtem Schleifendekor vom Kempston-Typ mit Ausprägungen wie bei den Amrumer Funden in die zweite Hälfte des 5. und in das erste Drittel des 6. Jahrhunderts[16]. Rüsselbecher mit Kerbband weist U. Koch der zweiten Hälfte des 5. bis

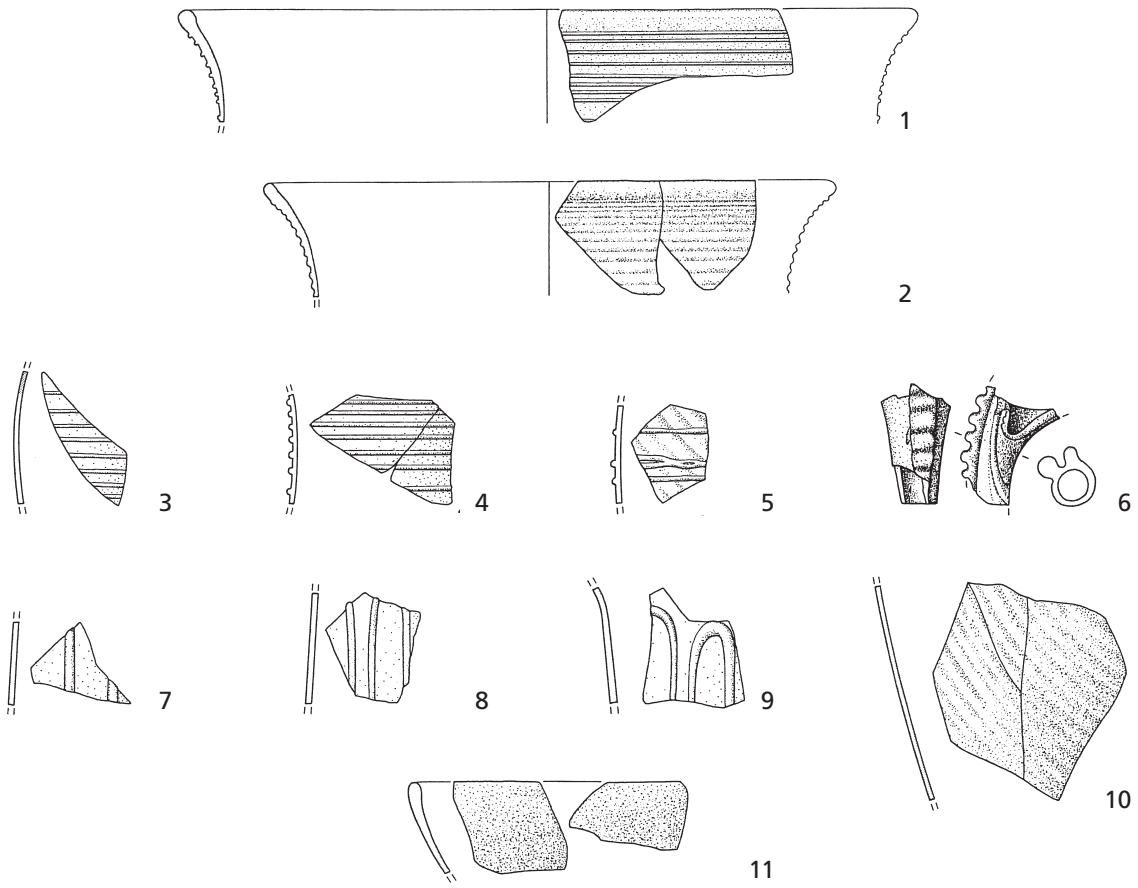


Abb. 2 Fränkisches Glas vom Amrumer Strandmarkt. – (Nach Segschneider 2002a, 121 Abb. 4, verändert). – M. 3:4.

an den Anfang des 6. Jahrhunderts zu[17]. Schalen mit Hohlrand und Fadendekor sind wohl in das ausgehende 5. und an den Anfang des 6. Jahrhunderts einzuordnen[18]. Unverzierte Schalen gehören in das späte 5. und frühe 6. Jahrhundert[19].
Zusammenfassend betrachtet setzen die Amrumer Hohlglas-Funde also frühestens in der zweiten Hälfte des 5. Jahrhunderts ein und reichen bis an den Beginn des 6. Jahrhunderts, mithin kann der Fundkomplex in die Jahrzehnte um 500 datiert werden[20].

CHEMISCHE ANALYSEN – GLAS UND GLASHÜTTEN

M. Dodt, Bonn, ermöglichte dankenswerterweise sieben chemische Analysen durch A. Kronz, Göttingen, im Rahmen des im DFG- Schwerpunktprogrammes »Häfen von der Römischen Kaiserzeit bis zum Mittelalter« durchgeführten Projektes »Der Rhein als europäische Verkehrsachse«, Teilprojekt »Der frühmittelalterliche Hafen Kölns – Produktionsstätte und Exporthafen für Glas«[21].
Hierbei stellte sich heraus, dass drei Glasscherben aus HIMT-1 Glas bestehen:
1. Randscherben eines konischen Bechers vom Kempston-Typ (**Abb. 2, 2**; Labornummer KHA17_135); 2. Wandscherbe eines konischen Bechers vom Typ Gellep oder Rheinheim (**Abb. 2, 5**; KHA17_136); 3. Wandscherbe einer Schale vom Typ Irlmauth (**Abb. 4, 3**; KHA18_268).

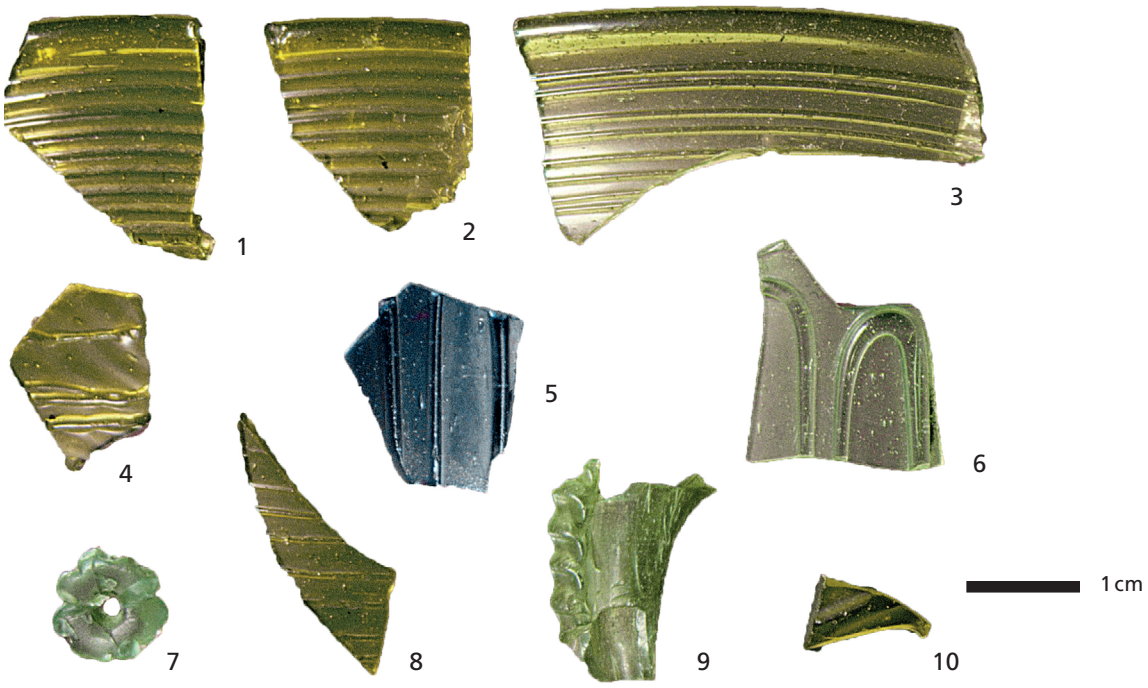


Abb. 3 Auswahl fränkischer Glasscherben von Amrum. – (Foto A. Heitmann, Institut für Ur- und Frühgeschichte der CAU Kiel; Bearbeitung: R. Kiepe, NlhK).

Drei weitere Glasscherben bestehen aus HIMT-2 Glas:
1. Rüsselscherbe eines Rüsselbechers (**Abb. 2, 6**; KHA17_137); 2. Wandscherbe eines konischen Bechers vom Kempston-Typ (**Abb. 2, 9**; KHA17_138); 3. Randscherbe einer unverzierten Schale (**Abb. 4, 2**; KHA18_269). Während I. Freestone, S. Wolf und M. Thirlwall den Begriff HIMT (»High Iron-Manganese-Titanium«) definierten[22], den Beginn der Verwendung auf das 4. und 5. Jahrhundert eingrenzten und eine Herkunft aus Ägypten wahrscheinlich machen konnten, nahmen H. Foster und C. Jackson[23], ausgehend von britischem Fundmaterial des 4. Jahrhunderts, eine Aufteilung in HIMT-1 und HIMT-2 Gläser vor. Die Entstehung des HIMT-2 Glases ist dabei durch einen höheren Recyclinggrad im Vergleich zum primären HIMT-1 Glas gekennzeichnet[24]. Das, wenn auch in kleiner Zahl, doch ausgewogene Verhältnis von HIMT-1 und HIMT-2 Glas auf dem Amrumer Fundplatz passt somit in den Zeitraum um 500, in dem das Überwiegen von HIMT-1 Glas durch Rezyklierung allmählich abnahm und von HIMT-2 Glas abgelöst wurde[25].
Bemerkenswert ist auch das Analyseergebnis einer dunkelgrünen Flachglasscherbe (KHA17_139), die bislang aufgrund äußerer Merkmale als spätrömisch angesehen worden war[26]. Es handelt sich jedoch um ein Holzascheglas, dessen Verwendung in Mitteleuropa am Ende des 8. Jahrhunderts aufkommt und dann im Mittelalter vorherrscht[27]. Somit ist die Fensterglasscherbe also eindeutig ein später eingetragener Fund, der mit den Glasscherben aus der völkerwanderungszeitlichen Kulturschicht nichts zu tun hat. Vor diesem Hintergrund wird hier auch die zweite als Oberflächenfund entdeckte Flachglasscherbe[28], von der bislang keine chemische Analyse und damit in gewissem Sinne auch Altersbestimmung vorliegt, nicht berücksichtigt.
Auch hinsichtlich des Herstellungsortes der auf Amrum gefundenen Gläser sind A. Kronz, Göttingen, und M. Dodt, Bonn, Ergebnisse zu verdanken, die vor allem auf dem jeweiligen gewichtsprozentualen Verhältnis von Fe_2O_3 zu TiO_2 im Vergleich zu entsprechenden Relationen bei zahlreichen Kölner Funden beruhen[29].
Während das HIMT-1 Glas der Schale vom Typ Irlmauth (**Abb. 4, 3**; KHA18_268) aller Wahrscheinlichkeit nach in keinem Zusammenhang mit der Glasgefäßproduktion in Köln steht, gibt es bei den HIMT-2 Glas-

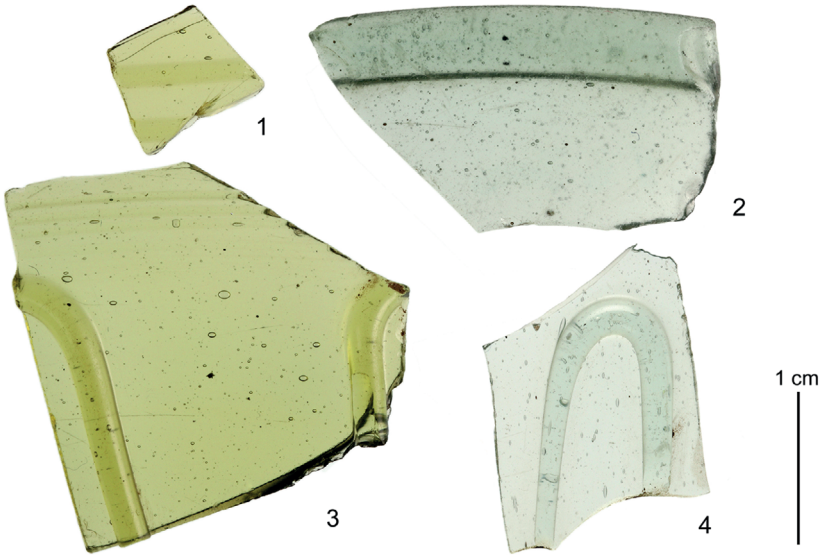


Abb. 4 Neufunde vom Amrumer Strandmarktgelände. – (Foto R. Kiepe, NlhK).

scherben eines konischen Bechers vom Typ Gellep oder Rheinsheim (**Abb. 2, 9**; KHA17_138, Köln) sowie einer unverzierten Schale (**Abb. 4, 2**; KHA18_269, Köln) überzeugende Übereinstimmungen, sodass von einer Produktion dieser Gefäße in Köln oder im Kölner Umland auszugehen ist. Das Rüsselbecherfragment (**Abb. 2, 6**; KHA17_137) zeigt ferner auch in der übrigen chemischen Zusammensetzung große Übereinstimmungen mit dem bekannten Rüsselbecher aus Krefeld-Gellep, Grab 43[30], der vermutlich ebenfalls in Köln hergestellt wurde[31]. Somit ist für mehrere Glasscherben vom Amrumer Fundplatz eine Herkunft aus Köln und eine Verschiffung über den Kölner Hafen zu belegen, während dies für mindestens eine weitere Scherbe auszuschließen ist. Entsprechend bezogen die Initiatoren des Amrumer Strandmarktes ihr Glas offensichtlich nicht nur aus Köln. Als weitere Ursprungsgebiete für dieses Glas kommen andere Orte im Rheinland und im westlich daran anschließenden Gebiet infrage[32].

EDLE TRINKGEFÄSSE ODER SCHNÖDER GLASSCHROTT?

Die aufgefundenen Hohlglasscherben könnten von Trinkgefäßen stammen, die als Handelsware vor Ort oder auf dem Transport dorthin versehentlich zu Bruch gingen. Allerdings wird man annehmen müssen, dass intakte Glasgefäße als wertvolles Handelsgut sicherlich mit äußerster Vorsicht behandelt, gelagert und transportiert wurden. Es ist daher ebenso möglich, dass die Glasscherben von vornherein als sekundärer Rohstoff, etwa für die Perlenherstellung[33], aus den Glasbläsereien des Rheinlandes nach Amrum gelangten. Für die Hypothese, dass einst vollständige Gefäße ihren Weg nach Amrum fanden, mag die Tatsache sprechen, dass sämtliche Glasscherben immer noch scharfkantig sind und zumindest keine offensichtlichen Abnutzungsspuren aufweisen, wie sie bei einem längeren, wenig sorgfältigen Sammeltransport, etwa in einem Stoffbeutel, zustande kommen könnten. Allerdings ist das Glas von so hoher Qualität und Härte, dass solche Spuren nicht zwangsläufig zu erwarten sind. Für den Fall, dass vor Ort tatsächlich ganze Trinkgläser zerscherbten, sei die Annahme erlaubt, dass die meisten Scherben als wertvoller sekundärer Rohstoff aufgelesen worden sind, was das verstreute Auftreten einzelner Scherben vielleicht erklären könnte. Unzweifelhaft ist jedenfalls, dass intakte fränkische Trinkgläser über den Seeweg entlang der östlichen Nordseeküste, an dem Amrum offensichtlich partizipierte, in den Norden gelangten[34].

Die Hypothese, dass (auch) Hohlglasscherben als Rohstoff en gros in den Norden gelangten, wird durch die Tatsache gestützt, dass die nur 22 Scherben vom Amrumer Fundplatz wenigstens fünf verschiedene Gefäßtypen (s. o.) und mindestens sieben unterschiedlich gefärbte Gefäßindividuen repräsentieren: konischer Becher Typ Gellep/Rheinheim (1 Exemplar, Farbe: gelbolivgrün), konischer Becher Typ Kempston (2-3 Exemplare, Farben: blau, hellgrün, gelbolivgrün?), Rüsselbecher (mind. 1 Exemplar, Farbe: hellgrün), Schale Typ Irlmauth (1 Exemplar, Farbe: gelbolivgrün) und unverzierte Schale (2 Exemplare, Farben: hellgrün und hellblaugrün). Diese erstaunlich breit gefächerte Auswahl an repräsentierten Gefäßtypen und Farben könnte auf eine umfängliche Durchmischung der bei Fehlversuchen entstandenen Glasscherben bereits in den Glashütten zurückzuführen sein, die den Abnehmern auch eine gewisse Bandbreite an Farben zur Verfügung stellte. Einen weiteren Hinweis auf Rezyklierung von fränkischen Hohlglasscherben auf Amrum mag die von Fundplatz 1 stammende, in etwa melonenförmige Glasperle geben (**Abb. 3, 7**). Aufgrund ihrer Farbe und Transluzidität erscheint es möglich, dass sie ein lokales Produkt aus gleichfarbigen Hohlglasscherben ist (z. B. **Abb. 3, 6. 9**). Weitere chemische Analysen können hierüber Aufschluss erbringen und so helfen, die historische Bedeutung des kleinen, aber feinen Fundkomplexes fränkischer Hohlglasscherben von Amrum weiter zu beleuchten. Während in den abseits einer landwirtschaftlichen Nutzung liegenden Dünentälern das allmähliche Freilegen durch Wind und Regen im Zusammenspiel mit regelmäßigen Begehungen die Entdeckung der Gläser erst ermöglichte, führt auf vergleichbaren Küstenplätzen nur das Sieben und Schlämmen des Aushubs zu vergleichbaren Funden.

Anmerkungen

1) Segschneider 2002a.
2) Segschneider 2002b.
3) Segschneider 2012.
4) Segschneider 2002a.
5) Koch 1987, 80-101.
6) Koch 1987, 116-145.
7) Koch 1987, 165-178.
8) Koch 1987, 165-178.
9) Koch 1987, 242-252.
10) Koch 1987, 198-199.
11) Zum Profil vgl. Koch 1987, 204 Abb. 86, 182.
12) Koch 1987, 160-164. – Maul 2003, Taf. 70, 7-9.
13) Koch 1987, 171-178.
14) Bertram/Melisch 2018, 258 Abb. 7.
15) Koch 1987, 83-84. 98-99.
16) Koch 1987, 120.
17) Koch 1987, 166.
18) Koch 1987, 244.
19) Koch 1987, 200.
20) Vgl. Koch 1996, 606-612.
21) Dodt 2016. – Dodt/Kronz/Simon 2019.
22) Freestone/Wolf/Thirlwall 2005, 153-155.
23) Foster/Jackson 2009, 193-196.
24) Foster/Jackson 2009, 197.
25) Foster/Jackson 2009, 197.
26) Segschneider 2002a, 121 Abb. 4, 12.
27) Wedepohl 2009, 353 Abb. 1; 360-361.
28) Segschneider 2002a, 121 Abb. 4, 13.
29) Vgl. Beitrag Kronz in diesem Band.
30) Pirling 1986. – Koch 1996, 610 Abb. 457.
31) Freundliche Mitteilung M. Dodt, Bonn.
32) Päffgen 2003, 17 Abb. 2.
33) Capelle 1988, 256. – Steppuhn 1998, 58.
34) Bendixen/Lund Hansen/Thorvildsen 1984. – Hansen 1993; 1993/1994; 2000. – Holand 2001. – Segschneider 2002a, 118 Abb. 1.

Literatur

Bendixen/Lund Hansen/Thorvildsen 1984: RGA² 5 (1984) 248-253 s. v. Dankirke (K. Bendixen / U. Lund Hansen / E. Thorvildsen).

Bertram/Melisch 2018: M. Bertram / M. Melisch, Ein kleiner Prinz. Neues vom »Britzer Mädchengrab«. Mit Beiträgen von M. Dodt, R. Friedrich, M. Geppert, D. R. Gröcke, S. Hartmann, A. Kronz, J. Montgomery, M. Nagy, G. Nowell, N. Powers, K. Rath, J. Rothe, K. Simon. Acta Praehist. et Arch. 50, 2018, 251-321. https://doi.org/10.11588/apa.2018.1.81232.

Capelle 1988: T. Capelle, Glastransporte. In: B. Hårdh / L. Larsson / D. Olausson / R. Petré (Hrsg.), Trade and Exchange in Prehistory. Studies in Honour of Berta Stjernquist. Acta Arch. Lundensia, Ser. in 8°, 16 (Lund 1988) 255-259.

Dodt 2016: M. Dodt, Der frühmittelalterliche Hafen Kölns. Produktionsstätte und Exporthafen für Gläser. In: M. Seifert / L. Ziemer (Hrsg.), North meets East 3. Aktuelle Forschungen zu antiken Häfen. Ein Workshop veranstaltet von Julia Daum und Martina Seifert an der Universität Hamburg vom 15. bis 17. März 2016. Gateways 6 (Aachen 2016) 121-146.

Dodt/Kronz/Simon 2019: M. Dodt / A. Kronz / K. Simon, Glaswerkstätten am frühmittelalterlichen Hafen Kölns. In: M. Mirschenz / R. Gerlach / J. Bemmann (Hrsg.), Der Rhein als europäische Verkehrsachse 3. Bonner Beitr. Vor- u. Frühgesch. Arch. 22 (Bonn 2019) 363-396.

Foster/Jackson 2009: H. E. Fostert / C. M. Jackson, The composition of »naturally coloured« late Roman vessel glass from Britain and the implications for models of glass production and supply. Journal Arch. Scien. 36/2, 2009, 189-204. https://doi.org/10.1016/j.jas.2008.08.008.

Freestone/Wolf/Thirlwall 2005: I. C. Freestone / S. Wolf / M. Thirlwall, The production of HIMT glass: elemental and isotopic evidence. Annales du 16e Congrès de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre, London, 2003 (Nottingham 2005) 153-157.

Hansen 1993: T. E. Hansen, Glashus. Skalk 5, 1993, 3-7.

1993/1994: T. E. Hansen, Et jernalderhus med drikkeglas i Dejbjerg, Vestjylland. Kuml 39, 1993/1994 (1996), 211-238.

2000: T. E. Hansen, Et fyrsteligt fund fra Vestjylland. In: S. Hvass (Hrsg.), Vor skjulte kulturarv. Arkæologien under overfladen. Festskrift til Dronning Margrethe II (Esbjerg 2000) 116-117.

Holand 2001: I. Holand, Sustaining Life. Vessel Import to Norway in the First Millennium AD. AmS-Skr. 17 (Stavanger 2001).

Koch 1987: U. Koch, Der Runde Berg bei Urach 6: Die Glas- und Edelsteinfunde aus den Plangrabungen 1967-1983. Heidelberger Akad. Wiss. Komm. Alamann. Altkde. Schr. 12 (Heidelberg 1987).

1996: U. Koch, Glas – Luxus der Wohlhabenden. In: Reiss-Museum Mannheim (Hrsg.), Die Franken. Wegbereiter Europas. Vor 1500 Jahren: König Chlodwig und seine Erben [Ausstellungskat. Mannheim] (Mainz 1996) 605-617.

Maul 2003: B. Maul, Frühmittelalterliche Gläser des 5.-7./8. Jahrhunderts n. Chr. Sturzbecher, glockenförmige Becher, Tummler und Glockentummler. Univforsch. Prähist. Arch. 84 (Bonn 2003).

Päffgen 2003: B. Päffgen, Glasherstellung spätrömischer und frühmittelalterlicher Zeit im Rheinland und dessen Nachbargebieten. Beitr. Mittelalterarch. Österreich 19, 2003, 9-28.

Pirling 1986: R. Pirling, Römer und Franken in Krefeld-Gellep (Mainz 1986).

Segschneider 2002a: M. Segschneider, Fränkisches Glas im Dünensand – Ein Strandmarkt des 5. Jahrhunderts auf der nordfriesischen Insel Amrum und die völkerwanderungszeitliche Handelsroute zwischen Rhein und Limfjord. Arch. Korrbl. 32, 2002, 117-136.

2002b: M. Segschneider, Trade and centrality between the Rhine and the Limfjord around 500 AD. The beachmarket on the Northfrisian island Amrum and its context. In: B. Hårdht / L. Larsson (Hrsg.), Central Places in the Migration and Merowingian Periods. Papers from the 52nd Sachsensymposium. Lund, August 2001. Acta Arch. Lundensia Ser. in 8° 39 = Uppåkrast. 6 (Lund 2002) 247-256.

2012: M. Segschneider, Fern-Glas im Dünensand. Ein völkerwanderungszeitlicher Landeplatz auf der nordfriesischen Insel Amrum. Arch. Nachr. Schleswig-Holstein 18, 2012, 44-47.

Steppuhn 1998: P. Steppuhn, Die Glasfunde von Haithabu. Ber. Ausgr. Haithabu 32 (Neumünster 1998).

Wedepohl 2009: K. H. Wedepohl, Spätantikes und frühmittelalterliches Glas in Mitteleuropa. In: O. Heinrich-Tamáska / N. Krohn / S. Ristow (Hrsg.), Dunkle Jahrhunderte in Mitteleuropa? Tagungsbeiträge der Arbeitsgemeinschaft Spätantike und Frühmittelalter. Stud. Spätant. u. Frühmittelalter 1 (Hamburg 2009) 351-365.

Zusammenfassung

Seit einigen Jahrzehnten werden auf der nordfriesischen Insel Amrum ausschnitthaft immer wieder Kulturspuren in einigen Dünentälern freigeweht, die zu einem völkerwanderungszeitlichen Strandmarkt gehören. Hier fanden sich bislang 22 qualitätvolle Hohlglasscherben fränkischer Machart. Sie datieren in die Zeit um 500 und repräsentieren trotz ihrer geringen Zahl ganz unterschiedliche Gefäßtypen und Farben. Chemische Analysen zeigen, dass HIMT1- und HIMT2-Gläser zu etwa gleichen Teilen vorliegen. Der Herstellungsort der Gläser liegt im Kölner Raum und angrenzenden Gebieten.
Der Rhein sowie die südliche und östliche Nordseeküste waren Teil eines weitgespannten Handelsweges, auf dem der Transport der Gläser per Schiff bis nach Skandinavien erfolgte. Amrum war offensichtlich ein wichtiger Anlaufpunkt entlang dieser Route. Ob die Amrumer Hohlglasscherben Bruchstücke von kompletten Trinkgläsern repräsentieren, ist fraglich. Wahrscheinlicher ist wohl, dass auch Glasschrott seinen Weg in den Norden fand und als Rohmaterial zur Perlenherstellung dienen sollte.

Summary

Since some decades, parts of a migration-period beach-market get exposed in the dunes of the North Frisian Island Amrum. Within this area uncovered by wind erosion, 22 shards of Frankish glass-beakers occurred, dating to around AD 500. Although small in number, they cover various vessel tyes and glass colours. Chemical analysis revealed, that HIMT-1 and HIMT-2 glasses are represented in equal numbers, and the origin of the glasses can be determined as Cologne and adjacent areas.
The Rhine as well as the southern and eastern North Sea coast formed part of a long-distance trade route, which was used to transport glass vessels with ships to Scandinavia. The Island of Amrum took obviously part in this trade. It is questionable though, whether the glass fragments found on Amrum represent the transport of complete vessels. It seems more likely, that glass cullet found its way also to the North to be used as raw material for glass-bead production.

BENTE S. MAJCHCZACK · ANDREAS KRONZ

EARLY MEDIEVAL GLASS FINDS FROM THE NORTH FRISIAN ISLANDS (GERMANY) – EVIDENCE FOR THE IMPORT OF VESSEL GLASS AND LOCAL BEAD PRODUCTION

The North Frisian Islands, located along the northernmost part of the German North Sea coast, were part of the early medieval Frisian settlement area and an important station in the North Sea trade network. The islands of Föhr, Amrum and Sylt were therefore a major focus area for the investigation of 7th-11th century trade settlements, conducted by the North Sea Harbour Project during the years of 2013-2018. The Project, located at the Lower Saxony Institute for historical coastal Research, was part of the German Research Foundation's Priority Programme 1630 »Harbours from the Roman Period to the Middle Ages«. Geophysical Prospections and subsequent archaeological excavations uncovered several large trade settlements on the island of Föhr at Witsum, Nieblum and Goting, yielding a rich spectrum of import related goods, including a remarkable number of glass objects[1] (fig. 1). While glass objects, namely vessel glass and beads, were already known to occur in early medieval graves on the North Frisian Islands, there are only two other settlements with vessel glass. Excavations and find collection by the State Archaeological Department of Schleswig-Holstein had previously uncovered two settlement sites at Tinnum and Wenningstedt on the island of Sylt, which also possess a large number of glass objects[2]. These recent findings indicated the unexpected magnitude of glass objects in the early medieval North Frisian trade and the possibilities for research into the islands' trade connections and local consumption. The North Sea Harbour Project was thus invited by M. Dodt and A. Kronz to join in the programme of chemical glass analysis conducted by the Project »The early Medieval Harbour of Cologne – Place of Production and export of glass«.

41 glass objects from the North Frisian trade settlements were chosen for chemical analysis in order to answer research questions raised by both projects: Where did the North Frisian glass objects originate and is there a trade connection between the glass production centres at Cologne as well as in the Rhineland and the North Sea coastal areas? Which kind of glass was used? Was vessel glass recycled for a local glass bead production?

This paper aims to provide an overview on the North Frisian sites with finds of vessel glass, the analysed find material and the conclusions drawn from the chemical analysis[3].

STATE OF KNOWLEDGE ON NORTH FRISIAN GLASS FINDS

The North Frisian Islands possess a rich archaeological heritage of the first millennium AD with a long research tradition. During the late 19th and the first part of the 20th century, research amateurs and archaeologists documented many finds from settlements and burials, which became known due to intensified agriculture and construction works. By the mid-20th century, most of the large urn cemeteries and burial mounds have been entirely excavated and contributed to a large range of archaeological find records[4].

Glass items form a rare class of find objects in the North Frisian material. During the Roman Iron Age and Migration Period, the only known settlement site with vessel glass is the beach market site at Norddorf, is-

In: Michael Dodt · Andreas Kronz · Bente S. Majchczack · Sebastian Messal (Hrsg.), Glas als Fernhandelsprodukt im frühen Mittelalter – Köln und der europäische Norden. RGZM – Tagungen 46 (Mainz 2022).
DOI: http://doi.org/10.11588/propylaeum.1105.c15176

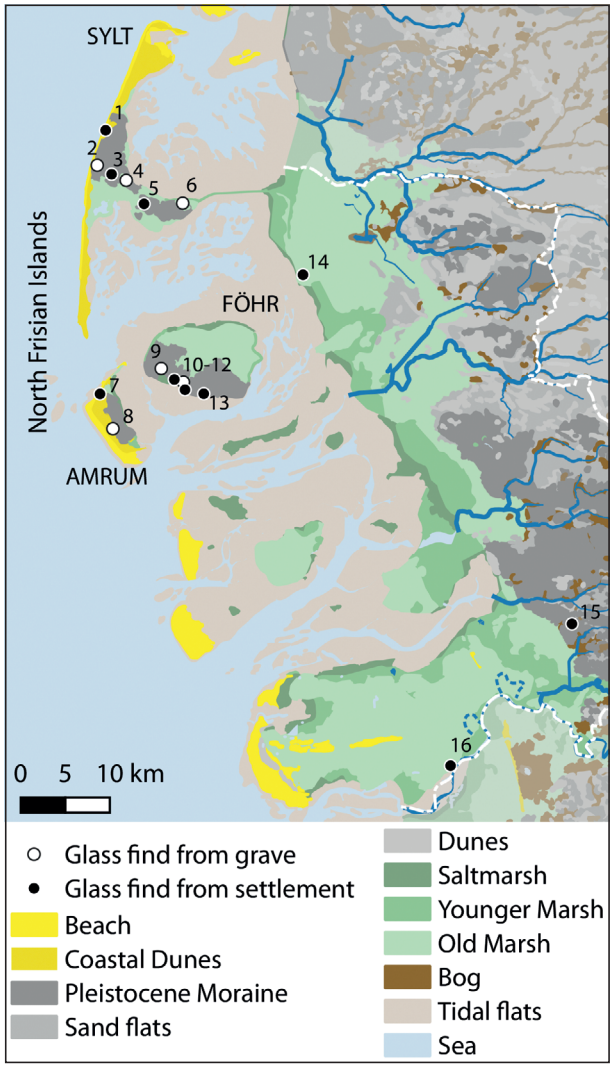


Fig. 1 Map of North Frisia with archaeological sites mentioned in the text: Island of Sylt: **1** Wenningstedt. – **2** Westerland. – **3** Tinnum. – **4** Keitum. – **5** Archsum. – **6** Morsum. – Island of Amrum: **7** Norddorf. – **8** Nebel. – Island of Föhr: **9** Hedehusum/Süderende. – **10** Witsum. – **11-12** Goting. – **13** Nieblum. – Mainland: **14** Emmelsbüll-Toftum. – **15** Rantrum. – **16** Elisenhof. – (Map B. Majchczack; Map data GÜK200 © Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover, 2007).

land of Amrum, which is discussed by Segschneider in this volume [5]. Mostly in the 4th and 5th century, a seasonal market was held at the beach harbour and numerous pieces of vessel glass, including bowls, Kempston type beakers and claw beakers were imported alongside a large number of colourful glass beads [6]. The Norddorf site might be regarded as an entrepôt to the North Frisian Islands, but none of the imported glass vessels turned up on other settlement sites on the islands. Only one vessel sherd was found in a cremation grave in Nebel, also island of Amrum [7]. However, sherds of vessel glass were found further westwards in settlements at Emmelsbüll-Toftum on the former marsh island Wiedingharde [8] and at Rantrum on the southern mainland [9]. The glass beads, however, are by far more common in urn cremations on the islands, reflecting their obviously huge numbers in imports. The Migration Period habitation ends around the end of the fifth or the first quarter of the 6th century. After a hiatus of approximately 150 years, the early medieval resettlement of North Frisia begins in the mid-7th century [10].

During the Early Medieval Period up to the mid-9th century, cremation graves with urns, set in small burial mounds, are the predominant habit of burial on the North Frisian Islands. The mounds cluster in cemeteries of up to 120 burial mounds, which have largely been excavated [11]. On the island of Sylt, pieces of a molten vessel of light green glass were found at Keitum [12] and pieces of a light green funnel beaker at Morsum [13]. Further pieces of light green funnel beakers were found in urn graves on the island of Föhr at Süderende [14] and Goting [15]. The most spectacular burial find comes from Westerland, island of Sylt. Already excavated in 1766, a burial mound reportedly contained two entire glass vessels, of which one is preserved (**fig. 2**). It is a cylindrical beaker of dark blue glass in superb condition, decorated with thin yellow trails on the neck and shoulder and two rows of a criss-cross pattern of blue trails with yellow dots [16]. This unique piece is possibly of Anglo-Saxon production and dated to the late 7th or early 8th century [17].

For a long time, settlement finds of vessel glass were only known from the large-scale excavations at Elisenhof at the Eider estuary in southern North Frisia [18] and they were unknown from any settlement sites on the North Frisian Islands. This was due to the very limited number of excavations and probably to the excavation techniques, which did not include water sieving. The excavations at the trade settlements at Tinnum, island of Sylt since 2002, surface finds from Wenningstedt and one sherd from an excavation in

Archsum[19] as well as the settlement prospections and excavations at Nieblum, Goting and Witsum on the island of Föhr changed this picture completely. The numerous finds of vessel glass and beads prove a strong influx of glass objects during the 7th to 9th century and provide a broad basis for material studies. A variety of samples was selected for chemical analysis, which shall be discussed in this paper.



Fig. 2 Westerland, island of Sylt. Intact cylindrical beaker of blue glass with polychrome decoration, late 7th-8th century AD. Object number 7723. – (Photo L. Larsen, Danish National Museum, CC-BY-SA).

EARLY MEDIEVAL TRADING SITES WITH GLASS FINDS ON THE NORTH FRISIAN ISLANDS

During the Early Medieval Period between the 7th and 11th century, the islands of Föhr, Amrum and Sylt formed the most important and densely settled part of the North Frisian region. Surrounded by a maritime landscape of marshes, bogs, mudflats and sand spits, the elevated moraine cores of these three islands offered a favourable settlement ground, with easy access to fertile marshlands and tidal creeks, leading to the open sea. On the island of Föhr, the early medieval settlements at Witsum, Nieblum and Goting are situated along the southern coast of the island, located on the high moraine core in close proximity to the lower marshlands or beaches as well as nearby tidal creeks and wetlands[20]. Similarly, on the island of Sylt, the settlement of Tinnum is located on a small moraine, close to a tidal creek crossing the marshlands[21]. The settlement at Wenningstedt is located on the high moraine, close to the cliffs and beaches. All settlements seem to start around the mid- or late 7th century in the course of a (probably Frisian) migration.

Tinnum, island of Sylt (Sylt-Ost Tinnum NF, LA 128)

In the years from 2002 to 2012, the State Archaeological Department of Schleswig-Holstein conducted several rescue excavations in the area of a new built commercial park in the village of Tinnum, island of Sylt[22]. The settlement traces stretch over several hectares and date into different phases of the entire first millennium AD. The north-eastern part of the area contained an early medieval settlement with traces of mainly pit houses, pits and wells. The absence of yard enclosures, ditches or any above ground structures like longhouses indicate a seasonal character of the settlement[23]. Numerous finds of tools for textile production, smithing slags, several thousand pieces of debris from amber working and many shards of vessel glass alongside broken glass beads indicate a focus on craft production, marking the settlement a possible trading site or seasonal marketplace. The find material, namely the shards of local pottery as well as the glass objects, date the settlement into the 7th to 10th century. The glass objects from Tinnum were

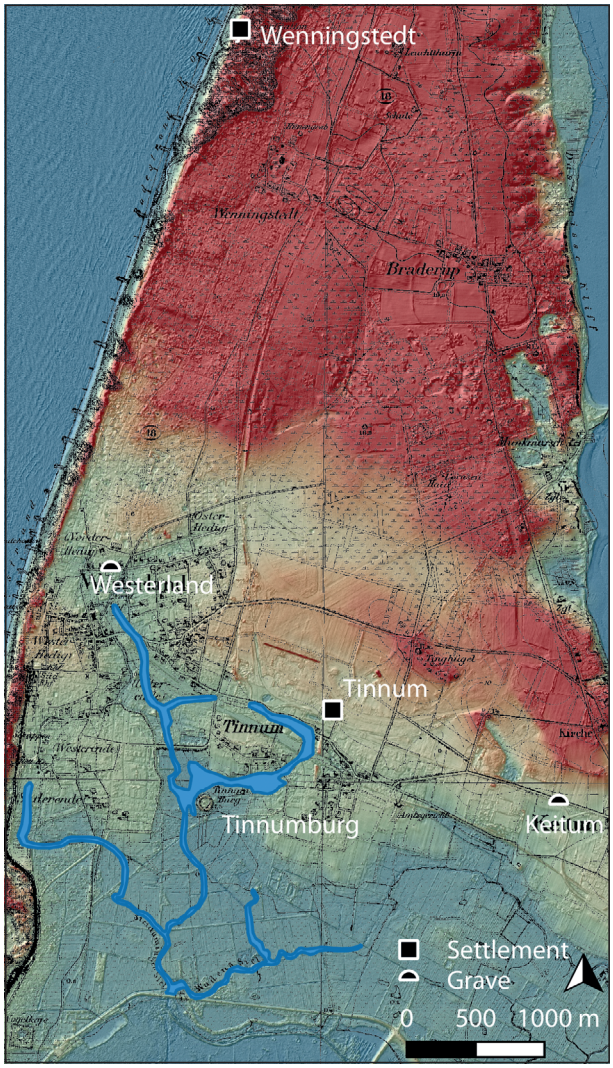


Fig. 3 Island of Sylt. Central part of the island with early medieval sites with glass finds, possibly navigable waterways (blue, reconstruction based on historical maps and relief anomalies from Lidar-data) and the Tinnumburg ring fortress. – (Map B. Majchczack; Base map Prussian Map of 1879 and DGM2, ©GeoBasis-DE/LVermGeo SH).

mostly found by water sieving within the fillings of the pit house features and parts of an adjacent cultural layer. They comprise sherds of glass vessels and glass beads, one rod-end and one piece of molten glass.

A ring fortress protects the access to the trading site. The Tinnumburg lies on the foot of the moraine core, surrounded by marsh and wetlands. A tidal creek (**fig. 3**) connects the ring fortress with the open sea to the south, while a small arm of the wetland, possibly navigable by small boats, leads towards the trading site[24].

The vessel sherds share several characteristics: The glass quality is very high with mostly transparent glass including small bubbles and a very good state of preservation. This led to the assumption of the sherds to be of a high-quality soda-lime glass. The vessels are highly fragmented with small sherd sizes of usually less than 2 cm. There are wall sherds only, no rims. This makes an identification of the vessel types difficult. The diameters of the vessels indicate them to include large palm cups and globular beakers. A sherd of a thin, tubular shape possibly derived from a drinking horn or, more likely, a claw beaker. The colours of the glass vessels are remarkable. While a proportion is of a common light blue-green colour, more vibrant colours dominate the range with darker blue-green, vivid green-blue and vivid to dark turquoise glass colours. These vibrantly coloured sherds find their exact matches in the glass bead material, indicating a direct recycling of vessel sherds by a local beadmaker. Besides the blue coloured ones, beads in opaque yellow, dark red and light to dark green were found, which show no resemblance to the vessel glass. These beads might have been produced from tesserae (notably, none were found in the excavations) or from recycled vessel glass with added colourants and opacifiers.

The typological dating of the Tinnum beads is difficult to establish, since characteristic forms and decorations are missing. A dating into the 7th/8th century is most likely due to the general forms of the beads and the other associated find material. It is striking, that several typical features of 8th century beads are missing in Tinnum: dark blue glass (with Co as colourant) and white-red polychrome decorations, as they become common in South Scandinavian bead making around AD 725, are completely missing. Also, the later black or blue beads with yellow trails (»wasp beads«) or the mass-imported cut-drawn beads starting in the late 8th century are completely absent in Tinnum[25]. It can therefore be argued, that the Tinnum bead material is most likely to be dated into the last decades of the 7th or the early 8th century[26].

All analysed glass objects were found in a particular area of the Tinnum settlement, distributed over several pit houses and a cultural layer. The find material in this area is lacking objects with a distinct and clearly datable typology, making it difficult to establish a precise dating for the pit houses and the overall settlement area. However, the glass vessel typology with bowls and globular beakers, the absence of funnel beakers and the absence of the usually widespread polychrome beads indicate a rather early dating in the beginning North Frisian Early Middle Ages, namely into the late 7th or early 8th century. This is further backed by pottery finds and dendrochronological dates from settlement features[27].



Fig. 4 Wenningstedt, island of Sylt. Photo of the site in November 2013. The dark earth in the valley is the remaining fossil topsoil, containing finds and archaeological features. – (Photo B. Majchczack).

The chemical analysis and thus the selection of sampled objects aim to find a chemical connection between the vessel glass and the optically similar glass beads to prove a local bead making workshop, as well as to find clues to the provenance of the glass vessels and their dating.

Wenningstedt, island of Sylt (Wenningstedt NF, LA 149)

The archaeological site of Wenningstedt is a small area in the dune belt on the western coast of the island of Sylt on the edge of the »Red Cliff«. The narrow dune valley has a size of approx. 160 m × 30 m only (**fig. 4**). First finds occurred in 2007, when wind erosion enlarged the valley and reached the fossil topsoil[28]. The erosion exposed archaeological features like ditches and pit houses as well as finds. Recurrent field surveys collected early medieval objects including pottery sherds, a glass vessel sherd, numerous glass beads, pieces of amber and a sceat coin. All finds date into the 8th century. The finds and archaeological features strongly indicate that the find spot in the valley is part of a probably much larger trading site with a similar structure as Tinnum or Witsum.

The glass finds comprise one sherd of a funnel beaker and numerous glass beads. The beads belong to the distinctive group of blue-white-red beads of the mid-8th century[29]. All beads are intact and no production waste or other evidence for a local bead production was found.

Nieblum, island of Föhr (Nieblum NF, LA 67)

Close to the southern coast of Föhr near the beaches of Nieblum lies a remarkable early medieval settlement site (**fig. 5**). Following the first discovery in summer of 2006 by aerial pictures, subsequent geomagnetic prospections and field surveys[30], a first trial excavation took place in 2016. The settlement stretches over an area of approx. 480 m × 200 m in total. A system of multiple ditches or moats forms an oval-shaped enclosure for the settlement. The interior seems to be divided by yard enclosures and contains mostly pit houses as seen in the crop marks; other types of buildings are likely but not detectable. The find material from field surveys include early medieval pottery, a whetstone and traces of iron smithing. The excavation of 2016[31] focused at three pit houses and parts of the enclosure, proving them to date into the 8th-9th century. One of the pit

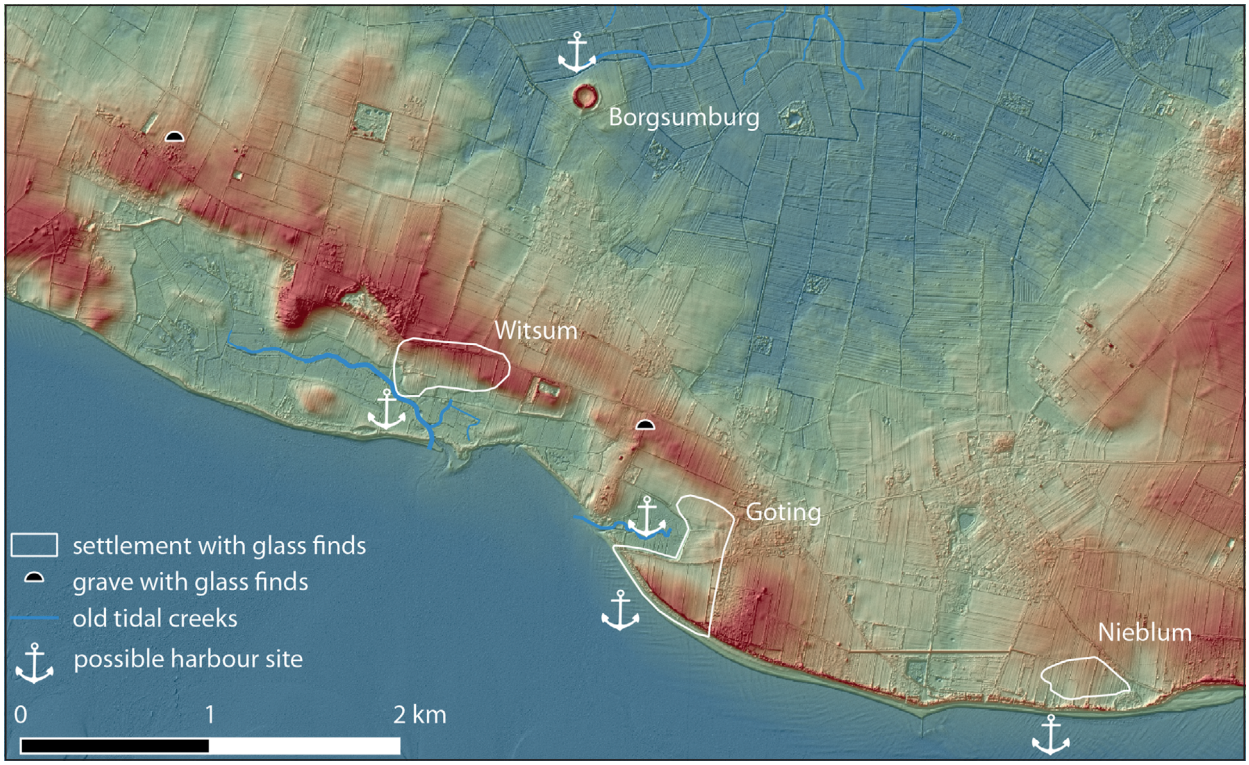


Fig. 5 Island of Föhr. Southern coast of the island with early medieval sites with glass finds, possibly navigable waterways (reconstruction based on historical maps and relief anomalies from Lidar-data), possible harbour sites and the Borgsumburg ring fortress. – (Map B. Majchczack; Base map: Prussian Map of 1879 and DGM2, ©GeoBasis-DE/LVermGeo SH).

houses contained sherds of a funnel beaker and two broken glass beads alongside distinctive shell-tempered pottery of the late 8th-9th century. One of the beads is a fragment of a distinctive »wasp bead« of the late 8th century[32]. Although the excavation was very limited, it provided strong evidence that the Nieblum settlement was possibly a protected village and a centre of production for textiles, iron products and maybe glass beads.

Witsum, island of Föhr (Witsum NF, LA 146)

Just like at Nieblum, aerial photos led to the discovery of an early medieval settlement at Witsum in 2006. Located on the slope of the high moraine core and overlooking a small stretch of marshland and the beaches to the south (**fig. 5**), the settlement features a village-like system of yard enclosures and many pit houses. The small river »Godel« touches the settlement's southern edge before it flows into the North Sea, creating a natural harbour situation. The settlement measures about 510 m × 220-260 m with a total size of approx. 10 hectares. It was entirely prospected with magnetometry since 2006, detailed prospections with GPR, seismic methods and electric resistivity tomography followed. Especially the geomagnetic measurements reveal the settlement layout in detail with at least 105 pit houses, multiple phases of yard enclosures, a central road and several long houses. Field surveys and metal detecting turned up numerous finds of early medieval local pottery, loom weights, quernstone fragments and a silver coin of the 11th century. These indications for craft production and imported goods as well as the easy access to the open sea put the research focus on Witsum as a possible trading site[33]. The North Sea Harbour Project conducted eleven weeks of excavation at Witsum during 2013-2016, opening trenches in different areas of the settlement to gain

an overall insight into the settlement structures, gather dating find material and look for evidence of craft production and economic activities [34].
In the excavation of 2016, four pit houses were fully excavated under careful water sieving of their fillings. Besides evidence for textile production and amber bead making, all of them contained glass objects in form of vessel sherds, beads, two tesserae and a possible gaming piece. The distinctive blue-white-red decoration of the beads place the objects and the pit houses in the mid-8th century [35]. The glass sherds belong to different types of vessels, namely polychrome globular beakers, polychrome funnel beakers, mould-blown funnel beakers or elongated palm cups and a claw beaker. A selection of twelve vessel sherds for chemical analysis address questions on the origin of the vessels, whether vessels were imported for local consumption or in form of cullet for bead production and the distribution of vessel sherds within the settlement. To gain information on the possible bead production from vessel sherds, three beads, one tessera and the gaming piece were also sampled.

Goting, island of Föhr (Nieblum Goting NF, LA 151)

Also located on the southern shore of Föhr and in sight of the Witsum settlement, an elevated moraine at Goting hosts another important settlement (**fig. 5**). Early medieval finds from the active cliff at Goting, including a hoard of 87 sceat coins of the 8th century found in 1977, indicated a settlement with trade activities. Furthermore, a small inland wetland with a tidal creek towards the open sea, called »Bruk«, might have acted as a secure harbour location for the adjacent settlement. A geomagnetic prospection of the entire area around the »Bruk« and the cliff revealed settlement sections with different structures. Close to the beach and on the high moraine, the settlement structure is dominated by single pit houses. A road leads towards the wetlands. Next to the wetland, the magnetometry shows a parcel-like pattern with strong anomalies, followed by single long houses and clusters of strong anomalies to the Northeast [36]. The North Sea Harbour Project excavated for 14 weeks in 2014-2018 in two different parts of the settlement. The excavations in the parcelled area east of the wetland revealed a multi-layered workshop area with phases of the 8th to 10th century and further settlement remains up to the High Middle Ages. The workshop layers contained manifold evidence of iron smithing and boat repairs but little glass except some beads. These beads cover the 8th to 10th century with typical blue-white-red beads of the mid-8th century, drawn-cut beads, a mosaic bead and metal-foiled beads of the late 8th-9th century and monochrome wound beads of the 10th century [37].
In the south-eastern area close to the cliff, three pit houses of the 8th and 9th century were excavated, all of them contained glass finds. Several sherds belonged to glass vessels, mostly funnel beakers but also the outward-folded rim of a bowl or large palm cup with yellow trailing. Three of these sherds were selected for chemical analysis. Besides the vessel sherds, several entire glass beads of regional production, but mostly imported oriental drawn-cut and metal foiled beads were found. It is possible to date the pit-houses through their bead assemblages. One pit-house contains two characteristic wasp-beads and one metal-foiled bead and may be dated into the late 8th century, while the other two pit-houses may date somewhat younger, containing only blue drawn-cut beads and metal-foiled beads [38].

CATALOGUE OF GLASS FINDS SELECTED FOR CHEMICAL ANALYSIS

The Catalogue lists all glass samples, which have been analysed and discussed in the analytical results. It is sorted by archaeological sites and features [39]. The sample number refers to the KHa series of samples taken

by A. Kronz at the Electron Probe Laboratory at the Centre for Geosciences of Göttingen University, KHa stands for the Cologne Harbour Project. The inventory number designates the find object as inventoried by the Archaeological Museum Schloss Gottorf at Schleswig.

Sylt-Ost Tinnum LA 128

Pit house AU2007-607/5 – Late 7th to 8th century

KHa 140: Small wall sherd with a thin tubular form, possibly part of a drinking-horn or claw beaker. Blue-green transparent with thin dark red streaking and small bubbles. Tube diameter < 1 cm. Sherd size 9 mm × 4.6 mm. Wall thickness 2.1 mm. Dating: late 7th to 8th century. Inv.-No. SH2007-607.140.

KHa 141: Small wall sherd of a palm cup or globular beaker of vivid turquoise blue transparent glass with many small bubbles. Sherd size 9.7 mm × 6 mm. Wall thickness 1.5 mm. Dating: late 7th to 8th century. Inv.-No. SH2007-607.141.

KHa 143: Small wall sherd of vivid green-blue transparent glass with dark green-blue streaking and many small bubbles. Sherd size 9.2 mm × 14.2 mm. Wall thickness 1.5 mm. Dating: late 7th to 8th century. Inv.-No. SH2007-607.154.

KHa 144: Wall sherd, possibly of a globular or bag beaker, of vivid turquoise blue transparent glass with many small bubbles. Significantly curved with a thin horizontal and a thick vertical trail of the same colour on the outside. Sherd size 14.9 mm × 14.8 mm. Wall thickness 1.8 mm. Dating: late 7th to 8th century. Inv.-No. SH2007-607.157.

KHa 145: Small wall sherd of vivid green-blue transparent glass with small bubbles. Sherd size 7 mm × 4.1 mm. Wall thickness 1.6 mm. Dating: late 7th to 8th century. Inv.-No. SH2007-607.159.

KHa 155: Wall sherd of light blue-green transparent glass with many small bubbles. Sherd size 6.2 mm × 19.3 mm. Wall thickness 1.4 mm. Dating: late 7th to 8th century. Inv.-No. SH2007-607.199.

Pit house AU2007-607/65 – Late 7th to 8th century

KHa 146: Wall sherd of a large palm cup or bowl of dark turquoise blue transparent glass with many small bubbles. Three horizontal trails of the same colour. Sherd size 14.7 mm × 18 mm. Wall thickness 1.4 mm. Dating: late 7th to 8th century. Inv.-No. SH2007-607.161.

KHa 147: Fragment (halve) of a monochrome biconical bead of vivid blue-green transparent glass, slightly clouded by small bubbles. Length 3.8 mm. Diameter 5.3 mm. Hole diameter 1-1.8 mm. Dating: late 7th to 8th century. Inv.-No. SH2007-607.165.

KHa 148: Fragment (halve) of a monochrome melon-shaped bead of vivid turquoise blue transparent glass with many small bubbles. Length 8.5 mm. Diameter 11 mm. Hole diameter 4.5 mm. Dating: late 7th to 8th century. Inv.-No. SH2007-607.166.

Pit house AU2007-607/7 – Late 7th to 8th century

KHa 114: Wall sherd of a bowl of light blue-green transparent glass with many small bubbles. Vessel diameter approx. 16 cm. Sherd size 18 mm × 20 mm. Wall thickness 1.2-1.8 mm. Dating: late 7th to 8th century. Inv.-No. SH2007-607.179.

KHa 115: Small wall sherd of light blue-green transparent glass with many small bubbles. Sherd size 15 mm × 4.4 mm. Wall thickness 1.4 mm. Dating: late 7th to 8th century. Inv.-No. SH2007-607.180.

KHa 142: Fragment (halve) of a monochrome ring-shaped bead of vivid yellow opaque glass. Length 6.8 mm. Diameter 9 mm. Hole diameter 4.6 mm. Dating: late 7th to 8th century. Inv.-No. SH2007-607.149.

KHa 149: Sherd of colourless transparent flat glass with many small and medium sized bubbles and an uneven surface. Sherd size 18 mm × 13 mm. Wall thickness 1.8 mm. Dating: modern (due to chemical analysis, see below). Inv.-No. SH2007-607.169.

KHa 150: Lump of brownish transparent glass with white patina and uneven surface. Size 23 mm × 17 mm. Weight 2 g. Dating: possibly late 7th to 8th century. Inv.-No. SH2007-607.170.

KHa 151: Small wall sherd of a palm cup or globular beaker of vivid turquoise blue transparent glass with many small bubbles. Sherd size 9 mm × 7 mm. Wall thickness 2.5 mm. Dating: late 7th to 8th century. Inv.-No. SH2007-607.172.

KHa 152: Fragment of a monochrome barrel-shaped bead of dark red opaque glass. Length 6.9 mm. Dating: late 7th to 8th century. Inv.-No. SH2007-607.182.

KHa 153: Fragment (third) of a monochrome melon-shaped bead of vivid turquoise-blue transparent glass with many small bubbles. Length 7 mm. Hole diameter 4.5 mm. Dating: late 7th to 8th century. Inv.-No. SH2007-607.193.

Cultural layer in trench 1, excavation AU2007-607 – Late 7th to 8th century

KHa 154: Rod end of dark green transparent glass with many small bubbles. Size 20 × 16 × 10 mm. Weight 2 g. Dating: late 7th to 8th century. Inv.-No. SH2007-607.197.

Wenningstedt LA 149

Surface finds from eroded cultural layer, find report FM2013-704

KHa 116: Wall sherds from the lower part of a funnel beaker of light blue-green transparent glass with small bubbles. Vessel diameter 4 cm. Sherd size 25 mm × 15 mm. Wall thickness 2-3 mm. Dating: mid-8th century. Inv.-No. SH2013-704.12.

Nieblum LA 67

Pit house AU2016-17/9 – 9th century

KHa 117: Fragment (quarter) of a polychrome ring-shaped bead of dark green translucent glass with thin horizantal white opaque trails on the outside edges. Length 5 mm. Diameter 10 mm. Dating: 9th century. Inv.-No. SH2016-17.66.

KHa 118: Wall sherd of a funnel beaker of blue-green transparent glass with small bubbles. Diameter of lower funnel part 26 mm. Sherd size 9 mm × 12 mm. Wall thickness 1.3-1.8 mm. Dating: 9th century. Inv.-No. SH2016-17.113.

Witsum LA 146

Pit house AU2016-137/1 – Mid-8th century

KHa 119: Wall sherd of a polychrome globular beaker of blue-green transparent glass with small bubbles and five horizontal trails of vivid yellow opaque glass. Vessel diameter 7-8 cm. Sherd size 25 mm × 21 mm. Wall thickness 1.8 mm. Dating: mid-8th century. Inv.-No. SH2016-137.186.

KHa 156: Fragment (halve) of a barrel-shaped bead of dark blue translucent glass. Length 8 mm. Diameter 6 mm. Hole diameter 2 mm. Dating: mid-8th century. Inv.-No. SH2016-137.188.

Pit house AU2016-137/49 – Mid-8th century

KHa 120: Wall sherd of a polychrome vessel, possibly a globular beaker, of blue-green transparent glass with small bubbles and a horizontal reticella-trail of vivid yellow opaque and blue-green transparent glass. Sherd size 11 mm × 14 mm. Wall thickness 1.8-2.0 mm. Dating: mid-8th century. Inv.-No. SH2016-137.357.

KHa 121: Small wall sherd of light blue-green transparent glass with small bubbles. Sherd size 12 mm × 11 mm. Wall thickness 0.8-1.0 mm. Dating: mid-8th century. Inv.-No. SH2016-137.364.

KHa 122: Fragment (halve) of a monochrome barrel-shaped bead of dark red opaque glass. Length 5 mm. Diameter 6 mm. Hole diameter 1.5 mm. Dating: mid-8th century. Inv.-No. SH2007-607.385.

KHa 124: Tessera of irregular rectangular shape with sharp edges of light blue opaque glass. Size 11 × 8 × 10 mm. Dating: mid-8th century. Inv.-No. SH2007-607.375.
KHa 157: Fragment of a lozenge-shaped gaming piece or inlay with a flat bottom and a domed upper side. Dark brown translucent glass with a marvered double reticella rod of colourless transparent glass with white opaque trails. Diameter 4 mm × 12 mm. Thickness 6 mm. Dating: mid-8th century. Inv.-No. SH2007-607.313.
KHa 158: Small wall sherd of light blue-green transparent glass with small bubbles. Sherd size 4.5 mm × 8 mm. Wall thickness 1.8-2.0 mm. Dating: mid-8th century. Inv.-No. SH2016-137.356.
KHa 159: Wall sherd of a polychrome globular beaker of blue-green transparent glass with small bubbles and seven horizontal trails of vivid yellow opaque glass. Vessel diameter 7-8 cm. Sherd size 18 mm × 26 mm. Wall thickness 1.8-2.0 mm. Dating: mid-8th century. Inv.-No. SH2016-137.363.
KHa 160: Fragment (halve) of a polyhedral bead of dark blue translucent glass with four applied dots of dark red opaque glass. Length 11 mm. Diameter 7 mm. Hole diameter 4 mm. Dating: mid-8th century. Inv.-No. SH2016-137.376.
KHa 161: Wall sherd of a polychrome vessel of light blue-green transparent glass with small bubbles and a reticella-trail of dark blue transparent and light blue-green transparent glass. Sherd size 18 mm × 16 mm. Wall thickness 1.7 mm. Dating: mid- to late 8th century. Inv.-No. SH2016-137.377.

Pit house AU2016-137/72 – Late 8th century

KHa 123: Wall sherd of a mould-blown funnel beaker with vertical ribbing of light blue-green transparent glass with small bubbles. Sherd size 16.5 mm × 13 mm. Wall thickness 0.8-1.6 mm. Dating: mid- to late 8th century. Inv.-No. SH2016-137.492.
KHa 162: Wall sherd of a mould-blown funnel beaker with vertical ribbing of light blue-green transparent glass with small bubbles. Sherd size 14 mm × 11 mm. Wall thickness 0.6-1.0 mm. Dating: mid- to late 8th century. Inv.-No. SH2016-137.500.
KHa 163: Wall sherd of a polychrome vessel of light blue-green transparent glass with small bubbles with three parallel marvered trails of vivid yellow opaque glass. Sherd size 3.5 mm × 7.5 mm. Wall thickness 1.2-1.7 mm. Dating: mid- to late 8th century. Inv.-No. SH2016-137.515.
KHa 164: Small wall sherd of a polychrome vessel, possibly a funnel beaker, of light blue-green transparent glass with small bubbles and a vertical reticella-trail of light blue-green transparent and white opaque glass. Vessel diameter approx. 8 cm. Sherd size 12 mm × 11 mm. Wall thickness 0.8-1.0 mm. Dating: mid- to late 8th century. Inv.-No. SH2016-137.535.
KHa 165: Partially reconstructed claw of a claw beaker of dark blue transparent glass with small bubbles. Preserved claw size 42 mm × 23 mm. Wall thickness of beaker 1.5-2 mm. Wall thickness of claw 1.0-4.6 mm. Dating: 7th century. Inv.-No. SH2016-137.536.
KHa 166: Small wall sherd of a polychrome vessel of light blue-green transparent glass with small bubbles with two parallel marvered trails of vivid yellow opaque glass. Sherd size 8.5 mm × 6 mm. Wall thickness 0.5 mm. Dating: mid- to late 8th century. Inv.-No. SH2016-137.568.

Nieblum Goting LA 151

Pit house AU2017-31/1 – Late 8th century

KHa 188: Rim sherd of a polychrome vessel, probably a wide palm cup or bowl, of dark green transparent glass with small bubbles. The rim is folded outward and decorated with thin, marvered opaque yellow trails. Sherd size 19 mm × 7 mm. Wall thickness 1.5-2.5 mm. Inv.-No. SH2017-31.115.
KHa 189: Rim sherd of a monochrome funnel beaker of olive-green transparent glass with small bubbles and molten, slightly thickened rim. Sherd size 12 mm × 13 mm. Wall thickness 1.8-2 mm. Inv.-No. SH2017-31.182.
KHa 190: Rim sherd of a monochrome funnel beaker of light blue-green transparent glass with small bubbles and molten, slightly thickened rim. Sherd size 10 mm × 14 mm. Wall thickness 1-1.7 mm. Inv.-No. SH2017-31.184.

CHEMICAL ANALYSIS ON NORTH FRISIAN GLASS OBJECTS

Methodology and Research questions

In total, 41 samples were taken from the original objects at the Archaeological Museum Schloss Gottorf in Schleswig (V. Hilberg and G. Stawinoga for the Tinnum samples) and at the Electron Microprobe Laboratory of Göttingen University (A. Kronz). Each sample was analysed for 20 elements via Electron Microprobe (EPMA)[40], and for 65 major and trace elements LaICPMS[41]. The results on the most important elements are provided in tabel 1.

The objects were analysed as part of the series of glass samples in connection with the Cologne Harbour project[42] in order to gain a broad geographic distribution of products, which were possibly produced at the Cologne Harbour glass workshops or at related glass workshops in the Rhineland. The North Frisian trading sites were especially promising as probable profiteers of the Frisian-based trade along the North Sea coast between the Rhine estuary and Scandinavia. The chemical analysis aims to answer the following research questions:

Which main types of glass (compositional groups) can be found? Do the glass types, whose chronological occurrence is fairly well known, fit or contradict the archaeological dating of the sampled finds?

Is it possible to identify »production groups« within the sampled glass objects? This regards mainly the identifiable subtypes within the main glass types, which can be differentiated by specific geochemical signatures of the raw materials or local variations in glass recipes. »Production groups« can provide a contribution to determine the origin of glass objects. However, certain chemical signatures can only reflect the original signature of the raw-glass production workshop, while other parameters might be altered with every further processing step in secondary glass workshops.[43] Glasses with a uniform signature of chemical components, which result from non-intentional constituents from their raw materials, may therefore only be regarded as a characteristic of one raw-glass production workshop or a limited region of production, possibly in a very limited timeframe. Evidence for the secondary workshops is more difficult to obtain, but every additional processing step induces changes in the glass chemistry. These changes may include losses of Alkalis and Chlorine, possible element migration from the crucible walls (K, Al, Ti?) and fly ash from the furnace (K, Mg).

Is it possible to detect similarities between samples? Can samples be found to be chemically identical and therefore be attributed to origin from the same vessel or the same melted charge (»batch«) of glass; attributed to a certain »workshop« through only small variations in their base glass (e. g. from added colourants), within an assumed limited timeframe; attributed to a subtype (»production group«) and therefore part of a type of raw glass with a chronological and geographical limitation?

Can re-use and recycling be proven in the samples? Which chemical similarities can be found between vessel glass, which was possibly imported as cullet for recycling, and the beads? Were the beads of local produce? Can glass objects from the North Frisian Islands be connected within and across their specific chemical groups and sites; with glass finds from other sites along the North and Baltic Sea Coastal, such as Amrum, Cuxhaven-Altenwalde, Groß Strömkendorf/Reric, Rostock-Dierkow or Haithabu/Hedeby; with other sites from the analytical database and especially with the glass objects from the harbour of Cologne? Can a provenance be proven for some samples?

Main glass types

Based on the compositions or recipes of raw materials for glass production, especially the fluxing agent, three main glass types can be differentiated and may be considered in the analysis. These are soda-lime glass

Sample label Göttingen No	Locality-1	Locality-2	Type-1	Type-2	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MnO	MgO	CaO	Na_2O
KHa 149	Sylt	Tinnum	SLGM	modern	71.57	0.05	0.54	0.18	<0.024	0.30	14.59	11.91
KHa 150	Sylt	Tinnum	nn	cruc MIG Mn	64.43	0.14	5.73	0.89	5.45	0.32	10.92	8.62
KHa 152	Sylt	Tinnum	MAG	SAG Fsp-glas	61.29	0.11	10.33	1.58	0.07	0.75	5.90	9.86
KHa 122	Föhr	Witsum	SAG	SAG-Pb	56.92	0.18	2.21	1.96	0.51	2.02	7.72	13.41
KHa 141	Sylt	Tinnum	SLG	Lev-1	70.28	0.07	2.76	0.38	<0.024	0.57	7.59	15.75
KHa 151	Sylt	Tinnum	SLG	Lev-1	70.82	0.08	2.72	0.53	<0.024	0.63	7.16	15.69
KHa 146	Sylt	Tinnum	SLG	Lev-1	69.27	0.08	2.86	0.51	0.03	0.71	6.67	16.21
KHa 148	Sylt	Tinnum	SLG	Lev-1	68.68	0.08	2.93	0.52	<0.024	0.76	7.85	14.59
KHa 153	Sylt	Tinnum	SLG	Lev-1	68.83	0.08	3.12	0.51	<0.024	0.71	8.34	13.80
KHa 114	Sylt	Tinnum	SLG	HIMT-2	68.73	0.10	2.59	0.67	0.33	0.84	7.80	16.42
KHa 115	Sylt	Tinnum	SLG	HIMT-2	69.14	0.10	2.60	0.70	0.34	0.82	7.69	16.41
KHa 155	Sylt	Tinnum	SLG	HIMT-2	69.45	0.09	2.59	0.69	0.34	0.83	7.74	16.52
KHa 144	Sylt	Tinnum	SLG	HIMT-2	67.60	0.11	2.58	0.62	0.10	0.85	8.10	16.20
KHa 140	Sylt	Tinnum	SLG	HIMT-2	68.02	0.11	2.59	0.90	0.33	0.94	7.44	16.30
KHa 143	Sylt	Tinnum	SLG	HIMT-2	68.04	0.11	2.56	0.85	0.32	0.95	7.45	16.36
KHa 145	Sylt	Tinnum	SLG	HIMT-2	68.15	0.11	2.61	0.81	0.34	0.93	7.37	16.41
KHa 118	Föhr	Nieblum	SLG	HIMT-2	68.43	0.13	2.42	0.82	0.68	0.91	6.93	17.23
KHa 166	Föhr	Witsum	SLG	HIMT-2	68.96	0.09	2.47	0.82	0.60	0.71	7.00	17.23
KHa 121	Föhr	Witsum	SLG	HIMT-2	68.10	0.12	2.48	0.85	0.58	0.79	6.91	17.44
KHa 123	Föhr	Witsum	SLG	HIMT-2	67.96	0.11	2.48	0.97	0.54	0.76	6.85	17.21
KHa 162	Föhr	Witsum	SLG	HIMT-2	68.92	0.11	2.47	0.82	0.54	0.76	6.99	17.34
KHa 164	Föhr	Witsum	SLG	HIMT-2	68.54	0.11	2.50	0.92	0.43	0.73	6.87	16.91
KHa 190	Föhr	Goting	SLG	HIMT-2	67.28	0.14	2.71	1.19	0.68	0.96	7.14	16.54
KHa 189	Föhr	Goting	SLG	HIMT-2	66.25	0.17	2.62	1.28	0.83	0.94	6.53	17.21
KHa 117	Föhr	Nieblum	SLG	HIMT-2	65.11	0.11	2.45	1.09	0.47	0.65	6.63	15.63
KHa 165	Föhr	Witsum	SLG	HIMT-2	68.60	0.05	2.29	0.86	0.41	0.64	7.07	16.63
KHa 156	Föhr	Witsum	SLG	HIMT-2	68.82	0.09	2.32	1.00	0.49	0.66	6.81	17.20
KHa 163	Föhr	Witsum	SLG	HIMT-2	67.58	0.11	2.46	0.96	0.51	0.80	6.65	17.23
KHa 120	Föhr	Witsum	SLG	HIMT-2	67.24	0.09	2.40	0.92	0.49	0.83	6.53	17.39
KHa 119	Föhr	Witsum	SLG	HIMT-2	66.89	0.11	2.34	0.90	0.51	0.81	6.25	17.73
KHa 159	Föhr	Witsum	SLG	HIMT-2	67.16	0.10	2.34	0.91	0.51	0.80	6.32	17.71
KHa 188	Föhr	Goting	SLG	HIMT-2	66.35	0.10	2.22	0.84	0.64	0.87	6.36	17.57
KHa 157	Föhr	Witsum	SLG	HIMT-2	68.57	0.13	2.55	0.97	0.40	0.73	6.10	18.17
KHa 116	Sylt	Wenningstedt	SLG	HIMT-2	67.67	0.09	2.24	0.78	0.53	0.82	6.49	18.11
KHa 147	Sylt	Tinnum	SLG	HIMT-2	66.86	0.11	2.41	0.87	0.78	0.89	6.21	18.51
KHa 142	Sylt	Tinnum	SLG	HIMT-2 PbSn	48.64	0.08	2.01	0.72	0.35	0.56	4.77	13.39
KHa 166ge	Föhr	Witsum	SLG	HIMT-2 PbSn	44.92	0.09	2.25	0.56	0.12	0.43	4.07	10.59
KHa 163ge	Föhr	Witsum	SLG	HIMT-2 PbSn	47.63	0.10	1.92	0.62	0.29	0.50	4.61	12.25
KHa 158	Föhr	Witsum	SLG	HIMT-2	67.16	0.18	2.26	0.96	1.02	0.91	6.00	19.23
KHa 161	Föhr	Witsum	SLG	HIMT-2	67.49	0.15	2.27	1.00	0.80	0.89	6.19	18.96
KHa 160	Föhr	Witsum	SLG	HIMT-2	67.12	0.20	2.45	1.34	0.74	0.88	6.57	18.94
KHa 154	Sylt	Tinnum	SLG	Rom-bg?	70.23	0.19	1.44	0.62	0.04	0.80	6.93	18.29

Tab. 1 Chemical copmposition of sampled glass finds from Sylt and Föhr. Listed are the main, secondary and selected trace elements (oxide data: electron microprobe in mass-%, elements: La-ICPMS (ICP) in µg/g). – (Table B. S. Majchczack, A. Kronz).

K_2O	P_2O_5	SO_3	Cl	CuO	PbO	SnO_2	As_2O_5	Sb_2O_5	wt-total	Co-ICP	Sr -ICP	Zr-ICP	Sn-ICP	Sb-ICP	Pb-ICP
0.11	0.02	0.67	0.07	<0.040	<0.051	<0.027	0.08	<0.030	100.11	0.9	83	20	1	1	22
2.30	0.07	0.28	0.03	<0.041	<0.049	<0.028	<0.047	<0.030	99.34	9.4	259	156	4	6	70
5.10	0.27	0.05	0.34	3.23	0.06	1.39	<0.046	<0.032	100.38	4.3	74	211	10286	78	438
1.75	0.75	0.19	0.82	2.72	8.23	0.45	<0.050	0.23	100.24	39.8	624	74	3205	1838	79555
0.44	0.04	0.15	0.91	1.10	0.05	0.05	<0.046	<0.029	100.26	1.9	397	45	366	9	548
0.53	0.03	0.12	0.94	1.18	0.06	0.08	<0.047	<0.028	100.68	2.4	394	49	513	12	528
0.59	0.06	0.09	0.92	2.30	0.18	0.06	<0.046	<0.028	100.60	3.7	387	54	462	14	1758
0.35	0.04	0.08	0.95	2.12	1.51	0.08	<0.045	<0.029	100.63	2.0	362	52	940	134	14460
0.39	0.04	0.06	0.89	2.00	0.96	0.03	<0.046	<0.029	99.84	3.2	437	45	437	8	10624
0.88	0.14	0.17	0.84	<0.039	<0.049	<0.026	<0.046	0.09	99.80	14.1	485	59	68	689	369
0.88	0.14	0.18	0.82	<0.040	0.07	<0.027	<0.046	0.08	100.11	12.1	483	58	71	661	360
0.91	0.15	0.17	0.83	<0.039	<0.051	0.03	<0.047	0.08	100.58	13.5	477	58	70	718	377
0.69	0.10	0.14	0.76	1.54	0.52	0.09	<0.045	0.04	100.21						
0.89	0.15	0.18	0.82	1.15	0.11	0.05	<0.045	0.05	100.12	8.9	491	63	348	482	998
0.90	0.14	0.18	0.82	1.24	0.10	0.05	<0.046	0.05	100.18	9.2	488	62	418	485	1128
0.91	0.15	0.19	0.82	1.26	0.12	0.06	<0.046	0.06	100.39	9.2	482	62	427	488	1165
0.96	0.16	0.21	0.91	0.07	0.15	0.05	<0.046	0.22	100.33	18.4	465	76	268	1580	1626
0.82	0.14	0.18	0.87	0.11	0.45	0.07	<0.044	0.22	100.80	18.2	461	63	617	1884	3978
0.87	0.14	0.23	0.89	0.23	0.67	0.12	<0.045	0.29	100.80	21.4	464	72	905	2122	6671
0.79	0.14	0.21	0.87	0.23	0.54	0.07	<0.046	0.30	100.12	18.2	465	78	686	2262	6033
0.77	0.14	0.20	0.85	0.19	0.61	0.11	<0.045	0.26	101.14	20.7	458	67	689	2327	5822
0.81	0.14	0.20	0.82	0.20	0.95	0.14	<0.046	0.33	100.69	18.8	448	64	1028	2322	9500
1.25	0.25	0.17	0.75	0.21	0.71	0.09	<0.046	0.25	100.46	26.6	475	79	711	1860	7628
1.21	0.17	0.22	0.84	0.50	1.05	0.16	<0.045	0.25	100.40	27.9	482	95	1637	1961	15205
1.14	0.16	0.17	0.83	1.80	3.41	0.49	<0.047	0.26	100.48	51.6	418	61	4315	2096	34135
0.55	0.09	0.30	0.85	0.27	0.30	<0.027	<0.046	1.86	100.95	458.0	444	47	122	13965	2946
0.58	0.12	0.33	0.95	0.28	0.37	0.03	<0.046	1.60	101.80	548.1	448	56	126	11152	3854
0.83	0.13	0.24	0.84	0.35	1.25	0.16	<0.046	0.41	100.61	36.0	451	71	1248	2959	11130
0.75	0.15	0.26	0.88	0.59	1.59	0.18	<0.045	0.55	100.93	30.6	454	65	1252	4637	13655
0.76	0.12	0.30	0.94	0.67	1.54	0.18	<0.047	0.86	101.00	33.8	441	68	1397	5186	17170
0.74	0.12	0.28	0.94	0.60	1.39	0.16	<0.046	0.77	100.96	77.0	437	64	1047	6079	11669
0.77	0.15	0.30	0.93	0.64	1.45	0.09	<0.046	1.23	100.60	33.0	463	55	663	8473	13820
0.63	0.10	0.28	0.96	0.59	0.24	0.05	<0.046	1.01	101.60	237.6	431	66	470	8876	2284
0.63	0.12	0.28	0.93	0.41	1.00	0.11	<0.046	0.81	101.09	24.6	461	61	865	5828	9164
0.63	0.12	0.28	1.02	1.69	0.60	0.05	<0.046	0.28	101.40	13.1	443	62	512	2014	5775
0.47	0.08	0.22	0.67	0.32	25.53	1.86	0.55	0.70	100.93	46.4	305	46	25865	6013	264100
0.50	0.05	0.11	0.43	0.09	33.75	2.00	<0.055	0.09	100.07						
0.63	0.12	0.15	0.47	0.21	28.28	2.51	0.09	0.28	100.69						
0.54	0.08	0.30	1.12	0.22	0.40	0.05	<0.045	0.40	100.92	41.2	453	98	302	3037	4302
0.58	0.07	0.31	1.11	0.27	0.49	0.06	<0.045	0.60	101.30	116.4	454	90	354	3835	4559
0.53	0.07	0.27	1.07	0.22	0.39	0.04	<0.046	0.59	101.53	335.6	489	106	380	4433	4849
0.47	0.06	0.24	1.08	<0.039	0.07	<0.026	<0.045	<0.028	100.58	2.2	561	105	6	3	466

Tab. 1 (continued).

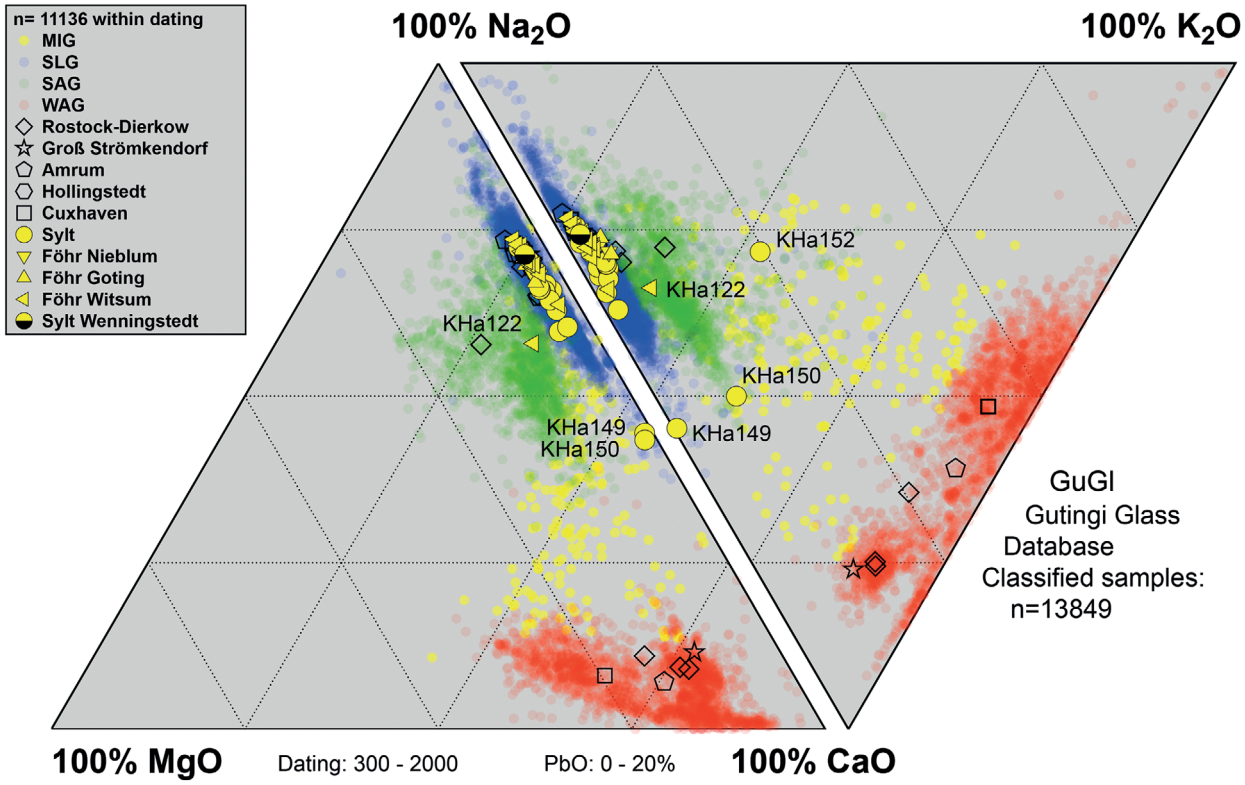


Fig. 6 Glass composition, charted in the doubled ternary-systems of Na_2O-CaO-MgO and Na_2O-K_2O-CaO. **Red**: Wood-ash glass types (WAG, WALG). – **Green**: Soda-ash glass (SAG). – **Blue**: Soda-lime glass (SLG) and Mixed-alkali- und mixed glasses (MAG, MIG). – **Small points**: Data from published research and unpublished, own analysis data. – (After Kronz 2020, fig. 1).

(SLG), soda-ash glass (SAG) and wood-ash glass (WAG)[44]. While the two latter types use different plant ashes as a fluxing agent, the soda-lime glass is based on lime and mineral soda. Its main component is trona ($Na_3H(CO_3)_2 \cdot 2\,H_2O$), which was mined nearly exclusively, according to current state of research, from deposits in Egypt. Soda-lime glass is the dominant glass type in Antiquity and the Early Medieval Period in Europe. **Figure 6** shows the composition of the glass samples from Föhr and Sylt within a doubled ternary-system of Na_2O-CaO-MgO and Na_2O-K_2O-CaO. The chart is especially suited to differentiate the main glass types. It includes > 13 000 glass sample data points from various published research, collected in a joint database, coloured according to the main glass types and filtered for dates from AD 300.

Apart from a few exceptions still to be discussed, almost all examined glass finds from Föhr and Sylt can be identified as SLG. The glass composition corresponds to thousands of antique and early medieval glass compositions (blue points in **fig. 6**). According to the present state of knowledge, the wood-ash glass that appeared in the last quarter of the 8th century[45] cannot be proven in any sample, which can certainly be interpreted as *terminus ante quem* and confirms the archaeological dating.

Several samples with anomalous compositions are discussed in detail: The only flat glass (KHa 149, a soda-lime glass) found at Sylt (Tinnum) can be identified with certainty as modern glass. The concentrations of certain chemical elements are such low (Fe, Sn, Sb, rare earths, Sr) that the starting components used for production must come from chemically processed raw materials. This composition is only achievable with chemical soda, so that this glass dates from the 19th century at the earliest, but rather to the 20th century. Moderate arsenic contents (> 700 µg/g As) for decolourization also speak for a modern glass. It will not be considered further in the following.

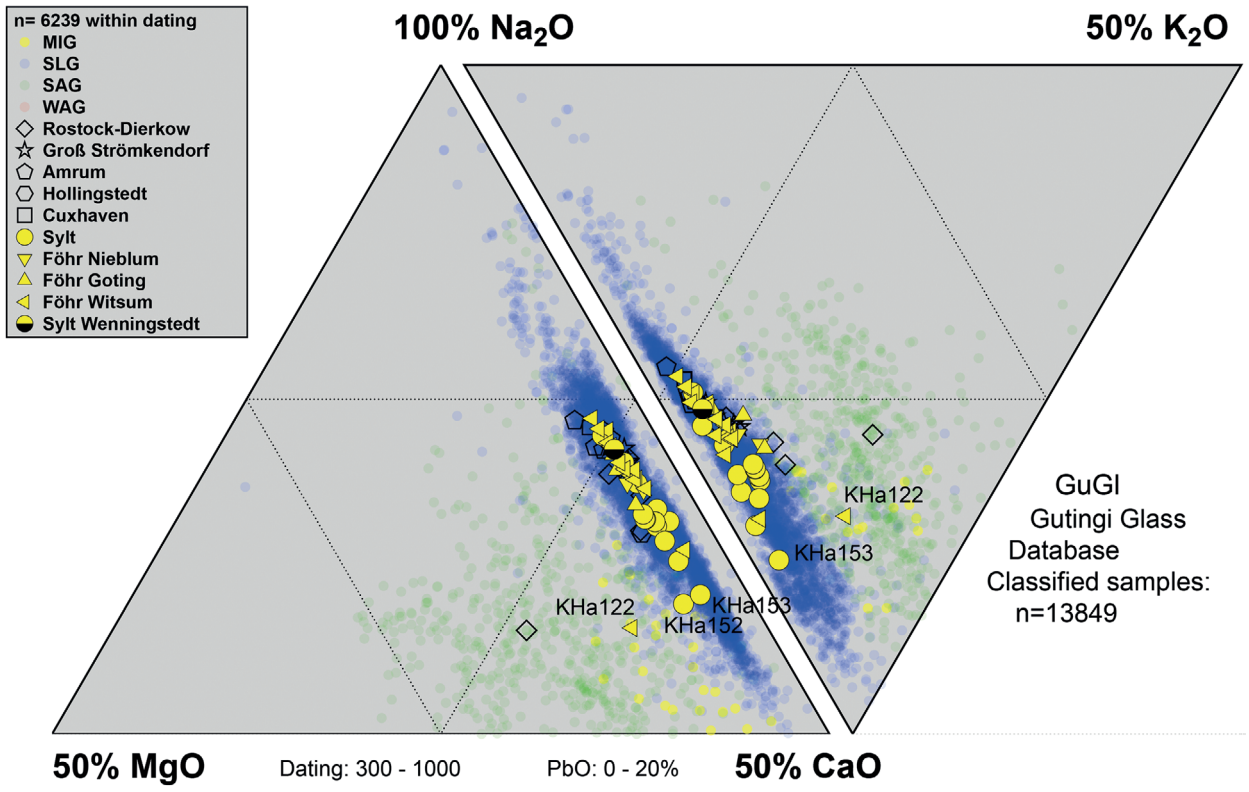


Fig. 7 Glass composition as in **fig. 6**, reduced to 50 % CaO, K_2O und MgO each. With exceptions, the glass finds from Sylt tend to have lower Na_2O/CaO ratios than those from Föhr. Only glass samples in the dating period AD 400-1000 are included. – (After Kronz 2020, fig. 2).

The sample KHa 150 cannot be clearly classified into a historical glass group. The glass lump is strongly corroded, the interior consists of an intact brown glass with a very high manganese content (5.45 % MnO). In the Na-Mg-Ca ratios it corresponds to the modern window glass KHa 149, but differs significantly in the trace element content. The manganese addition is intentional to achieve a brown colouration. If it was an early medieval glass, a tessera fragment would be conceivable as an added colourant. However, the chemical composition does not find any analogues in published analyses. An interpretation as submodern glass is probable, at least in this respect.

An exception to the main glass type SLG is the sample KHa 152, which can be described as mixed alkaline glass (MAG). The opaque orange-dark red glass bead from Sylt (Tinnum) is a speciality in this respect, because it belongs to a quite rare glass type due to its very unusual chemical composition. Its high aluminum content and a very low Zr/Hf ratio allow a clear classification. The origin is to be found in the Indo-Pacific region, probably Northern India. Analogous beads are presented for Ribe/Denmark[46]. Due to the high Al content, some calcium and alkalis were introduced via feldspar, so it is not clear whether plant ash or a mineral soda raw material was used as a further source of alkalis.

The red glass bead KHa 122 is also an exception and can be identified as soda-ash glass (SAG), which was produced from sodium-rich plant ash from beach plants and a raw material containing SiO_2. Analogous beads from the Scandinavian region are classified as »Group 1&2«[47] and partly interpreted as potentially recycled waste glass. For the bead KHa 122 a mixed glass of SLG and wood-ash glass would be possible, but very unlikely regarding the dating, therefore it is either a SLG which is quite strongly contaminated with wood ash or (more likely) a SAG.

All other objects belong to the soda-lime glass type. Their chemical variation reflects a rather uniform glass formulation with respect to the higher concentrated major elements, but allows groupings in the Na_2O-CaO ratios, which also tend to separate the finds from Sylt and Föhr (**fig. 7**). This grouping suggests different production groups, which will be examined in more detail below.

Glass subtypes or production groups

From the beginning of the first millennium AD onwards, soda-lime glass (SLG) was the dominant glass type in Western Europe. Surprisingly, its chemical composition in Roman times varied only within very narrow limits. On the one hand, this was attributed to a strict adherence to recipes despite an allegedly large spread of primary glassworks throughout the entire Roman Empire[48], while an alternative interpretation sees in it a limitation of Roman primary glass production to very few locations, as demonstrated in the Levant with very large tank furnaces[49].

With the unambiguous proof[50] that the Roman glassworks in the Hambach Forest are not primary glassworks[51], a Roman primary glass production north of the Alps is also generally more and more questioned. If it existed at all, it had at most a marginal importance outside the mentioned large production centres. Interestingly, this situation does not seem to change in the Early Medieval Period. Primary glass production cannot be expected for the early Middle Ages either; rather, the proportion of recycled waste glass increases during periods of scarce resources[52]. Nevertheless, the material flow of raw glass from the Levant and Egypt seems never to have been completely interrupted until the 9th/10th century.

If we divide the late antique to early medieval soda-lime glass (SLG) into subtypes, the following results can be recorded for the glass samples from Sylt and Föhr (**fig. 8-9**):

Almost all glass objects are restricted to two production groups, which can be classified as »Levantine-1« and »HIMT-2« (»High-Iron-Manganese-Titanium«)[53]; actual classical roman glass (type »Roman-«) is missing with two (uncertain) exceptions. However, these exceptions are to be seen with the caveat that the transitions of Roman glass types to the so-called HIMT-2 type are fluent and a clear delimitation is difficult; late SLG types of the 8th/9th century (Egypt-1 and Egypt-2) are not encountered.

It should be noted that the HIMT-2 subtype is still defined very inconsistently: H. E. Foster and C. M. Jackson (2009) define in addition to HIMT-1 a late Roman glass group as »HIMT-2«. Compared to HIMT-1, HIMT-2 shows rather lower contents of the eponymous elements (Fe, Mn, Ti), but compared to Roman glass *sensu stricto* it is clearly enriched in these elements. In addition, the names »série 3.2«[54], »weak HIMT«[55] and a subtype »High Lime Iron Manganese Titanium«[56] are found in literature.

Figure 8 shows a variation diagram of the element oxide ratios Fe_2O_3/Al_2O_3 to Fe_2O_3/TiO_2. It is well suited to differentiate some production groups. However, other chemical systems must also be used for a more precise mapping. In this system, for example, the Egypt groups are strongly overlaid with HIMT-1. Especially these elements are specific to raw material and, at least in smaller quantities, were not added intentionally. They rather reflect the natural composition of the sand used in the raw glass production. The HIMT-2 subtype shows further distinct chemical variants, depending on chronology (**fig. 9**), which at least allow to clearly distinguish further subtypes, ranging until the end of the 4th century and further from the 7th century on, whereas in the period of the 5th-6th century both variants occur. Likewise, the late »HIMT-2« SLG of the 9th century seems to differentiate itself again. These distinguishing criteria need to be refined in the future, as they certainly help to support the dating of glass.

Taking into account the analytical errors and scattering of the individual measurements in a sample, the Levantine-1 and HIMT-2 glasses and especially the samples from Sylt form self-contained groups, partly with chemically identical samples, which will be discussed below.

Apart from the already discussed exceptions to the main glass types are the samples KHa 154 and KHa 124 noteworthy. Sample KHa 154, a partly melted dark green rod end, is difficult to assign: Lower Al, Fe, Mn and Sb indicate a Roman type, higher Ti and Zr rather indicate HIMT. In the variation diagram **figure 8** the sample falls into the Egypt-1/-2 field, in **figure 9** it is assigned to HIMT-2. Both do not fit for all elements: It is possible that this sample represents an independent early medieval subtype, which is not yet found in the literature. There is an extremely good concordance with glasses of the 7th and 8th century from the Crypta Balbi in Rome[57].
Sample KHa 124 is a light blue tessera, coloured with little cobalt. Its Mn and very high Sb contents (as opacifier) fall within the range of Roman glass compositions. Therefore, it seems to be the only piece inherited from antiquity.

Similarities in composition between glass objects

In **tabel 1** as well as in **figure 10**, the samples are sorted according to their chemical similarity. However, the results are not always clear. Disturbing factors are the analytical error and the heterogeneity of the samples. Each sampled glass fragment was analysed with five individual separated points with the microprobe or two points with laser ablation (trace elements). Both variation variables are taken into account when specifying the scatter of a respective element.
Within this variation, some samples can be considered chemically identical and therefore could originate from a single object or directly from a melt batch:
Subtype Levantine-1: samples KHa 141, KHa 151.
Subtype HIMT-2: samples KHa 114, KHa 115, KHa 155; KHa 140, KHa 143, KHa 145; KHa 121, KHa 123, KHa 162; KHa 119, KHa 159 and KHa 158, KHa 161 (nearly identical).
In addition, numerous samples show quite strong similarities and therefore be classified as »same glass workshop« or at least, as far as the base glass is concerned, as »batch«[58] (**tab. 1**; **fig. 10**).

Origin of the beads

The vivid turquoise-blue beads of the Levantine-1 subgroup from Tinnum (KHa 148, KHa 153) were probably made directly from vessel glass (KHa 141, KHa 151 and KHa 146) (**fig. 10**). The base glass used for vessel glass production has a very uniform workshop signature. The samples KHa 141 and KHa 151 are probably from the same vessel. Although the iron contents of these samples differ slightly, this is due to heterogeneity within the samples. As a whole, all other element contents are very similar.
Differences can be found partly in the colouring elements (Cu) and especially in lead. This may be due to contamination from the crucibles or intentional variations in the bead making process. In principle, stronger chemical influences must be assumed in the bead production process, because in contrast to vessel or flat glass production, significantly smaller melting volumes are handled, which inevitably lead to a chemically heterogeneous product spectrum. Ash input and contamination from crucibles change the chemical signature of the glass much more than is the case in vessel or flat glass production. This can be deduced from increased K, Mg and Al contents.
The beads KHa 142 (Pb-Sn yellow opacified) and KHa 147 (dark blue-green) are similar despite the different colouration in the base glass. They are identified here as »HIMT-2«, but tend to the late Roman Sb and Mn decolourized glass (especially the Ca/Na ratio and the significantly higher Mn and Sb contents). Despite the different localities they are quite close to the vessel glass KHa 116 (Wenningstedt).

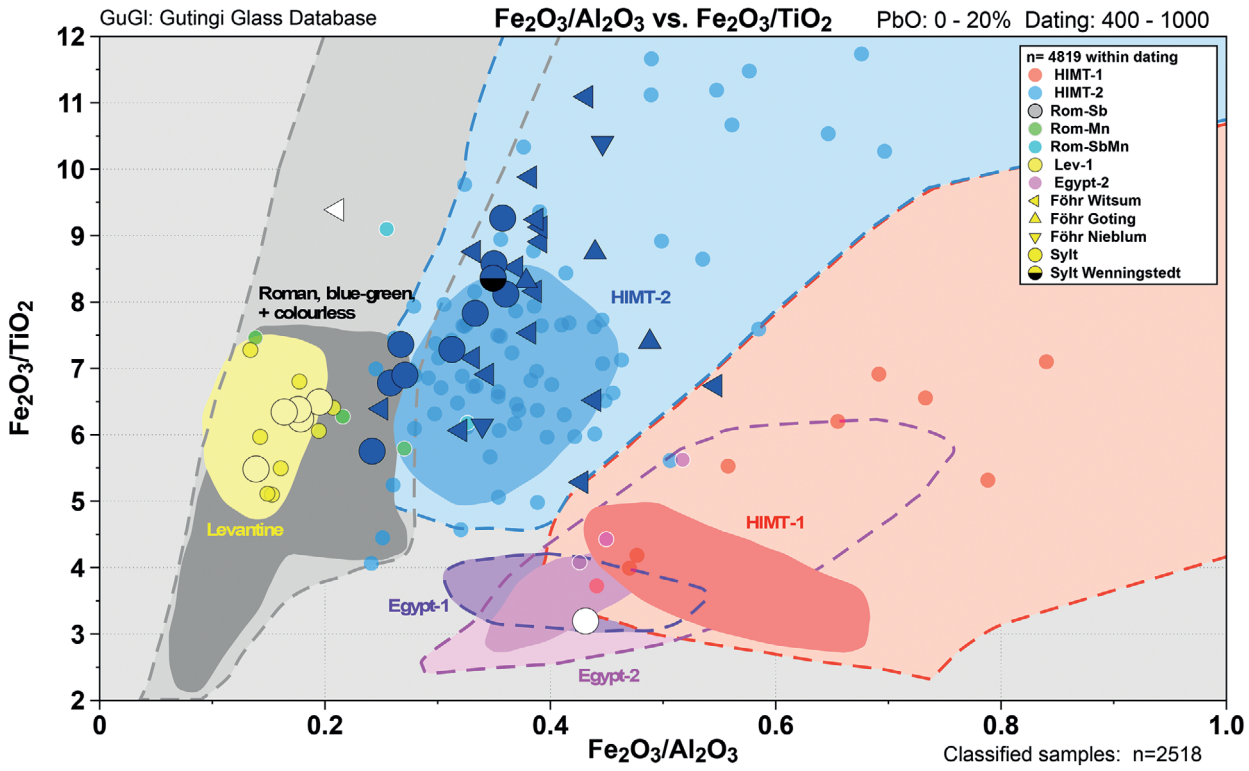


Fig. 8 Variation of glass composition in the system Fe_2O_3/Al_2O_3 – Fe_2O_3/TiO_2. **Yellow**: production group Levantine-1. – **Blue**: HIMT-2. – **Red**: HIMT-1. – **Large symbols**: Sylt und Föhr. – **Medium symbols**: Cologne. – **Small symbols**: other data from literature. Average error or scattering within individual samples is approx. 2 units in Fe_2O_3/TiO_2 and 0,07 in Fe_2O_3/Al_2O_3. Only glass samples in the dating period AD 400-900 are included. – (After Kronz 2020, fig. 3).

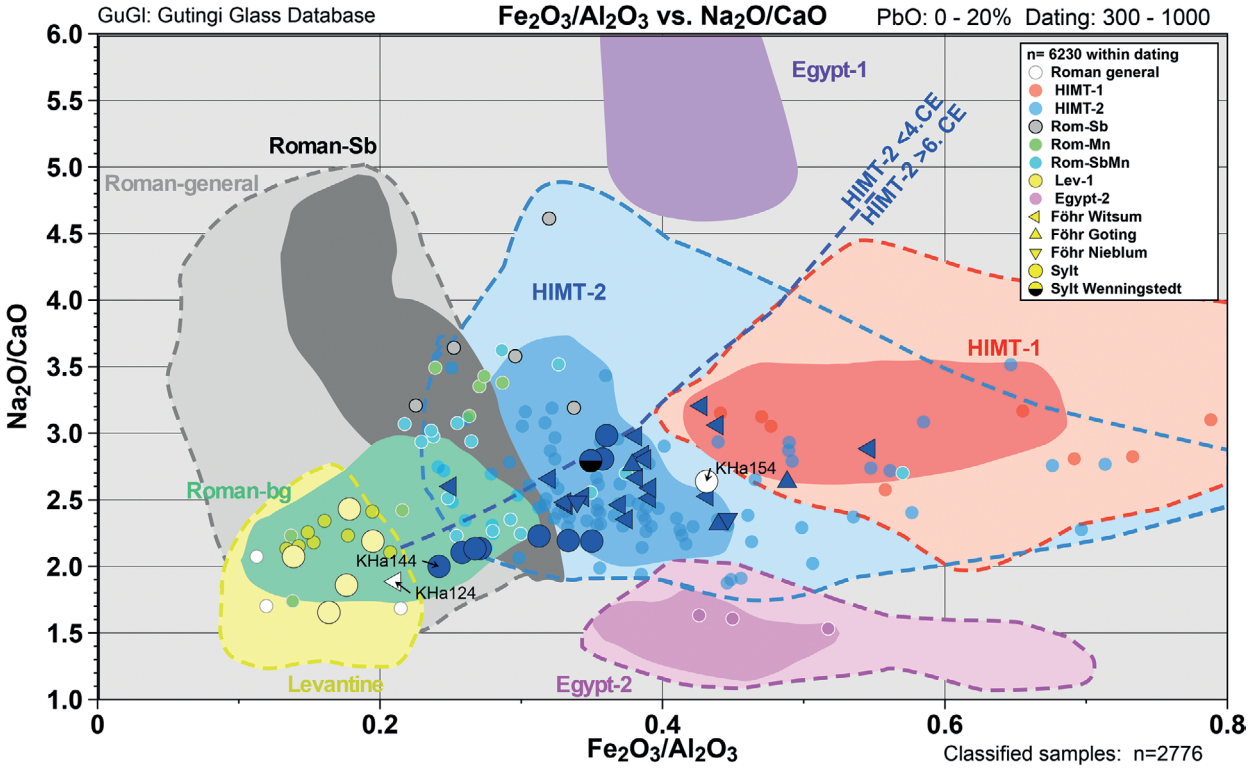


Fig. 9 Variation of glass composition in the system Fe_2O_3/Al_2O_3 – Na_2O/CaO. **Yellow**: production group Levantine-1. – **Blue**: HIMT-2. – **Red**: HIMT-1. – **Large symbols**: Sylt and Föhr. – **Medium symbols**: Cologne. – **Small symbols**: other data from literature. Average error or scattering within individual samples is approx. 0,1-0,2 in Na_2O/CaO and 0,07 in Fe_2O_3/Al_2O_3. Only glass samples in the dating period AD 400-900 are included. – (After Kronz 2020, fig. 4).

The bead fragment KHa 160 could have been made of glass with the chemical signature of the samples KHa 158 and KHa 161.
The possible gaming piece KHa 157, despite different colouring in the base glass, again resembles the vessel glass samples KHa 119 and KHa 159.
In general, the chemical composition and colouration of the samples shows the evident connection between beads and the vessel glass, proving a local bead-manufacture from vessel glass. Concerning the partly more intensive colouration of the beads, the bead makers seem to have understood to colour the glass batch more intensively with copper compounds, at least in case of the green colouration.

Recycling – reuse of glass cullet

All samples from Sylt and Föhr are characterized by trace element contents of Co, Cu, Sb, Sn and Pb, whose concentration for all or some of the elements is significantly higher than the expected (geogenic) contents from the raw materials. This is partly due to intentional colouration with copper (Cu) in combination with lead (Pb) or cobalt (Co) as well as the addition of tin (Sn) or antimony (Sb) as opacifiers. For some samples, however, these element concentrations are lower than they would make sense for an intentional addition. The only explanation for this is the reuse of cullet, which, although it was probably recycled in a colour-sorted manner, always led to contamination, for example through the unavoidable addition of colourful decorative elements. The fact that glass recycling has been common practice since antiquity is described very comprehensively in the literature[59]. We have to assume that despite raw glass imports, the workshops that produced vessel glass always melted down cullet. For the production of beads, it can generally be assumed that cullet and tessera were used.

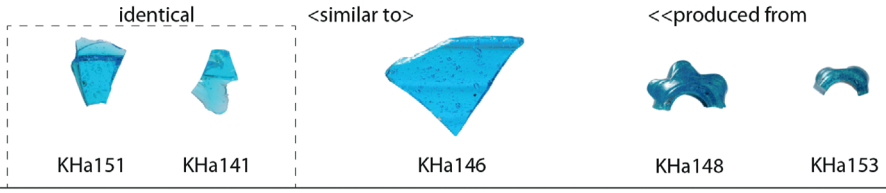
Comparison with samples from trading sites in the North Sea and Baltic region

If we include the glass from other sites in the North-Baltic Sea region, some similarities and differences can be observed (**fig. 11**):
In Groß Strömkendorf, Rostock-Dierkow, Cuxhaven-Altenwalde and Norddorf/Amrum some isolated wood-ash glasses are present, in Rostock-Dierkow also a soda-ash glass. Occasionally HIMT-1 is represented (Cuxhaven-Altenwalde, Norddorf/Amrum). Levantine-1 does not occur. The HIMT-2 subtype dominates the glass composition also in these places. The larger spectrum of different glass types shows a greater chronological variation for these sites, perhaps also more diverse trade contacts. Nevertheless, many samples are similar to the glass finds from Sylt and Föhr (**fig. 12-13**), so that a rather narrow timeframe and participation in the same, geographically limited import stream can be assumed for early medieval sites on the North Frisian Islands.

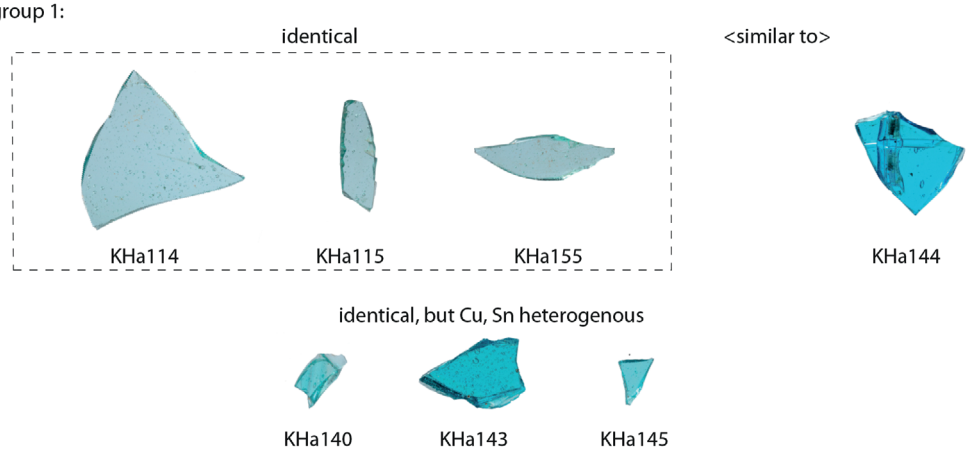
Comparison with samples from Haithabu/Hedeby

If we compare the chemical composition of the glass finds from Haithabu/Hedeby[60] with those from Föhr and Sylt, several differences emerge, which reflect a) a different time frame and b) a clearly different duration.

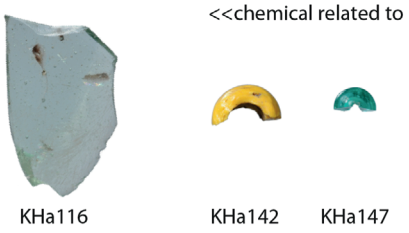
Soda-lime glass
Levantine-1



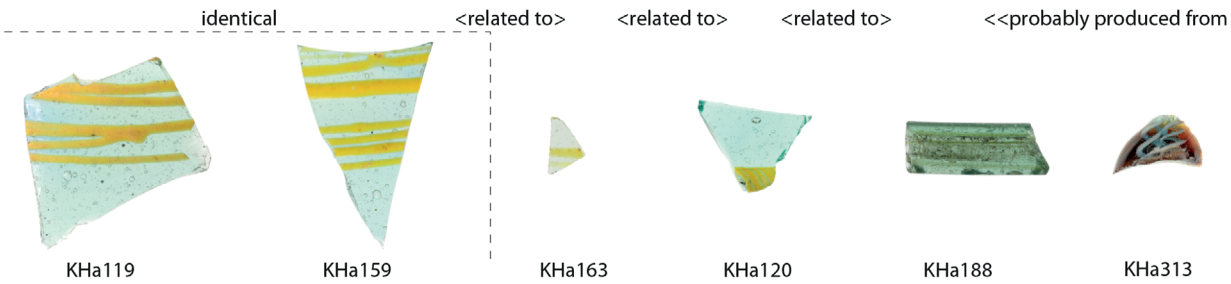
Soda-lime glass
HIMT-2, group 1:



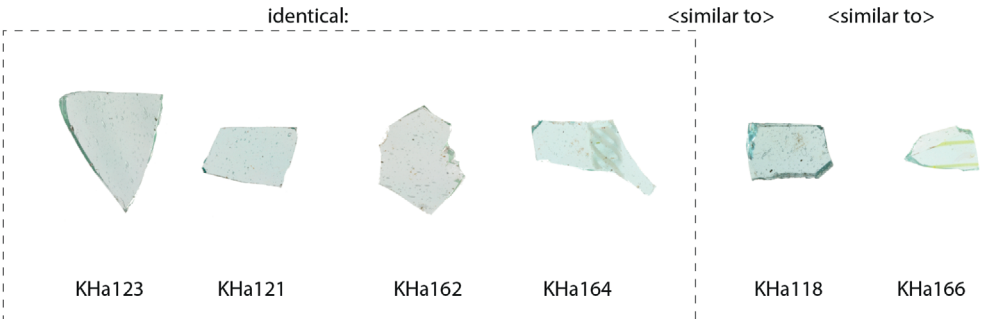
Group 1b:



Group 1c:



HIMT-2, group 2:



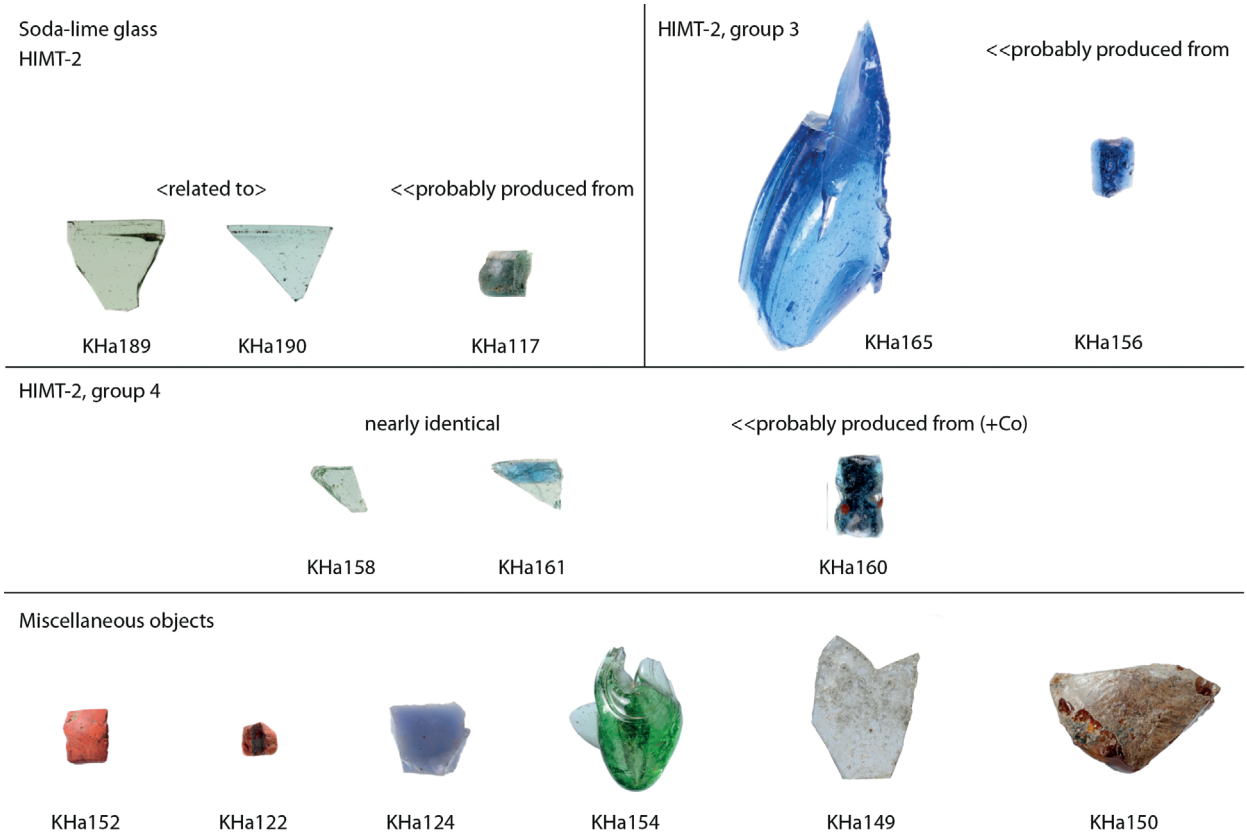


Fig. 10 (continued).

a) The glass finds from Hedeby include all known main glass types: Soda-ash glass (SAG), soda-lime glass (SLG) and wood-ash glass (WAG). As already mentioned above, sporadic early occurrences of WAG can be proven in the last quarter of the 8th century and only from the 9th century onwards, it becomes more widespread, although still with geographic limitations. In the Rhineland, WAG seems to play only a marginal role in the 9th century, but is not completely absent in this period[61].

In the case of Hedeby, SAG will have reached the trading centre via trade routes from the Middle East. However, the high proportion of SLG of the subtype »Egypt-2« in Hedeby is striking. It is present in very pure, non-contaminated samples, and therefore has not been recycled before. This subtype does not occur before the first half of the 9th century[62]. The absence of WAG, SAG and SLG of the production group »Egypt-2« in the pool of North Frisian samples supports a dating which assigns an age »before 775« to those glass finds.

b) The HIMT-2 glass subtype found on Föhr and Sylt is also represented in Hedeby, but is rather subordinate. This is due to the generally younger age of the samples from Hedeby, but nevertheless also shows the trade

Fig. 10 Images of the sampled glass finds according to chemical grouping. For all samples that were identified as chemically identical, the colour match also fits. For chemically similar samples, which indicate the same production type or workshop similarity, the groupings are also easy to trace in terms of morphology and colour. An exception is sample KHa 144, which is similar in colour to the Levantine-1 glasses, but chemically on the border of the HIMT-2 group and therefore closer to the group KHa 114, KHa 115, KHa 155. Many beads can be chemically correlated with hollow glass, which does not mean that they must have been made exactly from the adjacent pieces. – (Figure B. Majchczack after Kronz 2020, fig. 5; Pictures ©ALSH and R. Kiepe, NIhK).

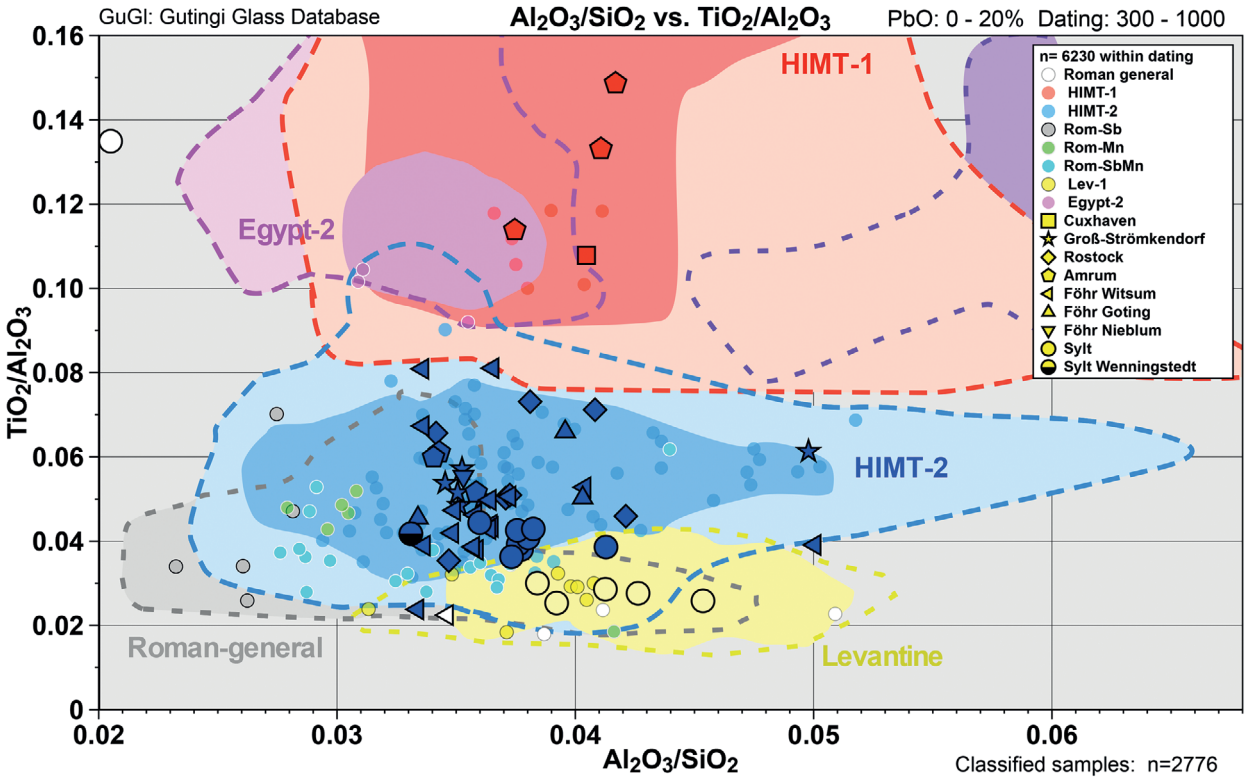


Fig. 11 Variation of glass compositions in the system Al_2O_3/SiO_2 – TiO_2/Al_2O_3. **Yellow**: production group Levantine-1. – **Blue**: HIMT-2. – **Red**: HIMT-1. – **Open symbols**: other main glass types. – **Large symbols**: samples from North Sea and Baltic area. – **Medium symbols**: Cologne. – **Small symbols**: other data from literature. Only glass samples in the dating period AD 400-900 are included. For Cologne and literature data only SLG is shown for better clarity. – (After Kronz 2020, fig. 6).

contacts with the Frankish Empire. A major reason, however, is the much longer persistence of the Hedeby trading site.

On Föhr and Sylt, the variation of the glass composition even within the found HIMT-2 group is limited to such a few chemically similar groups that it can be assumed that the glass was delivered from perhaps only a few places of origin.

Funnel beakers of the HIMT-2 subtype from Hedeby fit chemically well to the material from Sylt and Föhr.

Comparison with samples from Cologne harbour

HIMT-2 is the dominant glass type for the samples investigated from the area of the early medieval Cologne harbour. A clear similarity to the glass finds from Sylt and Föhr is recognizable, but ultimately this cannot be a proof of the origin of the glass vessels from Cologne workshops. **Figures 8** and **9** show the obvious similarities in the chemical composition, which can also be proven for the entire remaining elemental signature within the variations. From this point of view, a provenance of the vessel glassware from the Rhineland is to a certain degree probable and there is at least no objection against a provenance from the Cologne workshops.

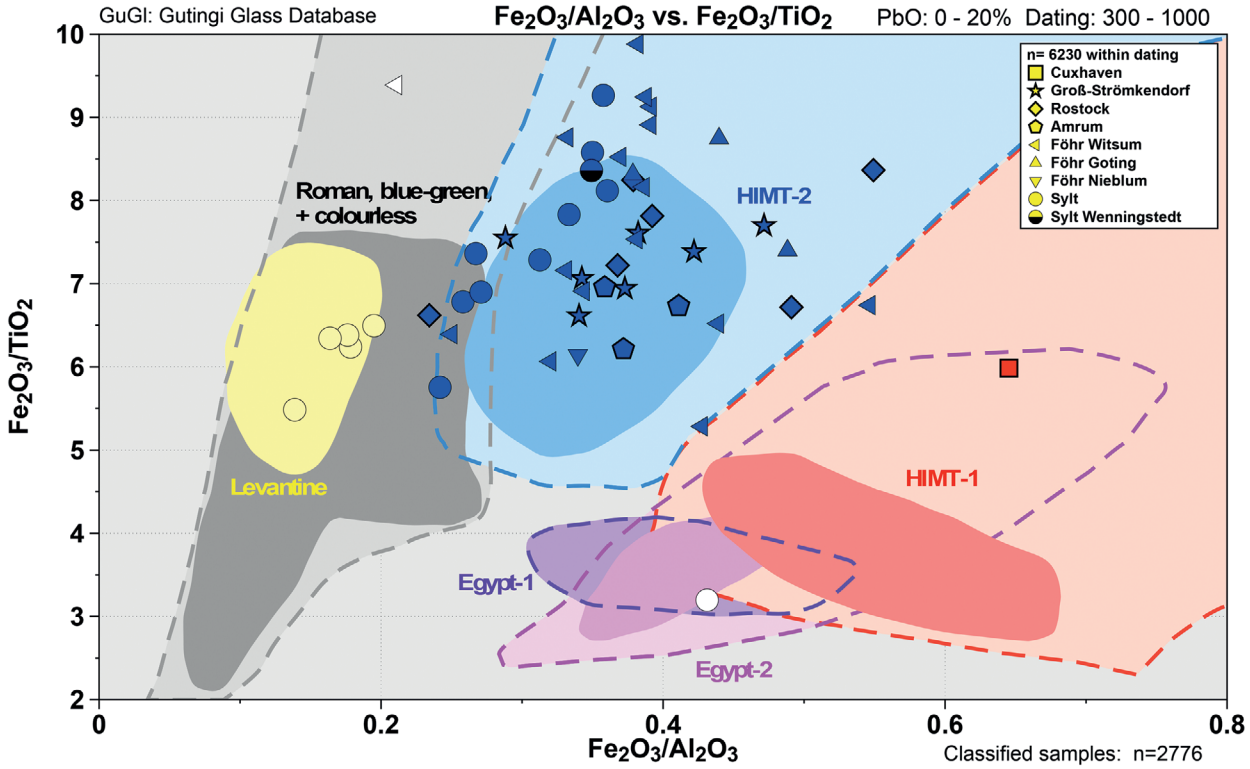


Fig. 12 Variation of glass compositions in the system Fe_2O_3/Al_2O_3 – Fe_2O_3/TiO_2. **Yellow**: production group Levantine-1. – **Blue**: HIMT-2. – **Red**: HIMT-1. – **Large symbols**: samples from North Sea and Baltic area. – **Medium symbols**: Cologne. – **Small symbols**: other data from literature. Only soda-lime glass samples in the dating period AD 400-900 are included. – (After Kronz 2020, fig. 7).

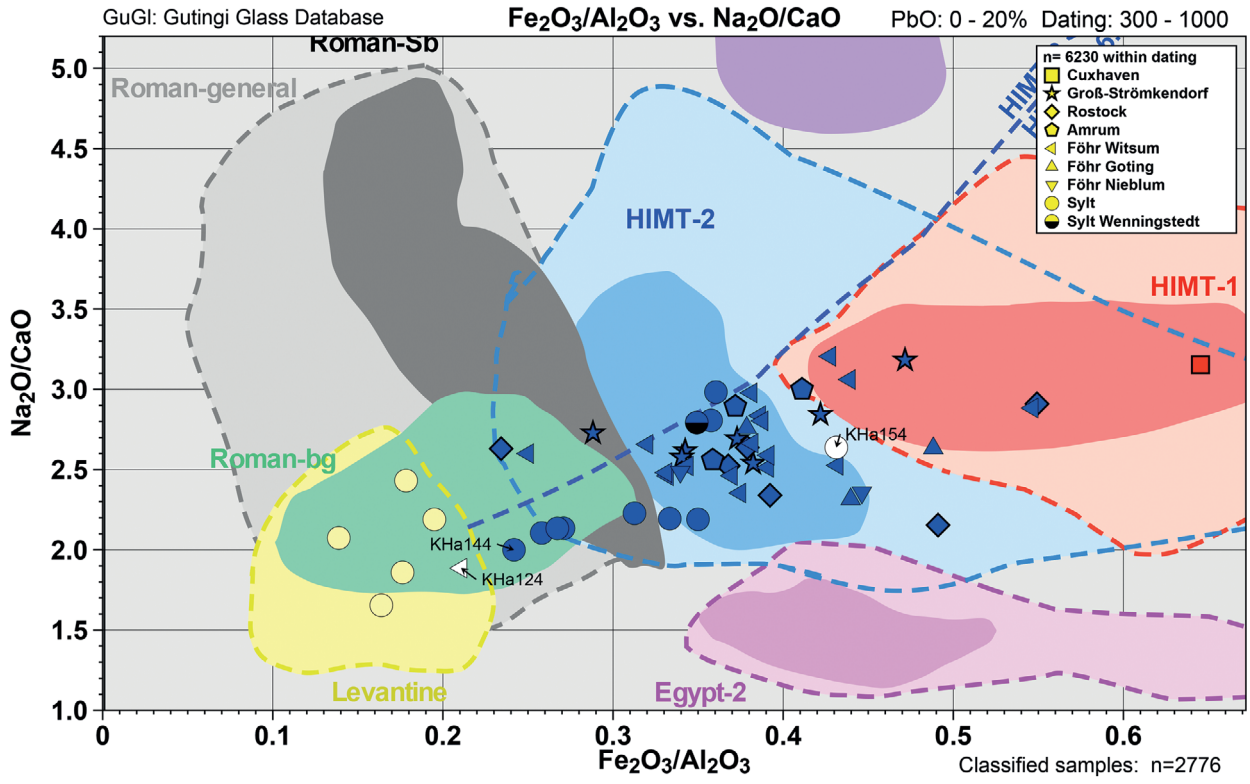


Fig. 13 Variation of glass compositions in the system Fe_2O_3/Al_2O_3 - Na_2O/CaO. **Yellow**: production group Levantine-1. – **Blue**: HIMT-2. – **Red**: HIMT-1. – **Large symbols**: samples from North Sea and Baltic area. – **Medium symbols**: Cologne. – **Small symbols**: other data from literature. Only soda-lime glass samples in the dating period AD 400-900 are included. – (After Kronz 2020, fig. 8).

CONCLUSIONS

Recent settlement excavations on the North Frisian Islands of Föhr and Sylt have vastly expanded the so far quite rare find category of vessel glass in early medieval North Frisia. The glass objects, namely vessel sherds, glass beads and tesserae, from the settlements in Tinnum and Wenningstedt (Sylt) and Witsum, Goting and Nieblum (Föhr) contribute to the questions of the scope of specialized craftsmanship and the role in supra-regional trade networks of these presumed trading sites.

In overview, the glass objects belong to a rather narrow spectrum, both in terms of typology as well as chronology. The larger part of the vessel glass belongs to types of the late 7th and 8th centuries AD. They comprise globular beakers, bowls, possibly large palm cups and elongated palm cups. Funnel beakers form the rather late horizon of finds, ranging in the late 8th to 9th centuries. One claw of a claw beaker from Witsum must be regarded as an old piece, dating to the 7th or even the 6th century. The dating of the assemblages can be established from the typology of regional or locally produced beads, which are found together with the vessel glass. While the Tinnum beads seem to belong to the older phase, possibly in the late 7th or early 8th century, the beads from Wenningstedt, Witsum and from the older layers in Goting show the distinctive characteristics of the mid-8th century. The younger layers in Goting as well as Nieblum belong to the late 8th century, the 9th century in Goting is characterized by imported drawn-cut beads from the Near East[63]. In retrospect, the find material of the 7th/8th centuries forms a quite uniform connection between the different sites, which was to be investigated by the compositional analysis.

In total, 41 glass objects from these sites have been selected for analysis, which confirms a close connectivity across the sites and provides insight into the secondary glass production.

The glass samples are of quite uniform composition, with few exceptions. The large bulk of vessel glass and beads are made of soda-lime glass and belong to the HIMT-2 subtype, one group of samples from Tinnum belong to the Levantine-1 subtype. Only the tessera from Witsum (KHa 124) can be regarded as an original Roman piece of the Roman subtype with Sb as opacifier. The exceptions from the soda-lime glass main type comprise two red glass beads from Tinnum (KHa 152) and Witsum (KHa 122), which belong to a distinctive horizon of imported beads in form of mixed-alkali glass from the Indo-Pacific region and recycled soda-ash glass, traded via the Baltic region in the Early Medieval Period. A piece of flat glass (KHa 149) and a molten glass lump (KHa 150) from Tinnum can be regarded as modern and probably submodern glasses. The complete absence of the late soda-lime glass subtypes Egypt-1 and -2 as well as wood-ash glasses confirm the rather early typological dating of the sampled finds into the 8th century.

All HIMT-2 and Levantine-1 samples show evidence of recycling, which probably happened in the secondary workshops during the production of the original glass vessels. Strong indications of this are the connections between the different compositional groups from Tinnum, which show similarities in base glass but differences in colourants (**fig. 10**, Levantine-1 and HIMT-2, group 1). It is therefore likely, that a rather uniform base glass was re-coloured in separate steps to produce both vibrantly and lighter coloured vessels. The sherd KHa 144, here still classified as HIMT-2 subtype tends in some element ratios towards Levantine-1 glass type. Possibly this is to be interpreted as a mixture and supports the contemporaneous coexistence of both types.

The recycling of these vessel sherds on the North Frisian sites can be confirmed by the analysis. In Tinnum, the optical similarity between the vibrantly coloured vessel sherds and the analogous blue beads is reproduced in the chemical composition (KHa 151, KHa 141 / KHa 148, KHa 153), with minor differences due to contamination. There is also evidence for an intended colouration in the beadmaking process, with strong similarities in base glass between colourless sherds from Tinnum and Wenningstedt with blue-green (Cu) or opaque yellow (Pb, Sn) beads from Tinnum[64]. The fact that the opaque yellow and probably also the

opaque green beads from Tinnum could derive from vessel sherds, highlights the absence of tesserae in Tinnum, which are commonly associated with beadmaking in vibrant colours. While tesserae occur in Witsum, an indication for direct sherd-to-bead recycling was also found there in the identical composition of a blue bead and the blue claw beaker (KHa 156 / KHa 165). Furthermore, sherd-recycling with added colourants (Co) is also likely in Witsum (KHa 158, KHa 161 / KHa 160). These connections underline not only the presence of a local bead production on the North Frisian Islands, but also imply advanced technical knowledge such as the manipulation of glass colour versus a more simple, direct recycling.

The glass compositions show several similarities and linkages between the different sites, allowing further remarks on the trade networks within North Frisia. The relative uniform composition of the HIMT-2 vessel glasses and several interlinkages indicate a common origin. Vessels from Witsum (KHa 119, KHa 159, KHa 163, KHa 120) are linked to vessels from Goting (KHa 188) and Nieblum (KHa 118), as is a bead from Nieblum (KHa 117) linked to vessels from Goting (KHa 189, KHa 190). Given the matching archaeological time-frame of all these finds, a shared origin is obvious; not in the sense of all objects deriving from the same glass works or even the same batch, but likely from the same stream of imports.

It is most likely, that the main source of the North Frisian glass can be sought in the Rhineland, as it is indicated by the strong similarities in composition with finds from the Rhineland in general and Cologne in special (**fig. 8-9**). This conclusion is limited by the extent of the comparative database on glass composition data, as it does not contain extensive data from the Anglo-Saxon area, which might also be a possible origin for especially the vibrantly blue glasses from Tinnum and Witsum or the cylindrical beaker from Westerland.[65]

The import of entire glass vessels, as proven by their occurrences in graves, can be grasped from the late 7th century through the 9th century. Their import was most likely accompanied by the import of old Roman tesserae and old glass vessels (as illustrated by the 6th/7th century claw beaker from Witsum) and glass cullet (probably transport waste[66]). This stream of glass imports illuminates the involvement and concentration of the early medieval inhabitants of the North Frisian Islands in a maritime trade route along the North Sea coast between the major trade harbours in Dorestad (Rhine-Meuse-Delta) and Ribe (Southern Jutland) during the late 7th-8th centuries. The vessel glass find material from both emporia is very comparable to the North Frisian finds from a typological perspective[67], albeit comparisons in chemical composition cannot be drawn yet.

The connection with Ribe is still evident through the typology of the bead finds of the mid- to late 8th century, since the beads from Wenningstedt, Witsum and Goting match the products from the Ribe workshops perfectly[68]. The question, whether trade relations with the bead workshops in Ribe determined the style of North Frisian bead makers or that bead makers from Ribe came to the islands as itinerant craftsmen remains open – but both options are conceivable. A connection between North Frisia and the Baltic Sea is indicated by the occurrence of the long-distance imports of the red beads and might have been facilitated through the early trade settlement at Hedeby, but evidence is weak. It is not before the late 8th century, that the local bead production and the import of vessel glass declines in favour of the mass-import of small drawn-cut beads and metal-foiled beads from the Eastern Mediterranean. This change in glass trade can be both observed on the Ribe marketplace[69] and on the stratified workshop-area and the pit-house settlement in Goting[70]. It hints at a general change in the trade networks, in which the declining marketplace of Ribe loses its trade towards the rising emporium of Hedeby, which becomes the major channel for trade between the North Sea and Baltic areas from the 9th century onwards[71]. In that time, the much broader trade network of raw glass, vessel glass and glass beads in Hedeby is characterized by a broad spectrum of glass chemistry[72], which is not to be found in the earlier glass objects in North Frisia.

Notes

1) Majchczack et al. 2018. – Majchczack/Offermann 2018. – Majchczack 2020.
2) Segschneider 2008a. – Majchczack/Segschneider 2015. – Majchczack 2020.
3) The section on the results of the chemical analysis is based on the report by Kronz 2020.
4) Braren 1935. – Kersten/La Baume 1958. – Eisenschmidt 2004.
5) Norddorf, NF LA 127. – Segschneider 2002. The LA-Numbers are the official site designation by the State Archaeological Department of Schleswig-Holstein.
6) Segschneider 2002; 2012.
7) Nebel, NF LA 324. – Segschneider 2002, 128.
8) Segschneider 2018, 74.
9) Jöns 1996, 216.
10) Jankuhn 1958. – Majchczack 2015a.
11) Eisenschmidt 2004.
12) Sylt-Ost Keitum, NF LA 170. – Majchczack in prep.
13) Sylt Ost Morsum, NF LA 82. – Kersten/La Baume 1958, 517 Taf. 152. – Eisenschmidt 2004, 493.
14) Süderende NF LA 47. – Kersten/La Baume 1958, 310 Taf. 115. – Eisenschmidt 2004, 474.
15) Eisenschmidt 2004, Cat.-No. 39.08.
16) Westerland, NF LA 32. – Kersten/La Baume 1958, 632. – Eisenschmidt 2004, 503.
17) Evison 1982; 2000.
18) Westphalen 1999, 122-123.
19) Majchczack 2020, 392.
20) Majchczack 2013; 2020. – Majchczack et al. 2018.
21) Segschneider 2008b.
22) Preliminary reports: Segschneider 2008a, 2008b. – Majchczack/ Segschneider 2015. The full analysis of the early medieval settlement is included in Majchczack 2020, chapter 5.1.
23) Majchczack/Segschneider 2015.
24) Harck (1990, 198-200 Taf. 33) maps the creeks between the Tinnumburg and the (then unknown) settlement but is critical about the navigability; see also Segschneider 2008b and Majchczack 2020, 26-27.
25) Callmer 2007. – Delvaux 2017. – Feveile/Jensen 2006. – Holme Andersen/Sode 2010.
26) Majchczack 2020, 70. 78.
27) Majchczack 2020, 92-95.
28) Majchczack 2020, chapter 5.2.
29) The »blue-white-red« horizon is dated into Phase C at Ribe marketplace, around 725-760: Callmer 1997; 2007. – Feveile/Jensen 2006. – Delvaux 2017. – Holme Andersen/Sode 2010.
30) Majchczack 2013, 2015b.
31) The results of the 2016 excavation campaign are published in Majchczack 2020, chapter 5.5.
32) The wasp-beads are typical for Phase E on the Ribe marketplace around 780-790. – Callmer 1997. – Holme Andersen/Sode 2010. – Delvaux 2017.
33) Majchczack 2013, 2015. – Majchczack et al. 2018.
34) The 2013/2014 excavations are partly published in Majchczack et al. 2018, the later excavations are published in Majchczack 2020, chapter 5.3.
35) After Callmer 1997; 2007.
36) A concise summary of the site's topography and research history is given in Majchczack 2014, 2015a; Majchczack et al. 2018 together with preliminary reports of the 2014 excavation; the 2017/2018 excavations are published in Majchczack 2020, chapter 5.4.
37) Majchczack 2020, 193.
38) Majchczack 2020, 189-193.
39) All listed features and their find inventories are published in Majchczack 2020, Volume 2.
40) EPMA: JEOL JXA 8900 (Si, Ti, Al, Fe, Mn, Mg, Ca,Na, P, K, S, Cl, Co, Cu, As, Sr, Sn, Sb, Ba, Pb).
41) ICPMS: Element-2TM, ThermoFisher. The methodology is described in detail by Wedepohl/Simon/Kronz 2011. The complete analysis data will be published elsewhere.
42) Dodt 2016.
43) As discussed by Freestone/Price/Cartwright 2009.
44) Soda-Kalk-Glas, Sodaascheglas and Holzascheglas after Wedepohl 2003.
45) Van Wersch 2016. – Wedepohl/Winkelmann/Hartmann 1997.
46) Sode/Gratuze/Lankton 2015.
47) Sode/Gratuze/Lankton 2015, 330.
48) So-called local model, e. g. Wedepohl 2003.
49) Foy/Nenna 2001; 2003. – Summarized Whitehouse 2003; so-called regional model; see also discussion in Foster/Jackson 2010.
50) Rehren/Brüggler 2020.
51) As claimed by Wedepohl/Hartmann 2000.
52) Freestone 2015.
53) Definitions in Freestone/Wolf/Thirlwall 2005. – Foster/Jackson 2009.
54) Foy et al. 2003.
55) »wHIMT«, Rosenow/Rehren 2014.
56) »HLIMT«, Ceglia et al. 2015.
57) Mirti/Lepora/Sagui 2000. – Mirti et al. 2001. – Foot pieces of green goblets ref.: »CB-10«, »CB-11«, »CB-12«, 7th century and »CB-47«, 8th century.
58) Freestone/Price/Cartwright 2009.
59) In summary, among others, Brems/Degryse 2014. – Freestone 2015. – Paynter/Jackson 2016. – Exemplary for the Rhineland: Rehren/Brüggler 2015.
60) Kronz et al. 2016.
61) See e. g. Wedepohl/Kronz 2012.

62) Gratuze 1988.

63) Majchczack 2020, 234.

64) While the similarities in vessel glass from Wenningstedt and beads from Tinnum are shown by the compositional analysis, a typological link between the distinctive vibrantly coloured beads from Tinnum and Wenningstedt had been missing so far. In 2018 and 2019, after the analysis, new surface finds from Wenningstedt included a vivid turquoise-blue melon-shaped bead and opaque yellow barrel-shaped beads that equal the Tinnum finds in shape and optics (Majchczack 2020, 100).

65) Majchczack 2020, 148. 236.

66) Lund Feveile (2006, 254-255) argues that the vessel sherds on the Ribe marketplace derive from vessels broken during transport to the consumer (secondary waste) and vessels broken during use by the consumer (tertiary waste), but finds no evidence for cullet that was imported directly from the vessel-manufacturing glass workshops (primary waste).

67) Dorestad: Isings 1980, 2010. – Ribe: Feveile 2013. – Lund Feveile 2006.

68) Callmer 2007. – Delvaux 2017. – Holme Andersen/Sode 2010. – Majchczack 2020, 234.

69) Feveile/Jensen 2006. – Delvaux 2017. – Sode/Feveile/Schnell 2010.

70) Majchczack 2020, 289-194.

71) Feveile 2006. – Maixner 2012, 13-19. – Majchczack 2020, 276.

72) Kronz et al. 2016.

References

Braren 1935: J. Braren, Die vorgeschichtlichen Altertümer der Insel Föhr (Hamburg 1935).

Brems/Degryse 2014: D. Brems / P. Degryse, Trace element analysis in provenancing roman glass-making. Archaeometry 56, Suppl. 1, 2014, 116-136.

Callmer 1997: J. Callmer, Beads and bead production in Scandinavia and the Baltic region c. AD 600-1100: a general outline. In: U. von Freeden / A. Wieczorek (eds), Perlen. Archäologie, Techniken, Analysen. Akten des Internationalen Perlensymposiums in Mannheim vom 11. bis 14. November 1994. Koll. Vor- u. Frühgesch. 1 (Bonn 1997) 197-201.

2007: J. Callmer, Blue, white and red. Arch. Polona 45, 2007, 85-98.

Ceglia et al. 1994: A. Ceglia / P. Cosyns / K. Nys / H. Terryn / H. Thienpont / W. Meule-Broeck, Late antique glass distribution and consumption in Cyprus: a chemical study. Journal Arch. Scien. 61, 1994, 213-222.

Delvaux 2017: M. Delvaux, Patterns of Scandinavian bead use between the Iron Age and Viking Age, ca. 600-1000 C.E. BEADS: Journal Soc. of Bead Researchers 29, 2017, 3-30.

Dodt 2016: M. Dodt, Der frühmittelalterliche Hafen Kölns. Produktionsstätte und Exporthafen für Gläser. In: M. Seifert / L. Ziemer (eds), North meets East 3. Aktuelle Forschungen zu antiken Häfen. Workshop Universität Hamburg, 15.-17. März 2016. Gateways. Hamburger Beitr. Arch. u. Kulturgesch. ant. Mittelmeerraum 6 (Aachen 2016) 121-145.

Eisenschmidt 2004: S. Eisenschmidt, Grabfunde des 8. bis 11. Jahrhunderts zwischen Kongeå und Eider. Zur Bestattungssitte der Wikingerzeit im südlichen Altdänemark. Stud. Siedlungsgesch. u. Arch. Ostseegebiete 5 (Neumünster 2004).

Evison 1982: V. I. Evison, Bichrome glass vessels of the seventh and eight centuries. Stud. Sachsenforsch. 3, 1982, 7-21.

2000: V. I. Evison, Glass vessels in England AD 400-1100. In: J. Price (ed.), Glass in Britain and Ireland AD 350-1100. Brit. Mus. Occasional Paper 127 (London 2000) 47-141.

Feveile 2006: C. Feveile, Ribe on the north side of the river, 8th-12th century – overview and interpretation. In: C. Feveile (ed.), Ribe studier. Det ældste Ribe. Udgravninger på nordsiden af Ribe Å 1984-2000, 1.1. Jysk Ark. Selskabs Skr. 51 (Aarhus 2006) 65-91.

2013: C. Feveile, Ribe zur Wikingerzeit. Handel, Macht und Glauben (Ribe 2013).

Feveile/Jensen 2006: C. Feveile / S. Jensen, ASR 9 Posthuset. In: C. Feveile (ed.), Det ældste Ribe. Udgravninger på nordsiden af Ribe Å 1984-2000, 1.2. Jysk Ark. Selskabs Skr. 51 (Aarhus 2006) 119-189.

Foster/Jackson 2009: H. E. Foster / C. M. Jackson, The composition of »naturally coloured« late Roman vessel glass from Britain and the implications for models of glass production and supply. Journal Arch. Scien. 36, 2009, 189-204.

2010: H. E. Foster / C. M. Jackson, The composition of late Romano-British colourless vessel glass: glass production and consumption. Journal Arch. Scien. 37, 2010, 3068-3080.

Foy/Nenna 2001: D. Foy / M. D. Nenna, Tout feu tout sable. Mille ans de verre antique dans le Midi de la France. Aix-en-Provence, Musées de Marseille-Édisud (Marseille 2001).

2003: D. Foy / M. D. Nenna, Échanges et commerce du verre dans le monde antique. Actes du colloque international de l'Association Française pour l'Archéologie du Verre, Aix-en-Provence/Marseille, 2001. Monogr. Instrumentum 24 (Montagnac 2003).

Foy et al. 2003: D. Foy / M. Picon / M. Vichy / V. Thirion-Merle, Caractérisation des verres de la fin de l'Antiquité en Méditerranée occidentale: l'émergence de nouveaux courants commerciaux. In: Foy/Nenna 2003, 41-85.

Freestone 2015: I. C. Freestone, The recycling and reuse of Roman Glass: Analytical Approaches. Journal Glass Stud. 57, 2015, 29-40.

Freestone/Price/Cartwright 2009: I. C. Freestone / J. Price / C. R. Cartwright, The batch: Its recognition and significance. In: K. Janssens / P. Degryse / P. Cosyns / J. Caen / L. Van't Dack (eds), Annales du 17e congrès de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre, Anvers 2006 (Brussels 2009) 130-135.

Freestone/Wolf/Thirlwall 2005: I. C. Freestone / S. Wolf / M. Thirlwall, The production of HIMT glass: elemental and isotopic evidence. In: Annales du 16e congrès de l'Association Inter-

nationale pour l'Histoire du Verre, Nottingham 2003 (London 2003) 153-157.

Gratuze 1988: B. Gratuze, Analyse non destructive d'objets en verre par des méthodes nucléaires. Application à l'étude des estampilles et poids monétaires islamiques [Dissertation Univ. Orléans].

Harck 1990: O. Harck, Tinnumburg. In: O. Harck, Archsum auf Sylt 3. Die Ausgrabungen in den römerzeitlichen Erdwerken Archsumburg, Tinnumburg und Trælbanken an der Westküste Schleswigs. Röm.-Germ. Forsch. 50 (Mainz 1990) 198-208.

Holme Andersen/Sode 2010: J. Holme Andersen / T. Sode, The glass bead material. In: M. Bencard (ed.), Ribe Excavations 1970-76, Vol. 6. Jysk Ark. Selskabs Skr. 75 (Aarhus 2010) 17-128.

Isings 1980: C. Isings, Glass finds from Dorestad, Hoogstraat 1. In: W. A. van Es / W. H. J. Verwers (eds), Excavations at Dorestad. The Harbour: Hoogstraat 1. Nederlandse Oudheden 9 (Amersfort 1980) 225-237.

2010: C. Isings, Some glass finds from Dorestad. A Survey. In: A. Willemsen / H. Kik (eds), Dorestad in an international Framework. New research on Centres of Trade and Coinage in Carolingian Times (Turnhout 2010) 114-117.

Jankuhn 1958: H. Jankuhn, Die Eisenzeit. In: K. Kersten / P. La Baume, Vorgeschichte der nordfriesischen Inseln. Vor- u. Frühgesch. Denkmäler u. Funde Schleswig-Holstein 4 (Neumünster 1958) 65-100.

Jöns 1996: H. Jöns, Zum Stand der eisenzeitlichen Siedlungsarchäologie in den Altmoränenlandschaften Nordfrieslands. Offa 53, 1996, 193-226.

Kersten/La Baume 1958: K. Kersten / P. La Baume, Vorgeschichte der nordfriesischen Inseln. Vor- u. Frühgesch. Denkmäler u. Funde Schleswig-Holstein 4 (Neumünster 1958).

Kronz 2020: A. Kronz, Chemische Untersuchungen der Gläser von Sylt und Föhr. In: B. Majchczack, Die Rolle der nordfriesischen Inseln im frühmittelalterlichen Kommunikationsnetzwerk. Stud. Landschafts- u. Siedlungsgesch. im südlichen Nordseeraum 11 (Rahden/Westf. 2020) 345-363.

Kronz et al. 2016: A. Kronz / V. Hilberg / K. Simon / K. H. Wedepohl, Glas in Haithabu. Zeitschr. Arch. Mittelalter 43, 2015, 39-58.

Lund Feveile 2006: L. Lund Feveile, Hulglasskår fra markedpladsen i Ribe. ASR 9 Posthuset. In: C. Feveile (ed.), Det ældste Ribe. Udgravninger på nordsiden af Ribe Å 1984-2000, Vol. 1.1. Jysk Ark. Selskabs Skr. 51 (Aarhus 2006) 195-277.

Maixner 2012: B. Maixner, Haithabu. Fernhandelszentrum zwischen den Welten (Schleswig 2012).

Majchczack 2013: B. Majchczack, Aus heiterem Himmel. Umfassende Siedlungsprospektion auf Föhr mit Luftbild, Geophysik und Laserscan. Arch. Nachr. Schleswig-Holstein 19, 2013, 54-59.

2014: B. Majchczack, Wohnlage mit Meerblick! Prospektion und Ausgrabung auf einer frühmittelalterlichen Siedlung am Goting-Kliff auf Föhr. Arch. Nachr. Schleswig-Holstein 20, 2014, 58-61.

2015a: B. Majchczack, Neues vom Goting-Kliff auf Föhr. Eine Siedlung von der Jüngeren Römischen Kaiserzeit bis ins Frühmittelalter im Spiegel alter Sammlungen und aktueller Prospektion. Arch. Schleswig / Ark. Slesvig 15, 2014, 139-152.

2015b: B. Majchczack, Siedlungen aus dem Nichts. Die Zusammenführung zerstörungsfreier Prospektionsmethoden als Mittel der Siedlungsforschung auf der nordfriesischen Insel Föhr. In: C. von Carnap-Bornheim / M. Segschneider (eds), Archäologische Siedlungsforschung auf den nordfriesischen Inseln. Offa-Bücher 89 (Neumünster 2015) 15-117.

2020: B. Majchczack, Die Rolle der nordfriesischen Inseln im frühmittelalterlichen Kommunikationsnetzwerk. Stud. Landschafts- u. Siedlungsgesch. südl. Nordseeraum 11 (Rahden/Westf. 2020).

in prep.: Das frühmittelalterliche Urnengräberfeld von Keitum auf Sylt. Einige außergewöhnlich reich ausgestattete Gräber des frühesten friesischen Siedlungshorizontes aus dem 7. und 8. Jahrhundert [Manuscript in prep.].

Majchczack/Offermann 2018: B. Majchczack / K. J. Offermann, Frühmittelalterliche Handelsplätze an der deutschen Nordseeküste. Aktuelle Grabungsergebnisse aus Witsum auf Föhr und Altenwalde bei Cuxhaven. In: S. Hesse (ed.), Auf archäologischer Spurensuche. Gedenkschrift für Dr. Wolf-Dieter Tempel. Arch. Ber. Landkreis Rotenburg (Wümme) 21, 2018, 239-254.

Majchczack/Segschneider 2015: B. Majchczack / M. Segschneider, Eine Siedlung der Jüngeren Römischen Kaiserzeit und Völkerwanderungszeit sowie des Frühmittelalters in Tinnum auf Sylt. In: C. von Carnap-Bornheim / M. Segschneider (eds), Archäologische Siedlungsforschung auf den nordfriesischen Inseln. Offa-Bücher 89 (Neumünster 2015) 119-134.

Majchczack et al. 2018: B. Majchczack / S. Schneider / T. Wunderlich / D. Wilken / W. Rabbel / M. Segschneider, Early Medieval trading sites on the North-Frisian Island of Föhr. First results of fieldwork in Witsum and Goting. In: C. von Carnap-Bornheim / F. Daim / P. Ettel / U. Warnke (eds), Harbours as Objects of Interdisciplinary Research – Archaeology + History + Geosciences. RGZM – Tagungen 34 (Mainz 2018) 311-328.

Mirti/Lepora/Sagui 2000: P. Mirti / A. Lepora / L. Sagui, Scientific analysis of seventh-century glass fragments from the Crypta Balbi in Rome. Archaeometry 42, 2000, 359-374.

Mirti et al. 2001: P. Mirti / P. Davit / M. Gulmini / L. Sagui, Glass fragments from the Crypta Balbi in Rome: the composition of eighth-century fragments. Archaeometry 43, 2001, 491-502.

Paynter/Jackson 2016: S. Paynter / C. M. Jackson, Reused Roman rubbish: a thousand years of recycling glass. Post-Classical Arch. 6, 2016, 31-52.

Rehren/Brüggler 2015: T. Rehren / M. Brüggler, Composition and production of late antique glass bowls type Helle. Journal Arch. Scien., Reports 3, 2015, 171-180.

2020: T. Rehren / M. Brüggler: The Late Antique glass furnaces in the Hambach Forest were working glass -not making it. Journal Arch. Scien., Reports 29, 2020, 102072.

Rosenow/Rehren 2014: D. Rosenow / T. Rehren, Herding cats – Roman to late antique glass groups from Bubastis, northern Egypt. Journal Arch. Scien. 49, 2014, 170-184.

Segschneider 2002: M. Segschneider, Fränkisches Glas im Dünensand. Ein Strandmarkt des 5. Jahrhunderts auf der nordfriesischen Insel Amrum und die völkerwanderungszeitliche Handelsroute zwischen Rhein und Limfjord. Arch. Korrbl. 32, 2002, 117-136.

2008a: M. Segschneider, Wikingerzeitliche Bernsteinschnitzerei und Glasperlenherstellung in einer neu entdeckten Grubenhaussiedlung bei Tinnum, Sylt-Ost (LA 128), Kr. Nordfriesland. Arch. Nachr. Schleswig-Holstein 14, 2008, 62-65.

2008b: M. Segschneider, Glasperlenmacher und Bernsteinschnitzer auf einem Handelsplatz skandinavischer Prägung bei Tinnum, Gemeinde Sylt-Ost, Kr. Nordfriesland. Arch. Schleswig / Ark. Slesvig 12, 2008, 145-150.

2012: M. Segschneider, Fern-Glas im Dünensand – Ein völkerwanderungszeitlicher Landeplatz auf der nordfriesischen Insel Amrum. Arch. Nachr. Schleswig-Holstein 18, 2012, 44-47.

Sode/Feveile/Schnell 2010: T. Sode / C. Feveile / U. Schnell, An investigation on segmented, metal-foiled glass beads and blown, mirrored glass beads from Ribe, Denmark. In: C. Theune-Vogt / F. Biermann / R. Struwe / G. H. Jeute (eds), Zwischen Fjorden und Steppe. Festschrift für Johan Callmer zum 65. Geburtstag. Internat. Arch. Stud. honoraria 31 (Rahden/Westf. 2010) 319-328.

Sode/Gratuze / Lankton 2015: T. Sode / B. Gratuze / J. W. Lankton, Red and orange high-alumina glass beads in 7th and 8th century Scandinavia: evidence for long distance trade and local fabrication. In: S. Wolf / A. de Pury-Gysel (eds), Annales du 20e Congrès de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre, Fribourg/Romont, 2015 (Rahden/Westf. 2015) 326-333.

Wedepohl 2003: K. H. Wedepohl, Glas in Antike und Mittelalter. Geschichte eines Werkstoffes (Stuttgart 2003).

Wedepohl/Hartmann 2000: K. H. Wedepohl / G. Hartmann, Die chemische Zusammensetzung der spätkaiserzeitlichen Gläser. In: W. Gaitzsch / A. B. Follmann-Schulz / K. H. Wedepohl / G. Hartmann / U. Tegtmeier (eds), Spätrömische Glashütten im Hambacher Forst – Produktionsort der ECVA-Fasskrüge. Bonner Jahrb. 200, 2000, 131-161.

Wedepohl/Kronz 2012: K. H. Wedepohl / A. Kronz, Die Verglasung des Alten Domes in Köln. In: U. Back / T. Höltgen / D. Hochkirchen, Der Alte Dom zu Köln. Befunde und Funde zur vorgotischen Kathedrale. Stud. Kölner Dom 12 (Köln 2012) 199-204.

Wedepohl/Simon/Kronz 2011: K. H. Wedepohl / K. Simon / A. Kronz, Data on 61 chemical elements for the characterization of three major glass compositions in late antiquity and the middle ages. Archaeometry 53, 2011, 81-102.

Wedepohl/Winkelmann/Hartmann 1997: K. H. Wedepohl / W. Winkelmann / G. Hartmann, Glasfunde aus der karolingischen Pfalz in Paderborn und die frühe Holzasche-Glasherstellung. Ausgr. u. Funde Westfalen-Lippe 9A, 1997, 41-53.

Van Wersch et al. 2016: L. Van Wersch / C. Loisl / F. Mathis / D. Strivay / S. Bully, Analyses of early medieval stained window glass from the monastery of Baume-Les-Messieurs (Jura, France). Archaeometry 58, 2016, 930-946.

Westphalen 1999: P. Westphalen, Die Kleinfunde aus der frühgeschichtlichen Wurt Elisenhof. Studien zur Küstenarchäologie Schleswig-Holsteins, Serie A, Elisenhof 7. Offa-Bücher 80 (Neumünster 1999).

Whitehouse 2003: D. Whitehouse, »Things that travelled«: the surprising case of raw glass. Early Medieval Europe 12, 2003, 301-305.

Zusammenfassung

Die nordfriesischen Inseln Föhr, Amrum und Sylt waren wichtiger Bestandteil innerhalb eines frühmittelalterlichen Handelsnetzwerks entlang der Nordseeküste und waren das Hauptuntersuchungsgebiet des Projekts zu den Nordsee-Häfen 2013-2018. Ausgrabungen in den Handelssiedlungen Witsum, Goting und Nieblum auf Föhr ergaben zusammen mit vorherigen Ausgrabungen und Surveys in Tinnum und Wenningstedt auf Sylt eine große Anzahl von Glasobjekten des 7.-10. Jahrhunderts, darunter Glasscherben, Tesserae, Glasperlen und Hinweise auf Perlenherstellung. Eine Auswahl von 41 Glasobjekten, die typologisch in das 7.-8. Jahrhundert zu datieren sind, wurden beprobt und mittels Electron Microprobe und LaICPMS analysiert. Die Analyse zeigt, dass die Mehrheit dieser Objekte zu den Subtypen HIMT-2 und Levantine-1 des Haupttyps Soda-Kalk-Glas gehört. Die relativ geringe Schwankungsbreite der chemischen Glaszusammensetzung zusammen mit mehreren Verbindungen zwischen Gläsern aus verschiedenen Fundorten deutet auf einen gemeinsamen Strom von Glasimporten auf die Inseln, wahrscheinlich aus dem Rheinland, hin. Außerdem konnte die lokale Präsenz von Perlenmachern bestätigt werden, die importierte Scherben und Mosaiksteine als Recyclingmaterial für Glasperlen verwendeten. Höhere Gehalte an bestimmten Spurenelementen deuten eher auf die Verwendung von Glasscherben als auf die Einfuhr von (reinem) Glas aus Primärwerkstätten hin.

Summary

The North Frisian Islands of Föhr, Amrum and Sylt formed an important part within an early medieval trade network along the North Sea coast and were a focus research area in the North Sea Harbour Project in 2013-2018. Excavations in trading settlements in Witsum, Goting and Nieblum on the island of Föhr, together with previous excavations and surveys in Tinnum and Wenningstedt on the island of Sylt, yielded a large number of glass objects of the 7th-10th centuries, such as vessel glass sherds, glass beads, tesserae and evidence for beadmaking. A selection of 41 glass objects, typologically dated into the late 7th-8th centuries, has been sampled for compositional analysis with Electron Microprobe and LaICPMS (Laser ablation Inductively coupled plasma mass spectrometry). The analysis show that the majority of these objects belong to the subtypes HIMT-2 and Levantine-1 of the soda-lime glass main type. A rather

narrow variation of the chemical glass composition with several interlinkages between glasses from different sites indicate a shared stream of glass imports to the islands, probably from the Rhineland. Furthermore, it was possible to confirm the local presence of beadmaking craftsmen, using imported cullet and tesserae as recycling material for glass beads. Higher levels of particular trace elements indicate the use of glass cullet rather than the import of (pure) glass from primary workshops.

TORBEN SODE · BERNARD GRATUZE · JAMES W. LANKTON

THE GLASS BEADS OF RIBE – EVIDENCE OF LOCAL GLASS BEAD MAKING AND LONG-DISTANCE TRADE

The city of Ribe was established just after AD 700 and was from the very beginning a well organised trade and craft centre with a marketplace situated to the north of the Ribe River, closely connected with the North Sea trade. The glass bead makers were among the first craftsmen to establish workshops in Ribe, and the marketplace contains the best-preserved evidence of early medieval glass bead making in Northern Europe. The marketplace functioned with one or more seasonal markets every year until the end of the 8th century. The marketplace then changed in character, as some individual plots revealed evidence of a permanent settlement, indicating that from this time there seems to be a continuous presence of craftsmen and traders. Around AD 850 the archaeological layers on the marketplace come to an end, and finds and features dating to the following 150 years are almost absent [1].

THE RIBE BEADS

The glass bead material is unique in terms of the large number of both imported and locally made beads. The finds consist of intact beads, fragments and semi-finished beads, as well as production waste, raw materials, bead making tools and remains of furnaces and workshops related to the domestic production of glass beads [2]. There are many finds from the 8th century that can be attributed to local manufacturing of glass beads, but also from the 9th century indicating continuing glass bead production on the site although on a minor scale. The contexts of the finds from the excavations at Ribe allowed a classification of the archaeological material into phases, subsequently dated very precisely [3].
Nearly 25 000 pieces of glass have been excavated ranging in date from circa AD 705 to 850. In addition to 5 925 whole and fragmented glass beads, 4 700 pieces of raw glass mostly in the form of smaller blocks, lumps or splinters, 6 316 pieces of bead making waste including semi-manufactured components like mono- and polychrome glass rods, 4 583 pieces of glass tesserae and 3 325 fragments of hollow glass have been found [4]. Based on the uncovered evidence, the glass bead making was entirely based on reusing and melting imported raw glass, tesserae and cullet.

Beads made locally in Ribe

In the first years the beadmakers were exclusively producing wound glass beads. These were predominantly monochrome, often transparent blue or opaque white, but included other colours as well as polychrome beads. Around AD 720 the bead material changed character and in addition to a large production of monochrome glass beads in different colours, cobalt-blue beads, often decorated with opaque red and white trails (**fig. 1b**, 5M74DxD5887) or prefabricated red, white and occasionally yellow-striped ribbon rods (**fig. 1a,** 5M74DxD5700) occur in large numbers. Also the so-called reticella beads with multicoloured filigree rods in different variations were produced. In addition, the bead makers at Ribe used pre-formed

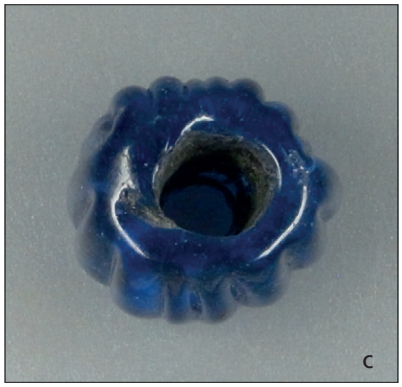
In: Michael Dodt · Andreas Kronz · Bente S. Majchczack · Sebastian Messal (Hrsg.), Glas als Fernhandelsprodukt im frühen Mittelalter – Köln und der europäische Norden. RGZM – Tagungen 46 (Mainz 2022).
DOI: http://doi.org/10.11588/propylaeum.1105.c15177



5M74DxD5700. Wound cylindrical blue bead with polychrome zig-zag decoration. Cobalt-blue is mixed Antique/Late Antique Egyptian natron glass, white is high-magnesia Egyptian and red is Egyptian plant ash glass. – 11 mm × 8 mm.



5M74DxD5887. Wound cylindrical blue bead with white zig-zag decoration and framed with red threads. Cobalt-blue is mixed Late Antique Egyptian natron glass, red is Egyptian plant ash glass, white is Antique Levantine glass. – 11 mm × 8 mm.



5M74DxD6361. Melon shaped wound and tooled glass bead. Cobalt-blue is mixed Late Antique Egyptian natron glass. – 9 mm × 8 mm.



ASR9x185. Blue cornerless cube bead with red and yellow eye decoration. Cobalt-blue is mixed Late Antique natron glass, red is Late Antique natron glass. – 11 mm × 7 mm.



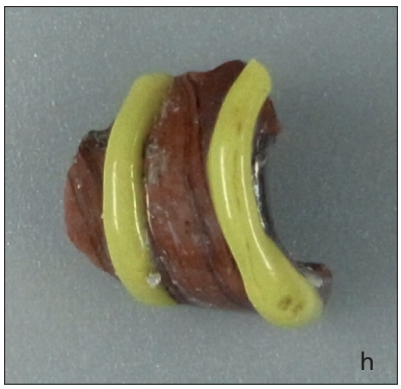
ASR9x402 263. Wound blue bead with applied mosaic eyes. Cobalt-blue is Antique Levantine glass, white is Antique Egyptian natron glass, red is mostly Late Antique Egyptian natron glass. – 10 mm × 10 mm.



5M74DxD4699. Wound blue bead with red and yellow thread decoration and white dots. Cobalt-blue, yellow and white are Late Antique Egyptian glass, red is Late Antique Levantine glass. – 13 mm × 8 mm.



ASR9x329. Mosaic bead made from fused mosaic chips. Cobalt-blue, green and red glass are mainly Late Antique Egyptian natron glass. – 12 mm × 9 mm.



ASR9x392 02. Fragment of wasp bead. Red and yellow are Late Antique Egyptian natron glass, mostly tin opacifier. – 7 mm × 7 mm.



ASR9x392 08. Wasp bead. Black and yellow are mixed Late Antique Egyptian glass, mostly tin opacifier. – 8 mm × 7 mm.

Fig. 1 Locally manufactured Ribe beads made from recycled Antique and Late Antique natron and plant ash glass. Most glasses mixed but predominant types indicated. – (Photos T. Sode and J. Lankton).

mosaic canes with floral and chequer-board designs to make mosaic beads (**fig. 1g**, ASR9x329; **fig. 3g-i**, 4M75xD13318, 4M75xD13336, 5M74DxD5758). It is likely that both types of mosaic canes were produced locally or regionally, with excellent evidence found on Bornholm[5]. These characteristic glass beads were produced up to around AD 760, and the period from AD 720 to 760 has been called the »Blue Period« by J. Callmer[6]. Just after the mid-8th century new types of beads emerge. Monochrome wound cylindrical beads, generally a little smaller in size and often in opaque red brown or green colours occur. The so-called wasp beads appeared simultaneously. The typical wasp bead is a black cylindrical bead with most often three parallel applied opaque yellow glass threads (**fig. 1i**, ASR9x392 08). The wasp beads are also found in variations with opaque red brown, transparent green or blue glass with variations of applied yellow thread decoration. Typical wound beads decorated with coloured trails or mosaic chips as well as characteristic »wasp beads« illustrate recycled mosaic tesserae and unworked glass to be used as raw material for bead making, along with examples of glass working debris including drawn canes, some polychrome, and chips of glass cut from pre-formed mosaic rods. Major glass compositional types, as discussed below, are indicated for each sample.

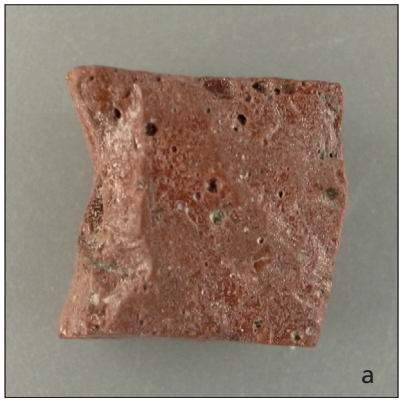
Imported Near-Eastern glass beads

Mosaic glass beads

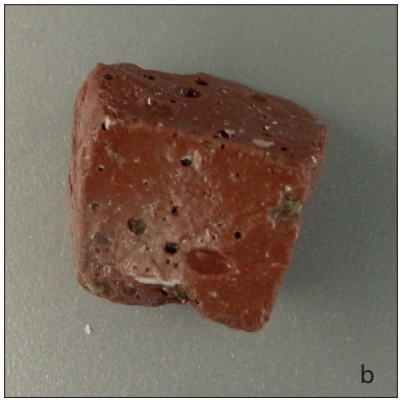
In the last third of the 8th century the bead material totally changed character and the next more than 50 years were dominated by beads imported from the Near East[7]. A new type of mosaic eye bead appears, mostly cylindrical and made from segments of prefabricated mosaic rods with patterns in various eye motifs or circular designs. The bead is manufactured by first fusing the mosaic motifs together, and then folding the red-hot mosaic pad around a bead mandrel. The join where the folded glass is fused together is clearly visible (**fig. 4a**, ASR9x491 200064002). The cylindrical beads are finally decorated with a multicoloured striped rod, made mostly in white/red/yellow glass, wrapped and marvered around the ends of the bead. The Near Eastern glass mosaic eye beads are carefully described by R. Andrae[8] and they belong to J. Callmer's group Ga[9]. Also found at the market place are globular or oval mosaic eye beads made by transversely piercing a heated slice from a mosaic rod using a metal tool; diagnostic for these beads is that the perforation where the rod entered is always larger than the perforation on the exit side, and the circular outline of the original cane is distorted because the glass was pushed in on one side and pushed out on the other (**fig. 4**, ASR9x491 200063816).

Segmented metal foil beads

Another new type are segmented metal foil beads (**fig. 5a-b**, ASR9x113 59, ASR9x105 01). These have been found at late 8th century sites all over Northern Europe. In contrast to the earlier gold foil beads of the Hellenistic and Roman Iron Age, only silver foil is used in the production of these later metal foil glass beads[10]. The use of transparent amber-brown glass for the outer layer gives the impression of gold beads, while using a transparent colourless glass makes the beads resemble silver beads. A further type utilized a transparent blue or greenish outer glass to create metallic beads in colours not found in nature (**fig. 5c**, ASR9x392 200061613). Also segmented opaque yellow beads occur, with one example from Ribe consisting of five joined segments. The majority of the segmented metal foil glass beads found in Ribe has an amber-



4M75xD08084. Red opaque Antique/ Late Antique Egyptian natron glass. – 11 mm × 11 mm.



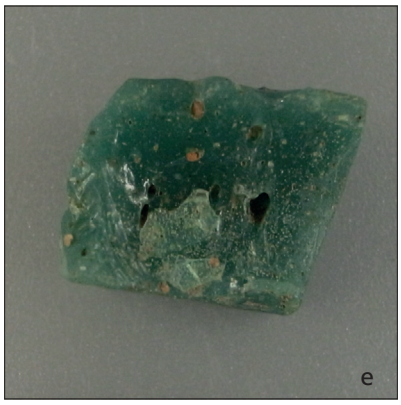
ASR9x325 03. Red opaque Antique/ Late Antique Egyptian plant ash glass. – 8 mm × 7 mm.



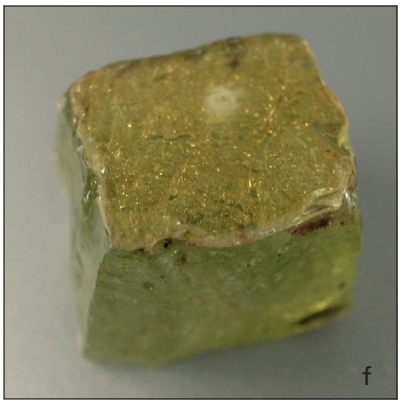
ASR9x194. High-copper orange Antique/ Late Antique Egyptian plant ash glass. – 11 mm × 10 mm.



4M75x9979 01. Yellow opaque Antique Levantine natron glass, antimony opacifier. – 11 mm × 11 mm.



4M75xD12406. Green Antique Levantine natron glass. – 9 mm × 8 mm.



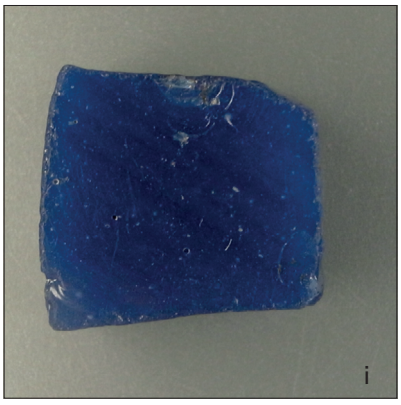
ASR9x227 05. Colourless Late Antique Egyptian HIMT natron glass with gold foil. – 8 mm × 9 mm.



ASR9x227 08. White Antique mixed natron glass, antimony opacifier. – 11 mm × 10 mm.



4M75xD10052. Cobalt-blue Late Antique Egyptian natron glass, antimony opacifier. – 9 mm × 6 mm.



ASR9x227 01. Cobalt-blue mixed Antique Levantine natron glass. – 13 mm × 12 mm.

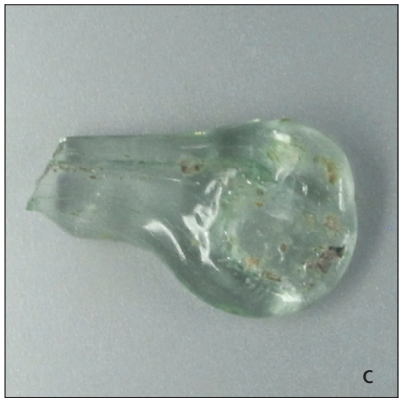
Fig. 2 Mosaic tesserae found on the marketplace in Ribe. Antique and Late Antique natron and plant ash glasses from Egypt and the Levantine coast. – (Photos T. Sode and J. Lankton).



ASR9x286 04. Cobalt-blue Late Antique Egyptian natron glass chunk. – 19 mm × 15 mm.



5M74DxD6002. Cobalt-blue mixed Late Antique Egyptian natron glass trail with toolmark. – 8 mm × 6 mm plus tail.



5M74DxD4043. Colourless Late Antique/ mixed Egyptian glass trail with toolmark. – 15 mm × 9 mm.



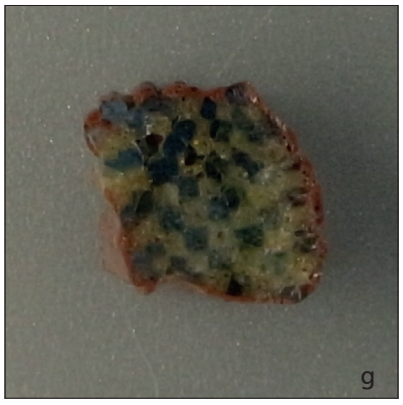
4M75xD9616. Green Late Antique Egyptian natron glass, mixed opacifier. – 15 mm × 11 mm.



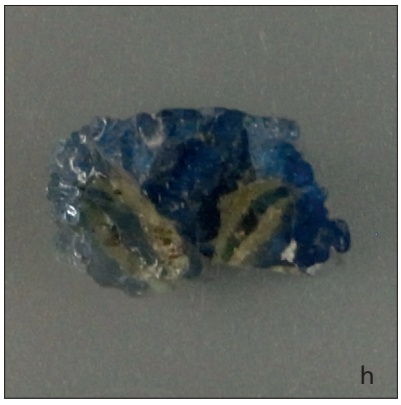
4M75xD13416. Cobalt-blue mixed Late Antique Egyptian natron- and white high-magnesia Egyptian glass. – 16 mm × 5 mm.



5M74DxD5596. Red and white Late Antique Egyptian natron glass, antimony opacifier. – 15 mm × 7 mm.



4M75xD13318. Yellow and dark cobalt-blue mixed Late Antique Egyptian natron glass, red Egyptian plant ash glass. – 6 mm × 5 mm.



4M75xD13336. Cobalt-blue and yellow mixed Late Antique Egyptian natron glass, antimony and tin opacifiers. – 8 mm × 5 mm.



5M75DxD5758. Cobalt-blue and yellow Antique Egyptian natron glass, red Egyptian plant ash glass. – 6 mm × 4 mm.

Fig. 3 Raw glass and beadmaking debris, including mosaic cane fragments, as evidence for local glass beadmaking in Ribe. Most glasses at least partially mixed but predominant types indicated. – (Photos T. Sode and J. Lankton).



ASR9x491 200064002. Fused and folded cylindrical mosaic glass bead; Mesopotamian Islamic plant ash glass. – 16.5 mm × 7.5 mm.



ASR9x200063816. Mosaic eye bead made by piercing a section of mosaic cane; Mesopotamian Islamic plant ash glass. – 14.0 mm × 5.5 mm.



ASR9x21 A11. Wound bead with applied mosaic eyes and white crossed trails; wood-ash potash-lime glass. – 12 mm × 11 mm.



ASR9x374 200061907. Translucent green facetted tubular bead; lead-silica glass. – 8 mm × 5 mm.



5M74Dx5886. End view. Barrel-shaped bead with flat ends made from glass chunks fused around a mandrel; high-alumina mixed-alkali glass. – 10 mm × 6 mm.



5M74Dx5886. Side view. – 10 mm × 6 mm.



5M74Dx6043. End view. Barrel-shaped bead with flat ends slightly more homogeneous than 5M74Dx5886; high-alumina mixed-alkali glass. – 10 mm × 7 mm.



5M74Dx6043. Side view. – 10 mm × 7 mm.



ASR9x165. Wound yellow bead with applied sections of mosaic cane. Yellow and white are Mesopotamian Islamic plant ash glass, red is Egypt 2 natron glass. – 8 mm × 7 mm.

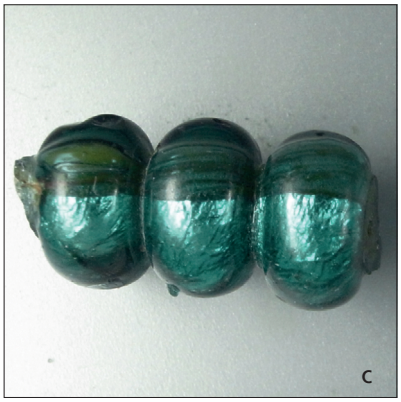
Fig. 4 Mosaic and monochrome beads made from a variety of glass types as indicated. – (Photos T. Sode and J. Lankton).



ASR9x113 59. Three segment silver foil bead with amber-brown outer glass. – 17 mm × 7 mm.



ASR9x105 01. Two segment silver foil bead with colourless outer glass. – 10 mm × 6 mm.



ASR9x392 200061613. Three segment silver foil glass with green outer glass. – 17 mm × 7 mm.



ASR9. Four segment monochrome cobalt-blue bead.



ASR9x374 02. Interior of segmented silver foil bead with amber-brown outer glass. – 10 mm × 7 mm.



ASR9x296 19104. Small monochrome pale blue drawn bead. – D. 6 mm.



ASR1357x50. Cobalt-blue small monochrome drawn bead. – D. 6 mm.



ASR1357x205 03. Opaque green small monochrome drawn bead, tin opacifier. – D. 4 mm.



4M75xD11495. Two yellow small monochrome drawn beads fused together. – L. 10 mm.

Fig. 5 Segmented metal foil beads, segmented monochrome and small monochrome drawn beads. All made from Mesopotamian Islamic plant ash glass. – (Photos T. Sode and J. Lankton).

brown outer glass. Most consist of only one segment, although beads with two, three or more segments have been found, including one example with seven. The metal foil beads from Ribe are found in different forms and sizes. The individual segments can be spherical, oval, ring-shaped or cylindrical. The diameter is in most cases between 4-6 mm, but can vary between 2.5 and 11 mm. From Callmer's latest research on the segmented glass beads from the Black Earth on Birka, he could distinguish that metal foil beads with brown, blue or greenish blue outer layers, as well as the beads with larger segments and beads with only one or two segments were dominating in the earliest finds [11]. This corresponds very well with the finds from Ribe, and with Lundström's investigations on the Birka beads [12]. The bead material from Ribe also includes four so-called collared beads, three with a colourless outer glass and one with an amber-brown outer glass. Collared beads are composed of an oval central segment with disc-shaped segments on both sides.

The segmented metal foil glass beads seem to have been manufactured by pre-fabricating an inner core and an outer tube separately. A piece of silver foil was rolled around the inner core, which thereafter is placed inside the outer tube. The very distinct straight edges of the silver foil indicate that the foil was placed between the two layers of glass in cold conditions. The drawn glass of the inner core was filled with elongated bubbles parallel to the perforation, making the glass greyish with a somewhat milky appearance (**fig. 5**, ASR9×374 02). The outer glass was made as a thin walled transparent glass tube, likewise with long drawn oval shaped air bubbles. The compounded glass tubes were mounted on an iron mandrel and then warmed and rolled over a grooved stone form. After cooling, the individual segments were broken off as separate single beads or as beads composed with a number of segments; the broken ends can often be recognized by the sharp edge around the bead perforation. During the manufacturing process the silver foil is often burnt to the outer glass, which is possibly the reason why the metal is often missing where the outer glass has broken off.

Stone moulds used in the production of segmented glass beads were recovered from the excavation of a glass bead workshop dated to between the 4th and the early 7th century in Kom el Dikka in Alexandria [13]. Kom el Dikka is somewhat earlier than the bead material from Ribe, but the find clearly illustrates how segmented glass beads may have been produced. One bead was found burnt onto an iron wire that had been used when heating and forming the segmented glass beads on the grooved stone forms. The presence of the iron wire explains the internal structure clearly seen on the broken beads, where the otherwise uniform bead perforation exhibits an expansion in diameter in the middle of each segment. Although, to our knowledge, similar stone moulds have not been found in Mesopotamia, where the metal foil beads from Ribe were made, adoption of similar Egyptian technology throughout the Abbasid Caliphate seems likely.

Small and large monochrome drawn glass beads

A third group of imported glass beads that occur in large numbers in Ribe as well as other parts of southern Scandinavia, are monochrome drawn glass beads cut from tubes (**fig. 5f-h**, ASR9x296 19104, ASR1357x50, ASR1357x205 03). These beads are found in Ribe from around AD 780, and in great numbers elsewhere, especially in Early Viking Age contexts. There are two general types: small with an outer diameter between 2 and 6 mm and larger with a diameter between 7 and 12 mm, and together they make up about half of the bead material from the earliest layers in the Black Earth area in Birka, just as they appear commonly in the grave finds from Birka [14]. From Haithabu, 2 556 pieces, most small, have been recovered, making up 35 % of the bead material. In the harbour area there was a find with 598 pieces of mainly blue tubular drawn beads along with seven silver coins dating to around AD 825, as well as a necklace with 248 small, yellow drawn

beads[15]. While there is some overlap between the two size groups, it is clear that at Ribe the majority of the monochrome drawn glass beads are small.
Because the monochrome drawn glass beads were cut from prefabricated, thick-walled glass tubes, the bead perforation is relatively small and cylindrical. There is a clear longitudinal structure in the glass, parallel to the perforation. The beads are often found in blue, turquoise, yellow, green and white. While the original sharp broken ends of these drawn glass beads have usually been rounded by re-heating, in the archaeological material it is possible to see that different methods have been used. The smallest beads were probably rounded by placing the cut cylindrical glass tube fragments in a bowl together with ash. The bowl was then placed in a furnace or hearth where the sharp edges will naturally round because of the high surface tension of hot glass. The ash prevents the glass pieces from sticking together and keeps the bead perforation from collapsing. In this way the sharp ends are softened, and according to the length of the cut segments and the heating temperature and time, cylindrical, ellipsoidal, oblate or disc-shaped glass beads may result. The larger beads were cut, often obliquely, from tubes with larger diameters. They are rarely finished in the same way as the smaller beads but were apparently rounded by placing the glass tubes on a plate made of metal or burnt clay, the plate being covered by a layer of most probably ash or fine sand to prevent fusion of the glass to the plate. The plate with the glass pieces was then placed in an oven or fireplace and the glass tubes were heated. It can often be seen that the beads are domed on what had been the upper side while the side in contact with the plate is flat and uneven from the release. In addition, the cut ends remain more distinct than those of the smaller drawn glass beads. To differentiate these beads from the small monochrome drawn glass beads we will refer to them as large monochrome drawn beads, with the understanding that in addition to, or, more likely because of their larger size, slightly different technological processes were used in their production.
There are large numbers of broken small monochrome drawn beads from Ribe, Hedeby and Birka, just as many of the beads have an irregular shape. In addition, there are many beads lacking a complete perforation, as well as examples of two or more beads fused together (**fig. 5i**, 4M75xD11495). Due to the large number of failed beads P. Steppuhn suggested that the beads might have been produced in Hedeby[16]. It might be more correct to advocate that the many finds of failed and broken beads must be due to the circumstance that the beads had been purchased »by the kilo« in the Near East, and then transported to Scandinavia in sacks or bags as loose beads that were sorted upon arrival at the marketplaces[17].

Cylindrical or facetted opaque green beads

Another specific type of glass bead, also from the late 8th and early 9th century, is a drawn glass tubular bead, often facetted with five or six sides (**fig. 4d**, ASR9x374 200061907). These beads are usually opaque green and are characterized by very high lead content. They have been found in quite large numbers at Haithabu[18], where they date to just around the year 800. These cylindrical or facetted opaque green beads most probably originate from the Near East, as described in earlier publications[19].

Opaque red and orange glass beads

Bead assemblages in southern Scandinavia from the 7th century are dominated by opaque, monochrome orange and red glass beads, most often with a diameter between 6 to 10 mm. Most are barrel-shaped, but they may also be oblate, cylindrical or conical, as well as facetted into cornerless cubes[20].

Opaque red and orange glass beads were used both in necklaces and as colourful elements in beaded breast ornaments, often arranged in four to five rows sometimes containing more than 100 beads kept in position with bead string spacers and terminal elements fastened to the woman's dress just below the shoulders. Such exclusive jewellery was most probably used by women from the social elite, and sometimes included gilt bronze fibulas and brooches, some inlaid with garnet. The red and orange opaque glass beads, often referred to as glass flus beads, are especially found in large numbers in the Mälaren region in Sweden, and on the Swedish island Gotland and the Danish island Bornholm in the Baltic Sea.
Even though the number of opaque red and orange glass beads from Ribe is relatively low, the structure and colour visually mirrored glass tesserae found at the marketplace. We included two orange and one red barrel-shaped beads as well as tesserae in the same colours in our analyses (**fig. 4e-h**, 5M74Dx5886, 5M74Dx6043).

CHANGES IN GLASS CHEMICAL COMPOSITION DURING THE SECOND HALF OF THE 1ST MILLENNIUM AD

In Western Europe, most glass objects that circulated during Late Antiquity and the Early Middle Ages, 4th -9th centuries, were made from soda-lime glass produced in Egypt or on the Syro-Palestinian coast. This glass was composed of calcareous sand with low alumina (Al_2O_3), typically between 2 and 3 wt % (weight percent) and rarely above 4 wt % [21], and natron, a relatively pure hydrated sodium carbonate [22]. The natron was probably collected in dry Egyptian lakes in the region of Wadi Natrum. Several centres for producing raw glass (primary workshops) that functioned during this period were located between Lebanon and Egypt [23]. In Western Europe, production centres for vessels and beads (secondary workshops) worked from blocks of raw glass from these primary workshops or from recycled glass (cullet, chunk or tesserae).
Archaeometric studies of Late Antique and Early Medieval glass objects have identified several compositional sub-groups probably related to the geographic origin of the primary workshops [24]. Two methods that may be used to identify the origin of the glass used to produce a particular object, although not necessarily the location of the secondary workshop where the object was made, are the comparison of the ratios of trace elements yttrium to zirconium (Y/Zr) and cerium to zirconium (Ce/Zr) to distinguish natron glass made in Egypt from that made in the Levant (as suggested by Gratuze), and the major and minor oxide ratios titania to alumina (TiO_2/Al_2O_3) and alumina to silica (Al_2O_3/SiO_2) to identify various types of colourless glass associated with different geographical and chronological sources [25]. However, there may still be considerable overlap between compositional types, much of this due to mixing of glasses from different sources in secondary workshops, and the overall picture is one of relative homogeneity in natron glass compositions.
Regarding Antiquity and the Early Middle Ages, a second type of soda-lime glass is found occasionally. It was fabricated using soda extracted from the ashes of halophytic plants such as Salicornia sp. or Salsola sp. This type of glass is distinguished from the preceding one by its higher content of potash (K_2O), magnesia (MgO) and phosphoric oxide (P_2O_5). Two families of plant ash soda glass have been identified. The first is characterized by similar quantities of magnesia and potash. It is frequently found among Egyptian red and green glasses of classical Antiquity [26], but was also used to make colourless blown vessels, with prominent finds in southern Egypt [27]. The second type of plant ash glass has higher magnesia content that exceeds that of potash. During Antiquity and the Early Middle Ages, this second type was produced at Sasanian and then Islamic centres in Mesopotamia, notably in Iraq [28].

If during the Early Middle Age the Roman production system is still in effect, an increase of soda glass recycling is observed from the 7th century[29]. This phenomenon stems directly from a progressive decline in the production of raw natron glass in the Levant and Egypt. Indeed, depending on the different regions, the production of natron glass and its importation in Europe seems to break off progressively from the end of the 8th century[30]. Over the course of the 9th and 10th centuries, in the eastern Mediterranean and Mesopotamia, soda-lime glass, produced from the ashes of halophytic plants, becomes the prevailing type of glass before characterizing the entire Mediterranean glass production by the end of the 12th century. In continental Western Europe, from the end of the 8th century raw glass imported from Egypt and the Levant is partly replaced by potash-lime glass made from forest plant ash (mainly potash and lime in variable proportions together with fairly high magnesia, phosphorus and manganese contents)[31]. Thus, in the Mediterranean and European worlds, radical changes are observed in glass production during the 9th century, resulting in the systematic use of fluxes obtained from plant ash instead of mineral deposits (natron). However, in Western Europe recycled natron glass seems to be used until the end of the 12th century for specific productions. These include cobalt-blue vessels decorated with white opaque glass, trails and spots, such as the Saint Savin bowl, and cobalt-blue stained-glass panels used in cathedral windows[32].
Two other main types of glass, where the calco-alkaline flux is partly or totally replaced by lead oxide (PbO) are also encountered from the end of the 8th century. The first, composed mainly of lead oxide, with PbO generally greater than 60 wt %, and silica. Alkaline elements are nearly absent in this lead glass *sensu stricto*. The second, composed of various proportions of lead oxide, silica, alumina, alkali oxides and lime, are the lead-alkali glasses, divided into lead-soda-lime glasses, lead-potash-lime glasses and the lead-soda-potash-lime glasses. In the 9th century, the first high-lead glasses seem to be used only for bead making and are mainly distributed in the Muslim world, Eastern Europe (Poland, Russia) and in the Caucasus region[33]. Around the late 10th and early 11th century, an emerald green glass made of more than 60 wt % lead oxide is commonly used for vessel production in the Muslim world[34].

GOALS OF THE STUDY

With this study, we hoped to answer the following questions:
- What glass chemical types are found at Ribe?
- What insight do the chemical composition results give into bead making processes?
- What was the glass raw material and where was it coming from, along which trade networks?
- Also, how well do the chemical types of the beads and bead making debris reflect the identified raw material?
- How does the Ribe data help us understand the changing patterns of trade in the 8th-9th century?

MATERIALS AND METHODS

In connection with our studies on the glass bead making technology in Ribe and the investigations on the raw glass used in the local glass bead production, we analysed 161 samples of glass beads (101), raw glass (10), mosaic tesserae (29) and waste from glass bead making (18), including fragments from 3 glass smoothers found at the site (see **tab. 1** for the main typological groups). As many of the beads and some of the glass waste were polychrome, we performed a total of 272 analyses (see **tab. 2** for the distribution of these groups by colour).

Main glass types	Number of objects	Total Beads	Segmented Beads	Monochrome Beads	Mosaic cane & Polychrome wound Beads	Tesserae	Waste	Raw glass	Smoother
Antique and Late Antique natron and soda plant ash glasses	104	47		13	34	29	18	10	
High-magnesia soda plant ash glasses (Islamic-mesopotamian)	45	45	19	17	9				
High-lead glasses	4	4		4					
High-alumina mixed-alkali red and orange glass	3	3		3					
Potash and lead-aluminous-lime glass beads and smoothers	5	2		1	1				3

Tab. 1 Distribution of the analysed objects according typologies and glass groups. – (Table CNRS/IRAMAT-CEB).

The analyses of the glass beads and objects were conducted at the Centre Ernest-Babelon of the IRAMAT (CNRS/Université d'Orléans, France), using Laser Ablation-Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (LA-ICP-MS). The instrumentation consisted of a VG UV laser probe working at 266 nm (NdYAG laser with quadrupled frequency, operating at 3-4 mJ power and 7 Hz) coupled with a Thermo Fisher Scientific ELEMENT XR mass spectrometer. LA-ICP-MS allows a nearly non-destructive analysis, invisible to the naked eye, of the glass objects[35]. Analytical parameters were as follows: ablation time was set to 70 seconds: 20 seconds pre-ablation, so that contamination could be removed, and 50 seconds collection time. Fresh fractures were analysed where possible to reduce potential contamination. Blanks were run between each sample. Spot sizes were set to 100 µm (although reduced to 70 µm when saturation occurred). Two areas were analysed per sample; heterogeneity and agreement between runs was consistently good. During analysis live counts were continuously observed: when element spikes signifying the presence of inclusions were observed, results were discarded and a new site selected.
Calibration was performed using five reference standards: NIST610, Corning B, C and D, and APL1 (an in-house reference glass used for chlorine determination) were run periodically (every 15 to 20 samples) to correct for eventual drifts. The standards are used to calculate the response coefficient (k) of each element[36]. The measured values were normalised against ^{29}Si, the internal standard. Concentrations are calculated assuming that the sum of the concentrations of the measured elements is equal to 100 wt %. In total, 52 elements were recorded. For the major and minor elements accuracy and precision were within 5 % relative and within 10 % for most trace elements.

RESULTS AND DISCUSSION

According to the principal constituents brought by the silica source (SiO_2, Al_2O_3 and CaO) and the fluxes (Na_2O, MgO, K_2O, P_2O_5, PbO and also CaO), the results obtained enable the classification of the 272 analysed glasses into five main compositional groups which can be subdivided into eight subgroups (see **tab. 3** for the average compositions of the main identified groups, and **fig. 6** for distribution by MgO and K_2O content). The first group consists of 141 glasses made with natron and is subdivided into two subgroups, one with 138 glasses and the other with only three glasses. The second group is made of 117 glasses made

	Total number of analysed glass	Black (Fe)	Black (Fe, Pb)	Blue (Co)	Blue (Cu)	Colourless or natural tint (light blue, green amber, Fe)	Green (Cu)	Orange (Cu_2O)	Purple (Mn)	Red (Cu)	White (Sb or Sn)	Yellow (Sb or Sn)
Beads, waste and tesserae, Antique and Late Antique natron glass	138	6	1	47 (13 chunks or tesserae)	2	8	9		2	17 (4 tesserae)	25 (4 tesserae; 10/25 with high Mg)	21 (5 tesserae)
Beads, waste and tesserae, Antique and Late Antique soda plant ash glass	27						1	4 (4 tesserae)		21 (4 tesserae)		1 (perhaps pollution from surrounding glasses)
Beads, Egypt 2 Islamic natron glass	3									3		
Beads, Mesopotamian Islamic soda plant ash glass	90			17		32	8			7	8	18
Beads, high-lead glass (Islamic)	4						4					
Beads, red and orange, high-alumina mixed soda-potash glass (South-Asian?)	3							2		1		
Beads, potash glass	4				1	2				1		
Smoother, potash glass	1	1										
Smoothers, lead glass made from Melle slag	2	2										

Tab. 2 Distribution of the different coloured glasses among compositional glass groups identified in Ribe. – (Table CNRS/IRAMAT-CEB).

Oxide	Beads, waste and tesserae, Antique and late Antique natron glass (138)		Beads, waste and tesserae, Antique and Late Antique soda plant ash glass (27)		Beads, Egypt 2 natron glass (3)		Beads, Mesopotamian Islamic soda plant ash glass (90)		Beads, high-lead (4)		Beads, red and orange, high-alumina mixed soda-potash glass (3)		Beads, potash glass (4)		Smoother, potash glass (1)	Smoothers, lead glass made from Melle slag (2)	
	av.	std.	av.	std.	av.	std.	av.	std.	av.	std.	av.	std.	av.	std.		av.	std.
Na_2O	14.7	2.4	12.5	2.5	12.8	0.5	13.4	1.5	0.052	0.016	5.02	0.81	1.77	0.74	0.91	1.07	0.30
MgO	0.70	0.35	2.03	0.66	1.08	0.10	4.23	0.54	0.080	0.034	0.47	0.17	4.88	0.54	4.22	1.62	0.04
Al_2O_3	2.33	0.28	2.48	0.45	2.72	0.14	1.82	0.34	0.19	0.05	10.7	1.1	2.78	0.20	1.81	7.49	1.86
SiO_2	64.9	7.5	57.6	5.9	67.5	1.9	64.3	4.6	25.6	1.0	61.8	4.8	58.8	3.0	51.8	46.6	5.1
P_2O_5	0.17	0.22	0.81	0.33	0.29	0.04	0.27	0.20	0.027	0.016	0.16	0.09	2.44	0.27	5.88	1.72	0.11
Cl	0.93	0.22	0.84	0.14	0.68	0.10	0.68	0.12	0.16	0.02	0.40	0.13	0.44	0.15	0.44	0.15	0.002
K_2O	0.54	0.17	1.58	0.65	1.09	0.10	2.79	0.44	0.038	0.008	3.95	0.45	11.8	0.5	15.2	3.52	0.68
CaO	6.53	0.93	8.07	1.25	9.23	0.31	6.44	0.92	0.42	0.16	3.11	1.18	13.3	1.3	17.9	13.3	0.6
TiO_2	0.12	0.04	0.19	0.05	0.23	0.03	0.12	0.02	0.0089	0.0034	0.12	0.02	0.27	0.01	0.11	0.20	0.02
MnO	0.48	0.32	0.50	0.31	0.35	0.11	0.57	0.37	0.0024	0.0009	0.065	0.029	0.76	0.09	0.77	0.23	0.001
Fe_2O_3	1.39	1.67	1.94	0.60	1.35	0.24	0.93	0.53	0.13	0.04	1.85	0.41	1.44	0.43	0.57	2.92	0.14
CuO	0.56	1.30	2.66	2.39	1.38	0.54	0.43	0.85	0.38	0.09	10.9	7.8	0.51	0.63	0.012	0.028	0.004
SnO_2	0.57	1.22	0.41	0.27	0.15	0.06	1.12	2.58	0.0076	0.0026	1.07	0.60	0.029	0.028	0.0023	0.0053	0.003
Sb_2O_3	1.47	1.97	0.39	0.34	0.051	0.043	0.0028	0.0048	0.21	0.09	0.015	0.009	0.019	0.020	0.0000	0.42	0.05
PbO	4.36	9.37	7.62	6.08	0.68	0.53	2.42	4.98	72.5	1.0	0.073	0.101	0.20	0.29	0.0014	19.6	6.5
CoO	0.021	0.028	0.0056	0.0048	0.0033	0.0019	0.031	0.066	0.0002	0.0000	0.0008	0.0005	0.0013	0.0004	0.0003	0.0010	0.00002
ZnO	0.056	0.16	0.13	0.20	0.19	0.09	0.096	0.189	0.015	0.008	0.075	0.066	0.21	0.22	0.038	0.11	0.05
B_2O_3	0.049	0.010	0.053	0.011	0.032	0.004	0.034	0.004	0.0019	0.0004	0.022	0.002	0.055	0.004	0.055	0.031	0.003
SrO	0.049	0.007	0.070	0.012	0.035	0.009	0.056	0.008	0.0040	0.0028	0.0078	0.0027	0.044	0.004	0.081	0.071	0.021
Rb_2O	0.0011	0.0003	0.0010	0.0004	0.0020	0.0002	0.0015	0.0006	0.0001	0.0000	0.028	0.003	0.023	0.001	0.019	0.013	0.003
ZrO_2	0.0089	0.0028	0.010	0.003	0.021	0.003	0.016	0.004	0.0003	0.0001	0.036	0.013	0.024	0.004	0.014	0.016	0.0004
BaO	0.027	0.009	0.027	0.006	0.082	0.050	0.017	0.005	0.012	0.010	0.014	0.007	0.17	0.02	0.19	0.85	0.62
UO_2	0.0001	0.0002	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0008	0.0002	0.0001	0.0000	0.0001	0.0007	0.0001

Tab. 3 Average compositions in weight % of oxides of the main groups of glass identified among Ribe's glass objects (beads, waste, tesserae, smoothers) analysed. – (Table CNRS/IRAMAT-CEB).

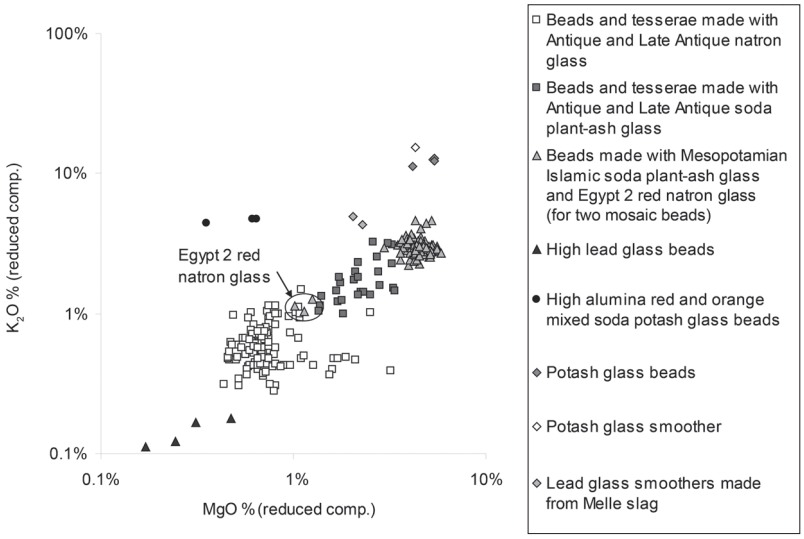


Fig. 6 Distribution of the different glass groups identified in Ribe according to their MgO and K_2O contents. Natron glasses (empty squares) are characterized by low content of potash and magnesia. Two groups of plant ash glass characterized by different level of magnesia and potash are identified. The first group (grey squares) correspond to recycle Antique and late Antique red and green glasses (Nenna and Gratuze 2009) while the second group (grey triangles) correspond to Mesopotamian Islamic plant ash glass. Note the presence of some high-magnesia natron glass (mainly white, Nenna and Gratuze 2009) and the presence of three natron Egypt 2 Islamic glass (Gratuze/Pactat/Schibille 2018). – (Diagram CNRS/IRAMAT-CEB).

from soda plant ashes and is also subdivided into two subgroups which include respectively 27 and 90 glasses. The first subgroup is characterized by similar amounts of magnesia and potash while the second subgroup has higher magnesia contents.

The 14 remaining glasses form the three last groups. Three of these glasses were made with a high-alumina sand (Al_2O_3 > 9 wt %) fused with mixed soda-potash fluxing agent with similar contents of soda and potash ranging from 3 to 6 wt %. Five others are potash-lime glasses made with forest plant ashes. The six last glasses are lead glasses, four of these are high-lead glasses with PbO between 71 and 74 wt % and SiO_2 between 24 and 27 wt %, and the other two are characterized by the presence of high levels of lime, lead oxide, alumina and potash.

Antique and Late Antique natron and soda plant ash glasses

Our analyses of the glass remains found in Ribe show that they mainly consist of original or recycled, Antique and Late Antique, natron soda-lime glass (141/272). Of these glasses 138 originate from the 8th century layers of the market place and can be associated with local glassworking. To this large group of natron glasses we can add 27 plant ash soda glasses with similar levels of magnesia and potash that were recovered in the same contexts and usually associated with natron glass in the same objects. Three natron glasses come from a later context and were associated in objects with the second subgroup of soda plant ash glasses; they will be discussed with that group.

While most glass colours are represented in the natron group (7 black, 47 dark and 2 greenish blue, 8 natural tint, whether colourless, amber-brown, pale green or pale blue, 9 green, 17 red, 2 purple, 25 white and 21 opaque yellow), with the exception of 1 yellow glass inserted in green glass in a mosaic glass bead, 26 of the above plant ash glasses are either red (21), orange (4, all tesserae) or green (1). For the one yellow glass with a plant ash composition, we cannot exclude that the magnesia and potash detected in the yellow glass are due to a contamination from the green glass. In this large group of 165 glasses we find all the tesserae and the glass wastes and chunks of our corpus.

In terms of colourants, the seven black glasses were coloured with iron oxide from 3.3 to 8.5 wt %; one of them is characterized by high lead content of 30 wt % PbO and very high iron 14.5 wt % Fe_2O_3, a

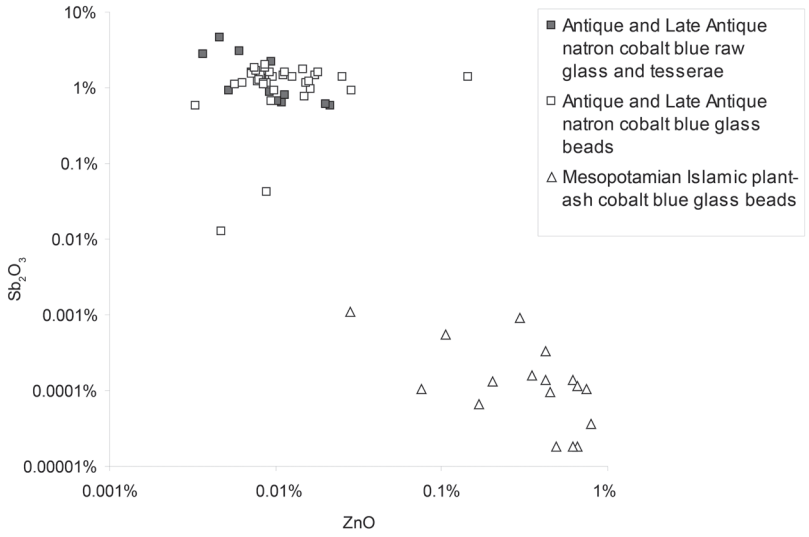


Fig. 7 Concentrations of ZnO vs Sb_2O_3 for the different cobalt-blue glasses analysed from Ribe. The natron Antique and late Antique glasses are clearly distinguished from the Islamic soda plant ash glasses by their higher antimony contents. – (Diagram CNRS/IRAMAT-CEB).

composition which is occasionally found in Merovingian contexts[37]. The 47 dark blue glasses, coloured with cobalt, are divided into 4 tesserae, 9 production wastes or chunks, and 34 beads or parts of beads. The compositions of the latter, similar to those of the tesserae, illustrate well the recycling of glass tesserae for bead making. As shown in **figure 7**, all the cobalt-blue glasses are characterized by high antimony contents, with beads, waste and tesserae showing similar levels. Moreover, in a recent study on Late Antique and Early Mediaeval cobalt-blue glasses we show that three main cobalt groups can be identified[38]. Two of these groups are characterized by low zinc contents and either high or low ratios of cobalt versus nickel oxides; this CoO/NiO ratio is typically greater than 24 before the end of the 4th century and less than 6 after the end of the 4th century. Those cobalt-blue glasses with intermediate ratios probably result from the mixing of these two groups. The three types of natron cobalt-blue glasses from Ribe exhibit similar distributions of cobalt to nickel oxides ratios: from 4.9 to 26.2 for the beads, from 6.5 to 22.8 for the waste and from 11.5 to 24.4 for the tesserae. While a few samples had either very high or very low ratios, indicating production either before or after the end of the 4th century, most of the cobalt-blue glasses, with intermediate ratios, illustrate the recycling of Antique and Late Antique glass for both mosaic tessera production and glass bead making.

The red and orange natron and soda plant ash glasses were coloured with copper in its metallic form for the red glass and in the cuprite form (CuO crystals) for the orange glass. The wide range of compositions illustrates the different recipes used to produce these colours and the diversity of the raw material. The red glasses are divided into 17 natron glasses and 21 soda plant ash glasses while the 4 orange glasses contain only soda plant ash glass. For the red glass, among the oxides which present the widest range of concentration we find those of iron, Fe_2O_3 from 0.9 to 4.4 wt %; copper, CuO from 0.6 to 13.6 wt %; zinc, ZnO from 0.1 to 1.1 wt %; tin, SnO_2 from 0.03 to 1.6 wt %; antimony, Sb_2O_3 from 0.002 to 1.1 wt %; and lead, PbO from 0.02 to 17.3 wt %. These wide ranges illustrate both the diversity of recipes and of raw material used as colouring agents, including pure copper, brass and bronze. The four orange tesserae show less variability in composition. In the same way, if the 2 blue and the 9 green glasses coloured with copper exhibit less variability than the red glass, the observed range of compositions shows both the presence of yellow opacifier (lead antimonate and/or stannate) in the green glass and the variability of material used as colouring agents (various copper alloys).

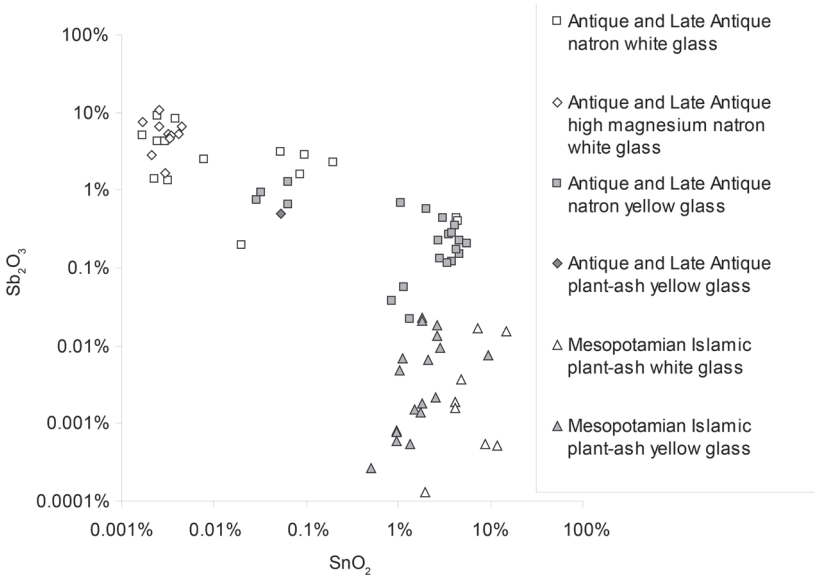


Fig. 8 Concentrations of SnO_2 vs Sb_2O_3 for the different white and yellow glasses analysed from Ribe. The natron Antique and late Antique glasses are clearly distinguished from the Islamic soda plant ash glasses by their opacifiers. While antimony and tin are both used either alone or mixed in natron Antique and late Antique glasses, only tin is used in Islamic soda plant ash glasses. – (Diagram CNRS/IRAMAT-CEB)

The 2 purple natron glasses were coloured with manganese oxides, with MnO between 1.8 and 2.1 wt %. We analysed 25 opaque white glasses: 20 elements of glass beads, 4 tesserae and 1 glass rod. These form two main groups of natron glasses, one, 15 glasses, with magnesium oxide contents lower than 1 wt %, and the other, 10 glasses, with higher MgO contents between 1.1 and 3.4 wt %. These two groups are similar to those identified in Antique mosaic glass[39]. The opacifiers are antimony, probably in the form of calcium antimonate, for 23 glasses and tin oxide for the 2 others (**fig. 8**). The presence of tin oxide, either as the main opacifier or at concentrations ranging from 0.08 to 0.2 wt % was only observed in the low magnesium glasses.

Tin, probably in the form of lead stannate, is the main colouring and opacifying agent identified in the yellow opaque glasses (17/22). In contrast, lead antimonate is the principal colouring and opacifying agent in three beads and two tesserae but is always associated with some amount of lead stannate (**fig. 8**). Starting in the 4th and 5th centuries and spreading from the East towards the western Mediterranean, tin became increasingly important as the principal colouring and opacifying agent for yellow glass (lead stannate replaced lead antimonate) and white glass (tin oxide replaced calcium antimonate)[40]. The presence, in the analysed beads of both tin and antimony as opacifiers, along with the high-magnesia natron white glasses, shows that both Antique and Late Antique glasses have been recycled in the Ribe glass bead workshop.

As mentioned above, comparison of the trace element ratios Y/Zr and Ce/Zr may indicate the Levantine or Egyptian origin of the natron glasses, with glass produced in the Levant having consistently higher ratios than glass produced in Egypt. For our 168 Ribe natron and natron-associated plant ash glasses, only 15 % had a definite Levantine origin while 59 % were Egyptian, with the remaining 26 % probably mixtures of Levantine and Egyptian primary glass. While the samples identified as fragments of fresh, raw glass were exclusively Egyptian, all of the other categories, including mosaic tesserae, were included in the Levantine, Egyptian and mixed groups. Because most of our samples were heavily coloured, it is difficult to use the ratios TiO_2/Al_2O_3 and Al_2O_3/SiO_2 to identify early and late compositional types. However, based on cobalt to nickel ratios for the cobalt-blue samples, roughly 20 % of these glasses were probably 4th century or earlier, 20 % probably produced from the 5th to 8th century, and the remainder heavily mixed. Referring again to the 9 cobalt-blue »raw« glass samples, only 1 was pre-5th century, 5 were 5th century or later, and 4 were mixed early and late. While some of these samples may represent fresh supplies of unworked glass coming

to Ribe, the compositional evidence is not strong, and it is possible that many of our raw glass samples were simply fragments chipped from mosaic tesserae.

High-magnesia soda plant ash glasses and related natron and high-lead glasses

The soda plant ash glasses discussed here belong to the second type of soda-lime plant ash glass, characterized by magnesia levels exceeding those of potash. These glasses are similar to those originating from Veh Ardasir, Iraq[41], and have therefore probably been produced in the old Mesopotamian areas. We'll also discuss here 3 natron glasses associated with this type of plant ash glass in 2 of the studied beads, as well as 4 high-lead glass beads. All these glasses originate from late 8th and early 9th centuries contexts.

Starting in the end of the 8th century, halophytic plant ash soda-lime glasses progressively replaced natron glass in the Mediterranean zone[42]. This change doesn't seem to have occurred at the same time in the Levant and in Egypt. If plant ash glass started to replace natron glass as soon as the end of the 8th century in the Levant, the production of natron glass continued in Egypt during a long part of the 9th century with evidence for different types of natron glass produced in Egypt during the 8th and 9th centuries. Among these, a compositional group named Egypt 2, whose production began during the last quarter of the 8th century in Egypt[43], was identified in two of the beads recovered at Ribe. In these polychrome beads, the red/blackish glass has an Egypt 2 natron glass composition, while the white and yellow glasses have a plant ash Mesopotamian composition (**fig. 4i**, ASR9x165). According to their particular typology, wound beads decorated with slices of mosaic cane, these two beads may have been made in Viking workshops by recycling Egyptian Islamic-period natron glass and Mesopotamian soda plant ash glass.

Compared to the preceding plant ash glass group, this large group (90 glasses) appears more homogeneous in composition while presenting a larger diversity in colour: 17 dark blue, 32 natural tint, whether amber-brown, pale green or bluish, 8 green, 7 red, 8 white and 18 yellow. We also notice a complete change for most of the colouring agents used for this glass compared to those used to colour Antique and Late Antique natron glasses.

For example, the later soda plant ash cobalt-blue glasses (17 analyses) exhibit several differences from the natron cobalt-blue samples: antimony contents are all below 0.001 wt % while they are all above 0.012 wt % for natron blue glasses (**fig. 7**); zinc contents are higher (**fig. 7**) and nickel content lower, with an average cobalt to nickel ratio of 43 compared to 14 for the natron glasses as a group. In a recent paper it was shown that these features are typical of a new cobalt ore exploited in the Islamic world from the 9th century onward[44].

Likewise, the opacifiers used for white (8) and yellow (18) glasses are only based on tin compounds, tin oxide for white opaque glasses and lead stannate for the yellow opaque glasses, with very low antimony contents below 0.023 wt %.

For red and green Mesopotamian plant ash glasses, although the colourants are similar to those of earlier samples, we observe an important variability of composition reflecting both different recipes and the large panel of raw materials used as colouring agents.

A large part of the beads discussed here are segmented metal foiled glass beads (19/45). For most of these the outer glass layer has an amber-brown tint (9), or is colourless (5), but it can also have a blue (4) or a greenish tint (1). When possible, the metal foil has been analysed and in every case the presence of large amounts of silver has been observed. When the outer layer has an amber-brown hue it gives the bead a golden appearance. The separate analysis of the outer brown glass layer and of the inner colourless layer does not show any compositional difference between the two glasses. Their manganese and iron oxide

contents are similar, and as it was not possible to analyse sulphur, we can only hypothesise that theses colours were obtained by controlling the oxidation-reduction conditions of the glass firing atmosphere to encourage the creation of an iron-sulphide chromophore.
We'll mention here four of the high-lead glass beads that also probably originate from the east (**fig. 4d**, ASR9x374 200061907). The main particularity of this type of glass is to contain essentially lead oxide and silica. These two compounds make up from 97.5 % to 98.5 % of the total composition of the glass. The main remaining oxides are those of calcium, 0.3 to 0.7 wt %, copper, 0.3 to 0.5 wt %, alumina, 0.1 to 0.3 wt %, arsenic, 0.1 to 0.3 wt %, antimony, 0.1 to 0.3 wt % and iron, 0.1 to 0.2 wt %, that altogether sum between 1.3 and 2.1 wt %. As mentioned above, in the early 9th century, it seems that only glass beads are reported with this particular composition, while in the 10th and 11th centuries the same glass was also used to produce vessels[45].

High-alumina mixed-alkali red and orange glass

Three opaque red (one) or orange (two) barrel-shaped beads show a composition which differs from all known Mediterranean or European glasses in both main chemical components and colouring recipes (**fig. 4**, M74Dx5886, 5M74DxD6043). These three beads were made from a mixed soda-potash glass characterised by high concentrations of alumina, greater than 8 wt %, and trace elements including cerium, thorium, uranium and zirconium. The red colour is from metallic copper, CuO 2.6 wt %, and the orange from a mixture of small and large cuprite crystals with CuO from 12 to 18 wt %. The origin of this particular group of glasses, mainly found during the 7th and 8th centuries in Sweden, Denmark and northern Germany, is still not completely solved. However, their high alumina and trace elements contents together with the use of mixed soda-potash fluxes and different colouring recipes point to a possible South Asian origin[46].

Potash and lead-aluminous-lime glass beads and smoothers

The five last studied objects (two glass beads and three fragments of glass smoothers making up eight analyses) show a completely different composition (**fig. 4c**, ASR9x21 A11). They are made with potash-lime glass (the two glass beads and one of the smoothers) or recycled lead slag from the Carolingian lead mine at Melle in France (the two other smoothers), and illustrate the first Europeans glasses made from the end of the 8th century onwards[47].

CONCLUSION

The compositional data, in the context of previous archaeological and morphological study, goes a long way toward answering the archaeological questions posed above. For the first question, what varieties of glass were found at Ribe, we found at least eight different compositional types, ranging from Roman and Late Antique natron glass, as well as its higher magnesia and potash variants, all produced in Egypt or on the Levantine coast, to a more uniform high-magnesia plant ash glass from production sites in Mesopotamia. Several less common types include red and orange high-alumina mixed-alkali glass with an unknown, although possibly South Asian origin, high-lead glass probably also from Mesopotamia, and potash-lime glass

produced in Europe. In many cases, glass types were mixed, indicating extensive re-use and recycling in the post-Roman period, where glasses produced even hundreds of years apart might be re-melted together to make new objects.

Our second question was what insights the chemical composition results give into bead making processes at Ribe. We studied two types of possible raw materials: mosaic tesserae and glass fragments of various sizes (largest 2 cm diameter) that were not clearly from a broken bead or vessel. All tesserae were natron or natron-related plant ash glass, and either Egyptian, Levantine, or a mixture of the two. These mixtures suggest that mosaic tesserae production in secondary workshops persisted at least into the 6th century. The raw-glass chunks were all cobalt-blue and contained significant amounts of antimony. As discussed above, it is not entirely clear whether this »raw glass« represents a supply of fresh, sometimes recycled, glass coming to Ribe, or the fragments we studied were simply broken from mosaic tesserae. In any case, the close compositional agreement between raw materials and bead making debris or finished beads strongly supports the model of secondary production using imported raw materials, and that all technological steps, including manufacture of ribbon and mosaic canes, were performed by the bead makers working at Ribe. However, we must note that the 26 mosaic tesserae and 9 raw glass fragments that we studied were a very small sample of the thousands found at the site, and a full interpretation may have to await further study of possible raw materials at Ribe. In terms of trade networks, the mosaic tesserae and possible raw glass fragments all have Egyptian or Levantine origins, and represent the continuation of long-standing trade networks linking Scandinavia with territory to the south. The close study of mosaic tesserae from well documented production or use sites may help to add additional geographic details to these trade networks.

One other potential source of glass for bead making would be recycling of some of the many broken vessels found at the Ribe marketplace. Most of these vessels would have been colourless, and because there is very little colourless glass in the Ribe beads, the vessel glass could have been combined with strongly coloured glass from mosaic tesserae, resulting in a coloured glass variably diluted in colouring elements such as cobalt, copper or antimony. However, there is little physical evidence for such re-melting at the site, and compositional evidence would require a much greater sample size for both tesserae and raw glass fragments, since there is already great individual variability from one sample to another. In any case, further study of the glass vessel fragments, as well as a more intensive sampling of tesserae and what appear to be raw glass fragments, could be a useful approach for a more complete understanding of the full range of technological approaches and choices made by the Ribe bead makers.

Our third archaeological question was to consider how the Ribe glass results help us to understand the changing patterns of trade in the 8th-9th century. Here, the Ribe results provide a fine-tuned chronology for the change in the importance of locally or regionally produced beads to wholesale import from the Islamic world. These imports begin shortly after the Abbasid caliphate, with its capital in Baghdad, was established in AD 750. The close timing reflects a rapid ramp-up in glass bead production, possibly in some of the same areas in Iraq that were already important for glass production in the Sasanian Empire. In addition, the many types of mosaic canes used to make both beads and wall tiles, as at Samarra[48], provide evidence for new glass technologies, some most likely brought from Egypt and the Levant, that were not present in Sasanian glass. The chemical compositions of the new types of late 8th century beads at Ribe, in the absence of evidence for raw glass or bead making debitage that might suggest local production, provides strong confirmation for the import of these finished beads from Mesopotamian centres. This change required a major shift in trade focus from the south to the east, with increasing importance of the Russian river systems in trade with Scandinavia. Similar changes in southern Europe, with evidence from 9th century Albania[49], and Southeast Asia, where identical Abbasid glass beads have been found at many sites in Thailand, including Thung Tuk on the west coast of the Thai/Malay Peninsula, and Chaiya on the east coast[50], would have

required a major realignment in far-reaching trading systems. In addition, it is likely that the increased scale of raw glass and finished bead production will have had significant economic, technological, social and political effects within the Caliphate.

Notes

1) Feveile 2006.
2) Bencard 1973; 1979. – Näsman 1979. – Bencard/Jørgensen/Madsen 1990. – Jensen 1991. – Feveile/Jensen 2000. – Sode 2004. – Feveile 2006; 2013.
3) Feveile/Jensen 2000. – Feveile 2013.
4) Thanks to M. Søvsø, Sydvestjyske Museer, Ribe, for given the information on the number of excavated glass which cover the excavations up to 2016.
5) Sode/Gratuze/Lankton 2017.
6) Callmer 2018.
7) Callmer 1995.
8) Andrae 1975.
9) Callmer 1977.
10) Spaer 2001. – Sode 2004. – Sode/Feveile 2002. – Sode/Feveile/Schnell 2010. – Delvaux 2017. – Callmer 2018.
11) Callmer 2018, 31.
12) Lundström 1981.
13) Rodziewicz 1984.
14) Danielsson 1973. – Callmer 2018.
15) Steppuhn 1998.
16) Steppuhn 1998.
17) Francis 2002. – Sode 2004. – Callmer 2018.
18) Steppuhn 1997.
19) Callmer 1977; 2018. – Steppuhn 1997; 1998.
20) Sode/Gratuze/Lankton 2017.
21) Brill 1999. – Schibille 2011. – Rehren et al. 2015.
22) Shortland et al. 2006.
23) Freestone/Gorin-Rosen/Hughes 2000. – Freestone/Hughes/Stapleton 2008. – Rehren et al. 2010.
24) Freestone/Gorin-Rosen/Hughes 2000. – Foy et al. 2003. – Rehren/Freestone 2015. – Velde 2013. – Velde/Motteau 2013. – Freestone et al. 2018. – Phelps et al. 2016. – Pion/Gratuze 2016. – Schibille et al. 2019.
25) Freestone et al. 2018.
26) Nenna/Gratuze 2009. – Jackson/Cottam 2015. – Jackson/Cottam/Lazar 2015.
27) Rosenow/Rehren 2018.
28) Mirti et al. 2009. – Ganio et al. 2013. – Pion/Gratuze 2016.
29) Freestone 2015. – Mirti et al. 2001.
30) Whitehouse 2002. – Phelps et al. 2016. – Schibille et al. 2019.
31) Van Wersch et al. 2016. – Velde 2009. – Wedepohl/Winkelmann/Hartmann 1997. – Wedepohl/Simon 2010.
32) Brill 1999. – Foy 2001. – Simon-Hiernard/Gratuze 2011. – Sterpenich/Libourel 1997.
33) Bezborodov 1975.
34) Krueger 2014.
35) Gratuze 2016.
36) Gratuze 2016.
37) Pion/Gratuze 2016.
38) Gratuze/Pactat/Schibille 2018.
39) Nenna/Gratuze 2009.
40) Tite/Pradell/Shortland 2008.
41) Mirti et al. 2009. – Ganio et al. 2013.
42) Shortland et al. 2006. – Whitehouse 2002. – Phelps 2018. – Schibille et al. 2019.
43) Schibille et al. 2019.
44) Gratuze/Pactat/Schibille 2018.
45) Krueger 2014.
46) Sode/Gratuze/Lankton 2017.
47) Velde 2013. – Velde/Motteau 2013. – Wedepohl/Simon 2010. – Sode/Gratuze 2015. – Pactat et al. 2017. – Gratuze et al. 2017.
48) Schibille et al. 2018.
49) Neri/Gratuze/Schibille 2019.
50) Chaisuwan/Naiyawat 2009.

References

Andersen/Sode 2012: J. H. Andersen / T. Sode, The glass bead material. In: M. Bencard / H. B. Madsen (eds), Ribe Excavations 1970-76, Vol. 6 (Aarhus 2012) 17-59.

Andrae 1975: R. Andrae, Mosaikaugenperlen. Untersuchungen zur Verbreitung und Datierung karolingerzeitlicher Millefioriglasperlen in Europa. Acta Praehist. et Arch. 4, 1973, 101-198.

Bencard 1973: M. Bencard, Ribes vikingetid. En foreløbig redegørelse for udgravningerne 1972/73. Mark og Montre Sydvestjyske Mus. 1973, 28-48.

Bencard 1979: M. Bencard, Sønderport i Ribe. Mark og Montre Sydvestjyske Mus. 1979, pp. 40-51.

Bencard/Jørgensen/Madsen 1990: M. Bencard / L. B. Jørgensen / H. B. Madsen, Ribe Excavations 1970-76, Vol. 4 (Esbjerg 1990).

Bezborodov 1975: M. A. Bezborodov, Chemie und Technologie der antiken und mittelalterlichen Gläser (Mainz 1975).

Brill 1999: R. H. Brill, Chemical Analyses of Early Glasses 2 (Corning 1999).

Callmer 1977: J. Callmer, Trade beads and bead trade in Scandinavia ca. 800-1000 AD. Acta Arch. Lundensia Series in 4°, 11 (Bonn 1977).

1995: J. Callmer, The influx of Oriental beads into Europe during the 8th century AD. In: M. Rasmussen / U. Lund Hansen / U. Näsman (eds), Glass Beads: Cultural History, Technology, Experiment and Analogy. Stud. Technology and Culture 2 (Lejre 1995) 49-54.

2018: J. Callmer, Beads and pendants from Stolpe's and Arbman's excavations in the Black Earth and the stray find collection from the Black Earth. In: A. Kaliff (ed.), Fynden från Svarta Jorden på Björkö. Aun – Inst. ark. o. ant. hist., Uppsala univ. 49 (Uppsala 2018) 19-44.

Chaisuwan/Naiyawat 2009: B. Chaisuwan / R. Naiyawat, Thung Tuk: A Settlement Linking Together the Maritime Silk Route (Songkhla 2009).

Danielsson 1973: K. Danielsson, Glas och halvädelstenar. In: B. Ambrosiani / B. Arrhenius / B. Danielsson / O. Kylberg / G. Werner (eds), Birka, Svarta jordens hamnområde, arkæologisk undersökning 1970-71. Riksantikvarieämbetet Raport C1 (Stockholm 1973) 54-83.

Delvaux 2017: M. C. Delvaux, Patterns of Scandinavian bead use between the Iron Age and Viking Age, ca. 600-1000 CE. Beads: Journal Soc. Bead Researchers 29, 2017, 3-30.

Feveile 2006: C. Feveile, Ribe Studier. Det ældste Ribe. Udgravninger på nordsiden af Ribe Å 1984-2000. Ribe Stud. 1.1-1.2 (Højbjerg 2006).

2013: C. Feveile, Viking Ribe. Trade, power and faith (Ribe 2013).

Feveile/Jensen 2000: C. Feveile / S. Jensen, Ribe in the 8th and 9th century. A contribution to the archaeological chronology of North Western Europe. In: S. S. Hansen / K. Randsborg (eds), Vikings in the West. Acta Arch. (København) 71 Suppl. 2 (København 2000) 9-24.

Foy 2001: D. Foy, Le verre médiéval et son artisanat en France méditerranéenne. CNRS Editions (Paris 2001).

Foy et al. 2003: D. Foy / M. Picon / M. Vichy / V. Thirion-Merle, Caractérisation des verres de la fin de l'Antiquité en Méditerranée occidentale: l'émergence de nouveaux courants commerciaux. In: D. Foy / M.-D. Nenna (eds), Échanges et commerce du verre dans le monde antique. Actes du colloque de l'Association Française pour l'Archéologie du Verre, 7-9 juin 2001, Aix-en-Provence-Marseille. Monogr. Instrumentum 24 (Montagnac 2003) 41-86.

Francis 2002: P. Francis Jr., Asia's Maritime Bead Trade: 300 B. C. to the Present (Honolulu 2002).

Freestone 2006: I. C. Freestone, Glass production in Late Antiquity and the Early Islamic period: a geochemical perspective. In: M. Magetti / B. Messiga (eds), Geomaterials in Cultural Heritage. Geological Soc., Special Publ. 257 (London 2006) 201-216.

2015: I. C. Freestone, Re-use and recycling of Roman Glass: analytical approaches. Journal Glass Stud. 57, 2015, 29-40.

Freestone/Gorin-Rosen/Hughes 2000: I. C. Freestone / Y. Gorin-Rosen / M. J. Hughes, Primary glass from Israel and the production of glass in late Antiquity and the early Islamic period. In: M.-D. Nenna (ed.), La route du verre. Ateliers primaires et secondaires de verriers du second millénaire av. J.-C. au Moyen-Age. Travaux de la Maison de l'Orient Méditerranéen 33 (Lyon 2000) 65-83.

Freestone/Hughes / Stapleton 2008: I. C. Freestone / M. J. Hughes / C. Stapleton, The composition and production of Anglo-Saxon glass. In: V. I. Evison (ed.), Catalogue of Anglo-Saxon glass in the British Museum. British Mus. Research Publ. 167 (London 2008) 29-46.

Freestone et al. 2018: I. C. Freestone / P. Degryse / J. Lankton / B. Gratuze / J. Schneider, HIMT, glass composition and commodity branding in the primary glass industry. In: Rosenow et al. 2018, 159-190.

Ganio et al. 2013: M. Ganio / M. Gulmini / K. Latruwe / F. Vanhaecke / P. Degryse, Sasanian glass from Veh Ardašīr investigated by strontium and neodymium isotopic analysis. Journal Arch. Scien. 40/12, 2013, 4264-4270.

Gratuze 2016: B. Gratuze, Glass characterization using laser ablation-inductively coupled plasma-mass spectrometry methods. In: L. Dussubieux / M. Golitko / B. Gratuze (eds), Recent Advances in Laser Ablation ICP-MS for Archaeology. Natural Science in Archaeology (Berlin, Heidelberg 2016) 179-196.

Gratuze/Pactat/Schibille 2018: B. Gratuze / I. Pactat / N. Schibille, Changes in the signature of cobalt colorants in Late Antique and Early Islamic glass production. Minerals 8/6, 2018, 225-245. https://doi.org/10.3390/min8060225.

Gratuze et al. 2017: B. Gratuze / C. Guerrot / D. Foy / A. Arles / F. Téreygeol / S. Baron, Les galets de verre au plomb carolingiens issus des scories de Melle: élaboration et distribution. In: M. Bompaire / G. Sarah (eds), Mine, métal, monnaie, Melle. Les voies de la quantification de l'histoire monétaire du haut Moyen Age. Haute études médiévales et modernes 111 = EPHE, Scien. Hist. et Philologiques 5 (Genève 2017) 87-110.

Jackson/Cottam 2015: C. M. Jackson / S. Cottam, A green thought in a green shade. Compositional and typological observations concerning the production of emerald green glass vessels in the 1st century AD. Journal Arch. Scien. 61, 2015, 139-148.

Jackson/Cottam/Lazar 2015: C. M. Jackson / S. Cottam / I. Lazar, The green, green Glass of Rome. In: I. Lazar (ed.), Annales du 19e Congrès de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre, Piran 2012 (Koper 2015) 109-117.

Jensen 1991: S. Jensen, Ribes Vikinger (Ribe 1991).

Krueger 2014: I. Krueger, Islamisches Bleiglas und mīnā. Journal Glass Stud. 56, 2014, 61-84.

Lundström 1981: A. Lundström, Survey of the Glass from Helgö. In: A. Lundström / H. Clarke (eds), Glas, iron, clay. Excavations at Helgö 7 (Stockholm 1981)

Mirti et al. 2001: P. Mirti / P. Davit / M. Gulmini / L. Saguì, Glass fragments from the Crypta Balbi in Rome: the composition of eighth-century fragments. Archaeometry 43/4, 2001, 491-502.

2009: P. Mirti / M. Pace / M. Malandrino / M. Negro Ponzi, Sasanian glass from Veh Ardašīr: new evidences by ICP-MS analysis. Journal Arch. Scien. 36/4, 2009, 1061-1069.

Näsman 1979: U. Näsman, Die Herstellung von Glasperlen. In: M. Bencard (ed.), Wikingerzeitliches Handwerk in Ribe. Eine Übersicht. Acta Arch. (København) 49, 1978, 124-133.

Nenna 2015: M.-D. 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: J. Bayley / I. C. Freestone / C. Jackson (eds), Glass of the Roman world (Oxford 2015) 1-22.

Nenna/Gratuze 2009: M.-D. Nenna / B. Gratuze, Étude diachronique de compositions de verres employés dans les vases mosaïqués antiques: résultats préliminaires. In: K. H. A. Janssens / P. Degryse / P. Cosyns / J. Caen / L. Van't Dack (eds), Annales du 17e Congrès de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre, Antwerp 2006 (Antwerp 2009) 199-205.

Neri/Gratuze/Schibille 2019: E. Neri / B. Gratuze / N. Schibille, The trade of glass beads in early medieval Illyricum: towards an Islamic monopoly. Arch. and Anthr. Scien. 11/3, 2019, 1107-1122.

Pactat et al. 2017: I. Pactat / M. Guérit / L. Simon / B. Gratuze / S. Raux / C. Aunay, Evolution of glass recipes during the Early Middle Ages in France: analytical evidence of multiple solutions adapted to local contexts. In: S. Wolf / A. de Pury-Gysel (eds), Annales du 20e congrès de L'Association Internationale pour l'Histoire du Verre, Fribourg/Romont 7-11 septembre 2015 (Romont 2017) 334-340.

Phelps 2018: M. Phelps, Glass supply and trade in early Islamic Ramla: an investigation of the plant ash glass. In: Rosenow et al. 2018, 236-282.

Phelps et al. 2016: M. Phelps / I. C. Freestone / Y. Gorin-Rosen / B. Gratuze, Natron glass production and supply in the late antique and early medieval Near East: the effect of the Byzantine-Islamic transition. Journal Arch. Scien. 75, 2016, 57-71.

Pion/Gratuze 2016: C. Pion / B. Gratuze, Indo-Pacific glass beads from the Indian Subcontinent in Early Merovingian Graves (Vth-VIth century AD). Arch. Research Asia 6, 2016, 51-64.

Rehren/Freestone 2015: T. Rehren / I. C. Freestone, Ancient glass: from kaleidoscope to crystal ball. Journal Arch. Scien. 56, 2015, 233-241.

Rehren et al. 2010: T. Rehren / F. Marii / N. Schibille / C. Swann / L. Stanford, Glass supply and circulation in early Byzantine southern Jordan. In: J. Drauschke / D. Keller (eds), Glass in Byzantium – Production, Usage, Analyses. RGZM – Tagungen 8 (Mainz 2010) 65-81.

2015: T. Rehren / P. Connolly / N. Schibille / H. Schwarzer, Changes and consumption in Pergamon (Turkey) from Hellenistic to late Byzantine and Islamic times. Journal Arch. Scien. 55, 2015, 266-279.

Rodziewicz 1984: M. Rodziewicz, Alexandrie 3. Les Habitations Romaines Tardives d'Alexandrie à la lumière des fouilles polonaises à Kôm el-Dikka (Warszawa 1984).

Rosenow/Rehren 2018: D. Rosenow / Th. Rehren, A view from the South: Roman and Late Antique glass from Armant, Upper Egypt. In: Rosenow et al. 2018, 283-323.

Rosenow et al. 2018: D. Rosenow / M. Phelps / A. Meek / I. C. Freestone (eds), Things that Travelled: Mediterranean Glass in the First Millennium CE (London 2018).

Schibille 2011: N. Schibille, Late Byzantine mineral soda high alumina glasses from Asia Minor: a new primary glass production group. PloS ONE 6(4), 2011: e18970. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0018970.

Schibille et al. 2018: N. Schibille / A. Meek / M. T. Wypyski / J. Kroger / M. Rosser-Owen / R. W. Haddon, The glass walls of Samarra (Iraq): ninth-century Abbasid glass production and imports. PLoS One 13(8), 2018: e0201749. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201749.

2019: N. Schibille / B. Gratuze / E. Ollivier / E. Blondeau, Chronology of early Islamic glass compositions from Egypt. Journal Arch. Scien. 104, 2019, 10-18.

Shortland et al. 2006: A. J. Shortland / L. Schachner / I. C. Freestone / M. Tite, Natron as a flux in the early vitreous materials industry: sources, beginnings and reasons for decline. Journal Arch. Scien. 33, 2006, 521-530.

Simon-Hiernard/Gratuze 2011: D. Simon-Hiernard / B. Gratuze, Le vase de Saint-Savin en Poitou et les verres médiévaux bleu-cobalt à décors blancs. Bull. Assoc. Française pour l'Arch. du Verre, 2011, 69-73.

Sode 2004: T. Sode, Glass bead making technology. In: M. Bencard / A. K. Rasmussen / H. B. Madsen (eds), Ribe Excavations 1970-76, Vol. 5 (Esbjerg 2004) 83-102.

Sode/Feveile 2002: T. Sode / C. Feveile, Segmenterede metalfolierede glasperler og blæste hule glasperler med metalbelægning fra markedspladsen i Ribe. By, marsk og geest 14, 2002, 5-14.

Sode/Feveile/Schnell 2010: T. Sode / C. Feveile / U. Schnell, An investigation on segmented, metal-foiled glass beads and blown, mirrored glass beads from Ribe, Denmark. In: C. Theune-Vogt / F. Biermann / R. Struwe / G. H. Jeute (eds), Zwischen Fjorden und Steppe. Festschrift für Johan Callmer zum 65. Geburtstag. Internat. Arch. Stud. honoraria 31 (Rahden/Westf. 2010) 319-328.

Sode/Gratuze 2015: T. Sode / B. Gratuze, Franske forbindelser – Sømglattere fra vikingetidens Ribe. By, marsk og geest 27, 2015, 59-70

Sode/Gratuze/Lankton 2017: T. Sode / B. Gratuze / J. W. Lankton, Red and orange high-alumina glass beads in 7th and 8th century Scandinavia: evidence for long distance trade and local fabrication. In: S. Wolf / A. de Pury-Gysel (eds), Annales du 20e congrès de L'Association Internationale pour l'Histoire du Verre, Fribourg/Romont 7-11 septembre 2015 (Romont 2017) 326-333.

Spaer 2001: M. Spaer, Ancient Glass in the Israel Museum: Beads and other small objects (Jerusalem 2001).

Steppuhn 1997: P. Steppuhn, Bleiglasperlen des frühen und hohen Mittelalters in Nordeuropa. In: U. von Freeden / A. Wieczorek (eds), Perlen. Archäologie, Techniken, Analysen. Akten des Internat. Perlensymposiums in Mannheim vom 11. bis 14. November 1994. Koll. Vor- u. Frühgesch. 1 (Bonn 1997) 203-209.

1998: P. Steppuhn, Die Glasfunde von Haithabu. Ber. Ausgr. Haithabu 32 (Neumünster 1998).

Sterpenich/Libourel 1997: J. Sterpenich / G. Libourel, Les vitraux médiévaux: caractérisation physico-chimique de l'altération. Techne 6, 1997, 70-84.

Tite/Pradell/Shortland 2008: M. Tite / T. Pradell / A. Shortland, Discovery, production and use of tin-based opacifiers in glasses, enamels and glazes from the Late Iron Age onwards: a reassessment. Archaeometry 50/1, 2008, 67-84.

Velde 2009: B. Velde, Composition des vitraux en France du VIIIe au XIIe siècle: de la soude à la potasse. In: S. Balcon-Berry / F. Per-

rot / C. Sapin (eds), Vitrail, verre et archéologie entre le V^e et le XII^e siècle. Actes de la table ronde tenue à Auxerre les 15-16 juin 2006 (Paris 2009) 21-26.

2013: B. Velde, Glass composition over several millennia in the Western World. In: K. H. A. Janssens (ed.), Modern Methods for Analysing Archaeological and Historical Glass 1 (New Dehli 2013) 67-78.

Velde/Motteau 2013: B. Velde / J. Motteau, Glass compositions of the Merovingian Period in Western Europe. In: K. H. A. Janssens (ed.), Modern Methods for Analysing Archaeological and Historical Glass 1 (New Dehli 2013) 387-398.

Wedepohl/Simon 2010: K. H. Wedepohl / K. Simon, The chemical composition of medieval wood ash glass from Central Europe. Chemie der Erde 70(1), 2010, 89-97.

Wedepohl/Winkelmann/Hartmann 1997: K. H. Wedepohl / W. Winkelmann / G. Hartmann, Glasfunde aus der karolingischen Pfalz in Paderborn und die frühe Holzasche-Glasherstellung. Ausgr. u. Funde Westfalen-Lippe 9A, 1997, 41-53.

Van Wersch et al. 2016: L. Van Wersch / C. Loisel / F. Mathis / D. Strivay / S. Bully, Analyses of Early Medieval stained glass from the monastery of Baume-les-Messieurs (Jura, France). Archaeometry 58/6, 2016, 930-946. https://doi.org/10.1111/arcm.12207.

Whitehouse 2002: D. Whitehouse, The transition from natron to plant ash in the Levant. Journal Glass Stud. 44, 2002, 193-196.

Zusammenfassung

Die reichhaltigen Überreste von Glasperlen und der Perlenherstellung aus Ribe, die in das 8. und die erste Hälfte des 9. Jahrhunderts datiert werden können, sind die am besten erhaltenen Belege für die frühmittelalterliche Produktion und den Handel mit Glasperlen in Nordeuropa. Unsere Studie, die sich auf die Morphologie der Perlen, die Herstellungstechnologie und die chemische Zusammensetzung stützt, zeigt, dass die Perlenproduktion vor Ort, vor allem im frühen und mittleren 8. Jahrhundert, aber auch im 9. Jahrhundert, gut belegt ist. Die verwendeten Rohstoffe stammen hauptsächlich aus dem römischen und spätantiken Ägypten, aber auch aus der Levante. Im letzten Drittel des 8. Jahrhunderts verschiebt sich dieses Bild hin zu einem Großimport fertiger Perlen aus den abbasidischen Zentren im Irak, wenngleich ein geringerer Anteil weiterhin in lokaler Produktion gefertigt wurde. Die Belege aus Ribe liefern eine genaue Chronologie für diesen Wandel sowie einen detaillierten Überblick über die neuen Produkte aus der islamischen Welt. Diese bedeutende Neuausrichtung des Handels von Süden nach Osten hatte erhebliche Auswirkungen nicht nur für die Gesellschaften in Nordeuropa, sondern auch für das Kalifat, wo der stark gestiegene Umfang der Produktion und des Handels mit Glas und anderen Materialien wahrscheinlich signifikante wirtschaftliche, technologische, soziale und politische Folgen hatte.

Summary

The abundant glass bead and beadmaking remains from Ribe, closely dated to periods throughout the 8th and first half of the 9th century, provide the best-preserved evidence for early medieval glass bead production and exchange in Northern Europe. Our study based on bead morphology, manufacturing technology and chemical composition shows strong support for on-site bead production, most importantly in the early and mid-8th century but also into the 9th century, using raw materials mainly from Roman and Late Antique Egypt but also the Levant. By the last third of the 8th century this picture changes to wholesale import of finished beads from Abbasid centres in Iraq, albeit with a reduced level of continued local production. The Ribe evidence provides a fine-grained chronology for this change as well as a detailed look at new products coming from the Islamic world. This major shift in trade focus from south to east would have important implications not only for societies in Northern Europe, but also in the Caliphate, where the greatly increased scale of production and trade of glass and other materials likely had significant economic, technological, social and political effects.

SEBASTIAN MESSAL · ANDREAS KRONZ

GLASHANDEL UND GLASVERARBEITUNG IM SÜDLICHEN OSTSEERAUM – GLAS AUS DEN FRÜHMITTELALTERLICHEN EMPORIEN VON GROSS STRÖMKENDORF UND ROSTOCK-DIERKOW

Im Laufe des 8. Jahrhunderts wurden im Ostseeraum zahlreiche Handelssiedlungen gegründet, die – auf Handel und Handwerk spezialisiert – zentrale Bestandteile der Organisation des frühmittelalterlichen Warenaustausches darstellten (Abb. 1). Entlang der südlichen Ostseeküste, die seit dem 7. Jahrhundert von slawischen Bevölkerungsgruppen besiedelt wurde, konnten archäologisch mehrere Seehandelsplätze zwischen der Lübecker und der Danziger Bucht archäologisch nachgewiesen werden: Groß Strömkendorf, Rostock-Dierkow, Menzlin, Wolin, Bardy/Świelubie und Janów Pomorski/Truso[1]. Die herausragende wirtschaftliche und kulturelle Bedeutung dieser Emporien ist unbestritten. Schriftliche, vor allem aber archäologische Quellen – darunter eine Vielzahl an importierten Fremdgütern und vielfältige Bestattungssitten auf den zugehörigen Gräberfeldern – lassen keine Zweifel an der Bedeutung von Handel und Handwerk, aber auch von Kommunikation und Innovation an diesen Orten zu[2].
Zum typischen Fremdgut gehören Funde aus Glas wie Hohlgläser, Rohglas, verschiedene Perlentypen und Mosaiksteine/Tesserae[3]. Diese Funde sind aus den Handelsplätzen im Nord- und Ostseeraum in großer Zahl überliefert und gelangten vornehmlich durch Handel und Austausch in den Norden. Die Seehandelsplätze im südlichen Ostseeraum stellen als lokale Verarbeitungszentren und Distributionsorte in das Umland mutmaßlich die Endstation des überregionalen Glashandels im Frühmittelalter dar, wie die vielfältigen Funde an Glasobjekten aus diesen Plätzen und deren unmittelbares Hinterland belegen. Eine kombinierte Auswertung von archäologischen Überlieferungen und naturwissenschaftlichen Analysen von Glaszusammensetzung und -typen dürfte daher zu umfassenden Erkenntnissen zu Handelsbeziehungen und -kontakten führen, aber auch zu Handelsrouten und deren Etappen.

GLASFUNDE IM SÜDLICHEN OSTSEERAUM – EINE ÜBERSICHT

Früh- und hochmittelalterliches Glas ist aus dem südlichen Ostseeraum sehr zahlreich bekannt. Im 8. und frühen 9. Jahrhundert beschränken sich Glasfunde vorwiegend auf die Seehandelsplätze entlang der Ostseeküste und deren unmittelbarem Umfeld, aber bereits im Laufe des 9. Jahrhunderts verbreiten sich vor allem Glasperlen im gesamten nordwestslawischen Siedlungsgebiet. Ab dem 10. Jahrhundert sind Funde aus Glas von zahlreichen Fundstellen in teilweise großen Mengen überliefert[4]; in diesem Zeitraum entwickelte sich zudem eine lokale Glasverarbeitung an den slawischen Burgwällen[5].

Handelsplätze

Die früh- und hochmittelalterlichen Handelsplätze im südlichen Ostseeraum sind durch ein reichhaltiges Glasinventar charakterisiert. Ausführliche, sowohl typologische als auch naturwissenschaftliche Analysen

In: Michael Dodt · Andreas Kronz · Bente S. Majchczack · Sebastian Messal (Hrsg.), Glas als Fernhandelsprodukt im frühen Mittelalter – Köln und der europäische Norden. RGZM – Tagungen 46 (Mainz 2022).
DOI: http://doi.org/10.11588/propylaeum.1105.c15178

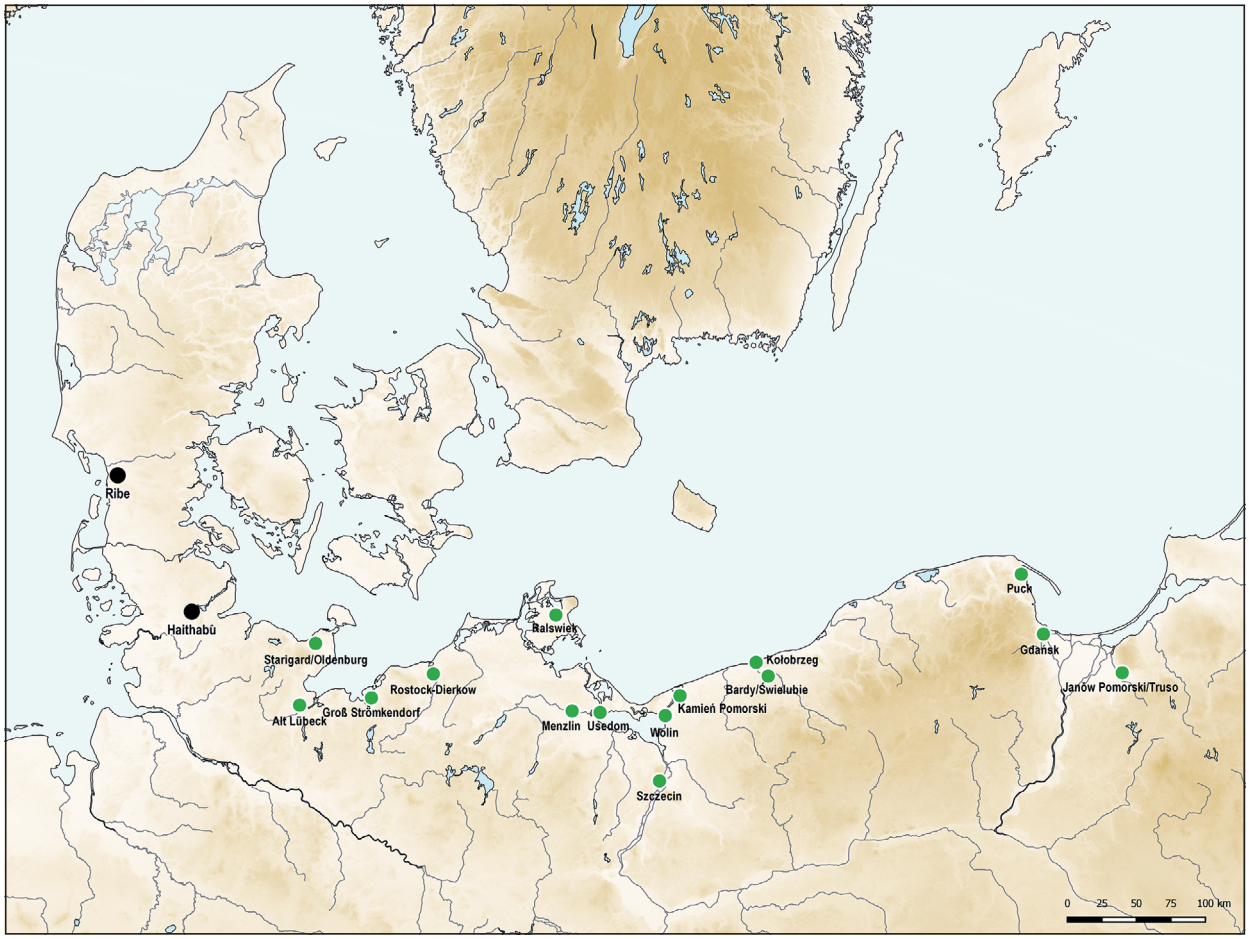


Abb. 1 Früh- und hochmittelalterliche Handelsplätze entlang der südlichen Ostseeküste. – (Grafik S. Messal, DAI).

umfassende Untersuchungen liegen aus Groß Strömkendorf, Ralswiek, Wolin und Truso vor[6], darüber hinaus zum Hortfund von Rostock-Dierkow[7]. Das Fundmaterial aus Menzlin und Bardy/Świelubie wurde dagegen im Rahmen von mehreren Einzelbeiträgen vorgestellt[8], eine zusammenfassende Betrachtung des Gesamtmaterials aus diesen Emporien ist bislang noch nicht erfolgt.

Die zwischen 1965 und 1969 durchgeführten Ausgrabungen auf dem frühmittelalterlichen Handelsplatz von Menzlin erbrachten eine größere Zahl an Glasfunden, darunter 32 Glasperlen und vier Scherben von Glasgefäßen[9]. Aus mehreren Gräbern konnten zudem mindestens 19, teilweise geschmolzene Perlen sowie Reste eines Glasgefäßes geborgen werden[10]. Im Rahmen mehrerer Oberflächenbegehungen und Sondagegrabungen im Bereich der sog. »Wikingerstraße« konnten seit 1996 weitere 40 Glasperlen sowie ein Rohglasfragment und ein Mosaikstein geborgen werden[11]. Neuere Untersuchungen auf dem Gräberfeld erbrachten schließlich eine Hohlglasscherbe und fünf Glasperlen[12]; weitere zerschmolzene Glasreste aus einzelnen Brandgräbern dürften ursprünglich zu Perlen gehört haben. Das Perlenspektrum aus einfachen Ziehperlen, Segment- und Hohlglasperlen sowie Mosaikperlen entspricht weitgehend dem Inventar aus Groß Strömkendorf und Rostock-Dierkow. Auffallend ist dagegen das Fehlen von Rohmaterialien und Produktionsresten; ein Mosaikstein und ein Rohglasfragment lassen sich derzeit nicht als Belege einer lokalen Glasverarbeitung und Perlenproduktion deuten. Zudem sind auch blaue, in Wickeltechnik hergestellte Ringperlen, die wie in Groß Strömkendorf und Rostock-Dierkow auf eine lokale Perlenherstellung hinweisen dürften[13], nur selten im Fundmaterial vertreten[14].

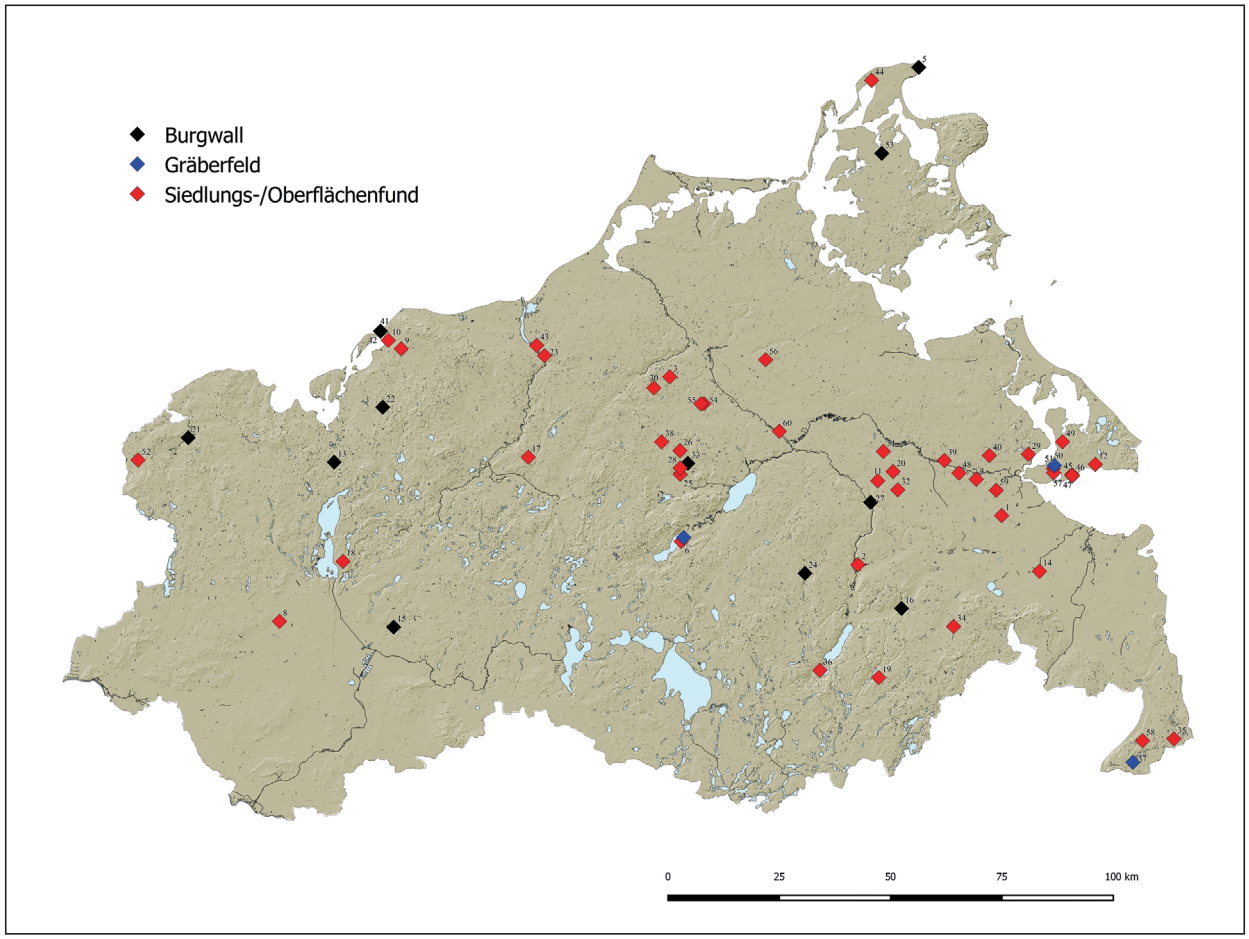


Abb. 2 Fundplätze mit nach 1995 neu entdeckten Glasfunden in Mecklenburg-Vorpommern. – (Karte S. Messal, DAI).

Vom Handelsplatz Ralswiek auf Rügen sind mehrere Hohlglasscherben überliefert[15]; mit einer Phiole aus durchsichtigem Bleiglas konnte darüber hinaus auch ein vollständiges Gefäß geborgen werden. Das Stück ist in die jüngste Siedlungsphase D und damit in das 11./12. Jahrhundert einzuordnen[16]. Weiterhin erbrachten die von 1972 bis 1989 andauernden Ausgrabungen aus allen Siedlungsphasen des 9.-12. Jahrhunderts insgesamt 43 Glasperlen sowie zahlreiche Glasschlacken und Produktionsreste, die teilweise mineralogisch-technisch untersucht werden konnten[17]. Weiterhin konnten mindestens 18 Glasperlen bei der Untersuchung des Hügelgräberfeldes geborgen werden[18]. Im Rahmen von 2014 durchgeführten Sondagegrabungen wurden schließlich weitere fünf Glasperlen und 35, vor allem neuzeitliche Glasscherben geborgen[19]. Das Perlenmaterial umfasst einfarbige, scheiben- bis zylinderförmige Formen, darüber hinaus treten Reihen- und Mosaikperlen auf[20]. In der Typenzusammensetzung unterscheiden sich die Ralswieker Perlen von den Inventaren aus Groß Strömkendorf, Rostock-Dierkow und Menzlin durch das Fehlen von Perlentypen des 8. Jahrhunderts. Allgemein kann das Perlenspektrum aus Ralswiek dem 9.-12. Jahrhundert zugeordnet werden. Zahlreiche Glasschlacken und einige Fehlperlen belegen zudem eine lokale Perlenherstellung aus Glasbruch[21], worauf auch mineralogische Analysen von Perlen und Glasbruch hinweisen[22].

Im Rahmen von seit 1953 durchgeführten archäologischen Untersuchungen konnte in Wolin eine umfangreiche Sammlung an früh- und hochmittelalterlichen Glasfunden zusammengetragen werden. Zahlreiche, seit Grabungsbeginn veröffentlichte Einzelpublikationen erlauben einen Überblick zum Glas und belegen das Vorkommen von zahlreichen Gefäßfragmenten und Glasperlen[23], aber auch von Resten der lokalen

Glasverarbeitung[24]. Insgesamt 51 Perlen wurden zwischen 1953 und 1955 bei Grabungen im Altstadtbereich geborgen, die zwischen der ersten Hälfte des 9. und 14. Jahrhundert datiert werden[25]. Neue Grabungen, durchgeführt zwischen 1996 und 2002 in der nördlichen Gartenvorstadt (Ogrody district), erbrachten insgesamt 94 Perlen[26]; aus der südlichen Vorstadt sind dagegen nur vier blaue Perlen bekannt[27]. Zuletzt wurde zudem das Glasinventar der Altstadt-Grabungen 1970-1976 (Schnitt 6) und 1977-1986 (Schnitt 8) zusammenfassend vorgelegt[28]. Das Material umfasst 570 Funde aus Glas, darunter 487 Perlen, 41 Fehlperlen, 23 Produktionsabfälle, vier Stückchen Glasmasse (Rohglas?) sowie zwei Fingerringe, ein Spielstein und eine Nadelkopf aus Glas[29]; 101 Glasfunde wurden darüber hinaus in ihrer chemischen Zusammensetzung untersucht[30]. Das Perlenspektrum umfasst monochrome und vielfältige Dekor- und Mosaikperlen, einfache Ziehperlen und segmentierte Reihenperlen mit und ohne Silberfolie, darüber hinaus sind zylindrische Perlen aus blauem Glas und Goldummantelung bekannt[31]. Eine Beurteilung der Rohmaterialien und Produktionsreste bleibt schwierig, da das Material kaum publiziert ist. Der Beginn der lokalen Glasverarbeitung von Bleigläsern und der Herstellung von Perlen (einfache Ziehperlen, segmentierte Reihenperlen) in Wolin wird in die erste Hälfte des 10. Jahrhunderts datiert[32]; eine Perlenproduktion im 9. Jahrhundert ist aus dem publizierten Material nicht zu erschließen.

Mit dem Siedlungskomplex von Bardy/Świelubie – bestehend aus zwei Burgwällen mit zugehörigen Vorburgsiedlungen und einer etwa 100 Hügelgräber umfassenden Nekropole – ist an der unteren Parsęta ein Fundplatz bekannt, der aufgrund seiner starken skandinavischen Komponente durchaus zentralörtliche Funktionen im Parsęta-Flussgebiet besessen haben dürfte. Umfangreiche Ausgrabungen erfolgten 1962[33], seit 2014 werden vor allem im Bereich des Burgwalles von Świelubie umfangreiche interdisziplinäre Untersuchungen im Rahmen des Ostseehafen-Projektes durchgeführt[34]. Bereits während der Altgrabung konnte umfangreiches Glasmaterial aus beiden Burgwällen und dem Gräberfeld geborgen werden, vor allem sind Perlen und Reste von Hohlgläsern überliefert[35]. Da die Ausgrabungsergebnisse bislang nur in Vorberichten vorliegen, ist eine detaillierte Beurteilung der Glasfunde, insbesondere über Produktionsreste der Perlenproduktion, jedoch nicht möglich. Im Rahmen der Grabungen 2015/16 konnten insgesamt 59 Perlen bzw. Perlenfragmente geborgen und naturwissenschaftlich untersucht werden[36]. Das Perlenmaterial umfasst vorwiegend Hohlperlen unterschiedlicher Farbe; Rohglas und Produktionsreste als Belege einer lokalen Perlenproduktion fehlen.

Der in Schriftquellen überlieferte Handelsplatz Truso wurde 1982 in der Nähe der Ortschaft Janów Pomorski am Ufer des Drausensees lokalisiert und seitdem durch umfassende Oberflächenbegehungen, archäologische Sondagegrabungen, geologische Bohrsondierungen sowie geophysikalische Prospektionen untersucht[37]. Die langjährigen Ausgrabungen erbrachten zahlreiche Glasfunde des 9. und 10. Jahrhunderts, die in mehreren Einzelpublikationen vorgelegt wurden. Die Grabungen im Hafenbereich des Emporiums (1982-1991) konnten mehrere Glaswerkstätten erfassen (Haus IV, VI, VII), aus denen umfangreiches Glasmaterial, darunter Perlen, Hohlgläser/Bruchglas und Produktionsreste, geborgen werden konnte[38]. Insgesamt konnten 60 Perlen, 14 Gefäßscherben sowie zwei Rohglasstücke, zwei Glasstäbe sowie eine Glasschlacke geborgen werden[39]. Zwischen 2004 und 2008 wurden weitere Flächen im Siedlungsareal archäologisch untersucht und wenige Hohlglasfragmente und 36 Glasperlen geborgen, darunter eine Ringperle mit Zangenabdruck[40]. Weitere 77 Glasperlen konnten bei Rettungsgrabungen im Zuge von Straßenbaumaßnahmen zwischen 2007 und 2008 im Siedlungsareal geborgen und umfassend naturwissenschaftlich analysiert werden[41]. Von Bedeutung sind schließlich zwei Hortfunde aus dem Handelsplatz, die mehrere Dutzend bzw. mehrere Hundert Glasperlen enthielten[42]. Das Perlenmaterial umfasst in erster Line Importmaterial wie massive monochrome Perlen, Hohlglas- und Segmentperlen sowie einzelne Mosaik- und Dekorperlen. Mehrere Funde der Glasverarbeitung belegen zudem die lokale Herstellung von Glasperlen, mutmaßlich aus Glasbruch.



Abb. 3 Arkona. Auswahl von in der Tempelburg gefundenen Glasperlen. – (Nach Ruchhöft 2018, 136 Abb. 171)

Der Überblick zu den Glasfunden aus den frühmittelalterlichen Seehandelsplätzen kennzeichnet ein vielfältiges Glasspektrum aus diesen Plätzen. Glasperlen dominieren auf allen Plätzen, während Hohlglasscherben und Funde der Glasverarbeitung – Ausgangsmaterialien und Produktionsreste – weitaus seltener auftreten. Das Fehlen dieser Funde in Menzlin könnte durch die angewandte Grabungstechnik – insbesondere dem Schlämmen der Hausverfüllungen – bedingt sein; für Bardy/Świelubie darf dagegen eine Etappenfunktion des Platzes ohne spezialisierte handwerkliche Produktion vermutet werden, zumal auch Belege einer lokalen Kammherstellung fehlen[43]. Mit Ausnahme von Bardy/Świelubie sind die Seehandelsplätze als Zentren der Glasverarbeitung im 8.-10. Jahrhundert anzusehen, in denen nachweislich vor allem Glasperlen hergestellt wurden[44]. Für die Herstellung von Hohlgläsern gibt es dagegen keine Belege.

Burgwälle und Siedlungen

Zahlreiche früh- und hochmittelalterliche Glasobjekte aus dem slawischen Siedlungsgebiet stammen aus Burgwällen und unbefestigten Siedlungen[45]. Die hohe Zahl an Siedlungsplätzen mit Glasmaterial – bereits 1995 konnte F. Wietrzichowski 82 slawenzeitliche Fundplätze (59 Siedlungen, 23 Burgwälle mit Vorburgsiedlungen) in Mecklenburg-Vorpommern anführen[46] – belegt eine weite Verbreitung von überwiegend Glasperlen im slawischen Hinterland, während Glasgefäße und Funde der Glasverarbeitung außerhalb der Seehandelsplätze jedoch nur sporadisch auftreten[47]. Umfassende Rettungs- und Forschungsgrabungen, aber auch durch ehrenamtliche Bodendenkmalpfleger durchgeführte Oberflächenprospektion führten zu einer deutlichen Zunahme von Glasfunden seit 1995 (**Abb. 2**)[48]. Eine umfassende Neubearbeitung der Materialgruppe Glas aus Mecklenburg-Vorpommern ist daher wünschenswert, zumal zahlreiche, zumeist in den »Kurzen Fundberichten« des Jahrbuches für Bodendenkmalpflege Mecklenburg-Vorpommern publizierte Neufunde das von Wietrzichowski gezeichnete Verbreitungsbild wesentlich ergänzen (vgl. **Liste 1**). Aus Burgwällen und deren Vorburgsiedlungen sind Glasfunde in teilweise großer Menge bekannt. Aktuelle Ausgrabungen in der mittel- und spätslawischen Tempelburg von Arkona erbrachten über 320 Perlen aus Glas, Bernstein, Bergkristall und Karneol, aber auch einige Hohlglasscherben (**Abb. 3**)[49]. In Usedom konnten durch langjährige Begehungen auf dem mittel- und spätslawischen Burgwall am Bauhof 154 Perlen sowie zahlreiche Glasschlacken, Schmelzreste und Tropfen, aber auch mehrere Bruchstücke von Glasstäbchen, die die lokale Glasverarbeitung belegen, aufgelesen werden[50]. Zudem sind neun Fingerringe aus Glas überliefert[51]. Weitere Glasfunde wurden zuletzt bei baubegleitenden Untersuchungen im Bereich des



Abb. 4 Friedrichsruhe. Auswahl von Glasperlen. – (Foto S. Suhr, LAKD – Landesamt für Kultur und Denkmalpflege Mecklenburg-Vorpommern).

Kindergartens gemacht, darunter über 120 Perlen, vorwiegend aus Glas, aber auch aus Bernstein, Bergkristall und Karneol, sowie Produktionsreste der Perlenherstellung in Form von mehreren Glasfäden[52]. Das Perlenmaterial umfasst unverzierte Perlen und Dekorperlen, während Mosaikperlen nur selten auftreten[53]. Hohlglasscherben sind nicht im Fundmaterial vertreten[54].

Glasfunde sind auch aus Stettin bekannt. Die langjährigen Ausgrabungen auf dem Schlossberg und im anschließenden Suburbium belegen die Entwicklung Stettins von einer frühmittelalterlichen Siedlung des 8./9. Jahrhunderts mit frühstädtischem Charakter zu einer bedeutenden Burg- und Hafenstadt im 11.-13. Jahrhundert[55]. Die Aufarbeitung und Publikation der Ergebnisse der seit 1947 laufenden Grabungen ermöglichen einen ersten Überblick zum Glasmaterial, wobei eine zusammenfassende Aufarbeitung der Glasfunde noch immer aussteht. Glasperlen sind in größerer Zahl bereits aus dem 8. Jahrhundert im Zusammenhang mit einem lokalen Handels- und Handwerkerplatz bekannt[56]. Von Bedeutung ist jedoch der Nachweis einer Werkstatt für Glasverarbeitung auf dem Schlossberg, die in das späte 9. und die erste Hälfte des 10. Jahrhunderts datiert wird und zur Herstellung von Perlen aus Glasbruch diente[57]. Umfangreiches Glasinventar ist auch aus dem Suburbium, das spätestens seit dem 10. Jahrhundert bestand,[58] überliefert, darunter 114 Glasperlen[59] sowie zahlreiche Fragmente von Hohlgläsern – u. a. elf Fragmente aus Schnitt 3 (Krautmarkt)[60] – und Glasfingerringen[61].

Bei Grabungen am früh- und mittelslawischen Burgwall von Friedrichsruhe konnten 120 Perlen, darunter einfarbige unverzierte Perlen sowie Dekor- und Mosaikperlen, geborgen werden (**Abb. 4**)[62]. Einzelne, stark verschlackte Glasperlen, einfache in Wickeltechnik hergestellte Ringperlen sowie mehrere Glasschlacken weisen möglicherweise auf eine lokale Perlenproduktion hin[63]. Großflächigen Grabungen auf dem befestigten spätslawischen Handelsplatz von Parchim-Löddigsee erbrachten neben 36 Glasperlen auch 16 Fragmente von Glasfingerringen sowie zwei Hohlglasscherben einer kleinen Schale und eines Trinkbechers[64]. Kleine, rotbraun-opake, kegelstumpfförmige Perlen dominieren im Material, selten kommen kugelförmige Perlen und andere Sonderformen auf[65]. Von Bedeutung sind zwei Millefioriperlen, die in das 9. Jahrhundert datieren und als Altstücke zu betrachten sind[66]. Eine lokale Produktion der Perlen am Ort ist nicht zu erschließen, da sowohl Ausgangsmaterialien als auch Halbfabrikate, Schmelzreste sowie Glasfäden vollständig fehlen[67].

Kleinere, seit 1995 bei Ausgrabungen geborgene Kollektionen stammen aus dem mittelslawischen Burgwall von Glienke (3 Perlen)[68] oder aus der spätslawischen Burg von Quetzin im Plauer See (1 Glasperle, 2 Fragmente von Glasfingerringen, 2 geschmolzene Glasreste)[69]. Von der Inselburg Schwerin sind aus einer

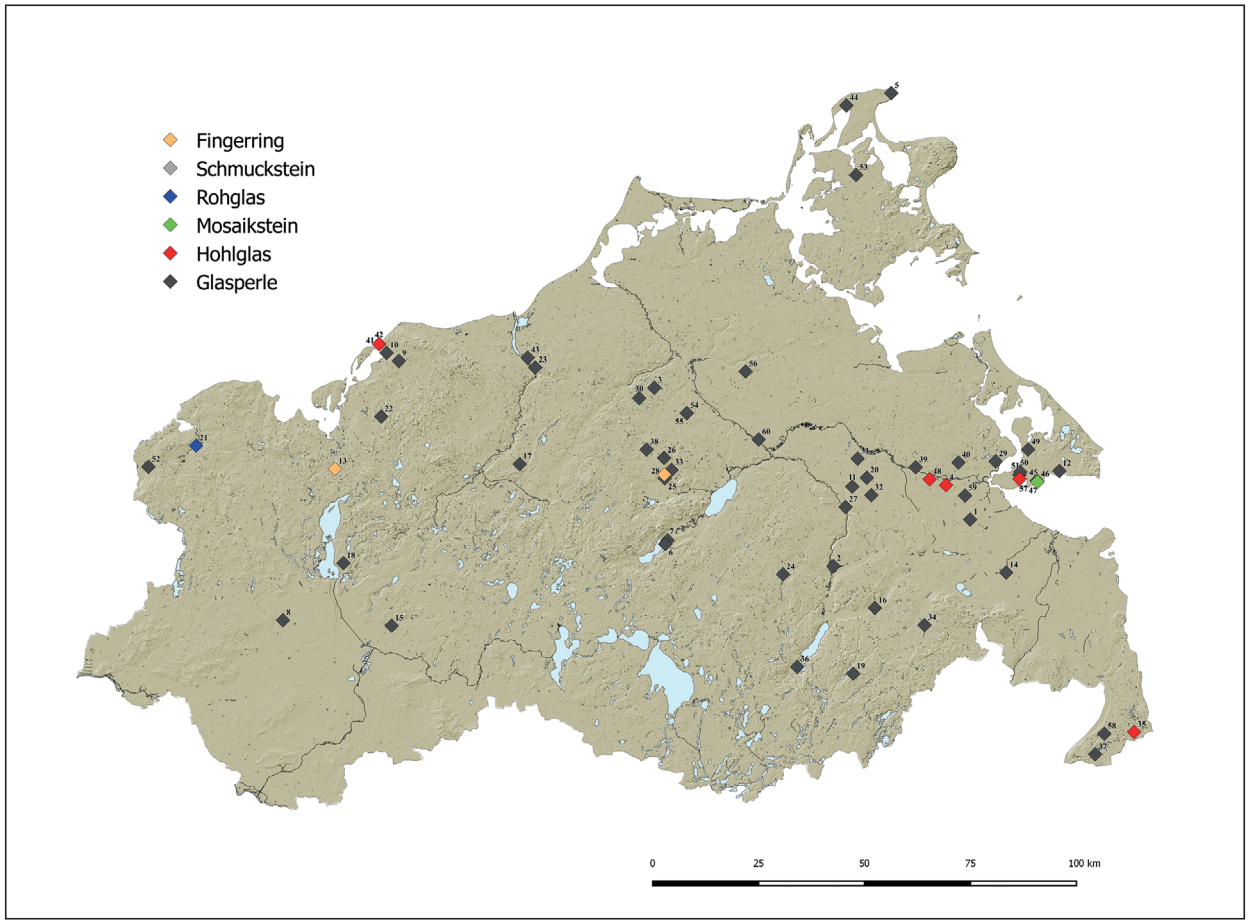


Abb. 5 Verteilung verschiedener Glasfunde seit 1995. – (Karte S. Messal, DAI).

um 965 datierten Schicht zwei Perlen bekannt, zwei weitere Glasperlen sind als Oberflächenfunde überliefert[70]. Grabungen im mittelslawischen Burg-Siedlungskomplex von Sypniewo (Polen) erbrachten aus Burg und Vorburgsiedlung sechs Glasperlen[71]. Als Einzelfunde oder kleinere Kollektionen sind Perlen auch aus den Burgwällen Groß Bünsdorf, Dorf Mecklenburg, Ilow, Kastorf, Klempenow, Küsserow sowie Rerik und Wall bekannt (vgl. **Liste 1**). Aus Dorf Mecklenburg ist darüber hinaus ein Fragment eines Glasfingerringes überliefert, aus dem früh- bis mittelslawischen Burgwall von Groß Bünsdorf stammt ein Rohglasfragment. Der seltene Nachweis von Hohlglas in Form eines Randstückes eines mutmaßlichen Glasgefäßes stammt aus Rerik.

Auch die Zahl an unbefestigten Siedlungen mit Glasfunden konnte deutlich erhöht werden. Seit 1995 wurden auf mindestens 43 Fundplätzen in Mecklenburg-Vorpommern neue Glasfunde geborgen (vgl. **Liste 1**). Da es sich überwiegend um Oberflächenfunde handelt, sind zumeist nur wenige, häufig nur ein bis zwei Funde pro Platz überliefert. Mehrere Siedlungsgrabungen erbrachten dagegen auch größere Kollektionen an Glasfunden: Bei baubegleitenden Ausgrabungen auf der Amtswiek in Usedom wurden mehrere Glasperlen geborgen[72], aus Vietze (Niedersachsen) sind etwa 20 Glas- und Karneolperlen bekannt[73].

Das Siedlungsmaterial umfasst fast ausschließlich Glasperlen. Hohlglasscherben liegen aus Anklam, Stolpe bei Anklam und Wilhelmshof bei Usedom vor; aus Klenz ist darüber hinaus das Fragment eines Fingerringes aus Glas überliefert (vgl. **Liste 1**; **Abb. 5**). Der derzeit einzige Nachweis eines Mosaiksteinchens außerhalb

der Seehandelsplätze stammt aus Stolpe bei Usedom. Auffällig bleibt, dass Funde der Glasverarbeitung (Hohlglasscherben, Mosaiksteinchen) hauptsächlich aus dem näheren Umfeld der Seehandelsplätze (Menzlin) und Burgstädte (Usedom) vorliegen.
Die Übersicht zeigt deutlich, dass vor allem Perlen im Hinterland der Seehandelsplätze weit verbreitet sind, während Funde der Glasverarbeitung auch 25 Jahre nach der Veröffentlichung von Frank Wietrzichowski noch immer sehr selten sind und ausschließlich aus den Burgstädten (Usedom, Stettin) bzw. aus dem näheren Umfeld der Seehandelsplätze (Anklam, Stolpe bei Anklam, Stolpe bei Usedom) stammen (**Abb. 5**). Ausnahmen für eine mutmaßliche Glasverarbeitung außerhalb dieser Plätze bleiben der immer noch singuläre Befund eines Glasschmelzofens mit Windkanal in Kastorf[74] sowie die wenigen, jedoch nicht eindeutigen Belege der Perlenproduktion in Friedrichsruhe. Auffallend ist zudem das verstärkte Auftreten von Glasfingerringen in spätslawischer Zeit. Bereits Wietrzichowski konnte mehrere Fundplätze von Fingerringen anführen[75], mehrere Neufunde aus Dorf Mecklenburg, Quetzin und Stettin verdichten das Verbreitungsgebiet. Bemerkenswert ist dabei, dass mit einem Glasfingerring aus Klenz erstmals auch ein Exemplar dieser sonst ausschließlich aus Burgwällen und Handelssiedlungen bekannten Objektgruppe aus einer unbefestigten Siedlung vorliegt[76].

Gräberfelder

Im nordwestslawischen Raum sind Glasfunde in teilweise großer Zahl auch aus Gräberfeldern bekannt. Vor allem Perlenketten und vereinzelt auch Fingerringe aus Glas gehörten zum typischen Beigabengut und gelangten entsprechend häufig in die Gräber. Glasgefäße bleiben dagegen auf die Gräberfelder der Seehandelsplätze beschränkt (siehe oben).
Im Rahmen seiner Studie zu den Körpergräbern des 10. bis 13. Jahrhunderts im südlichen Ostseeraum konnte A. Pollex 1658 Perlen aus Glas und Ton sowie seltener Karneol, Bergkristall, Bernstein oder Bunt- und Edelmetall von 44 Fundorten sowie drei Glasfingerringe anführen[77]. Die Zahl der in den Gräbern auftretenden Glasperlen variiert zwischen wenigen (z. B. Basedow[78], Usedom – Am Hain[79], Starigard/Oldenburg[80])[81] und mehr als 100 Exemplaren[82]. So sind aus Penkun, Grab 24, insgesamt 161 Glasperlen[83] oder aus Növenthien (Niedersachsen) jeweils 132 (Grab 45) und 123 (Grab 90) Exemplare bekannt[84]. Vom reichen Kammergräberfeld in Bodzia (Polen) sind insgesamt 253 Glasperlen überliefert, darunter 164 Perlen aus Glas (119) und anderen Materialien aus Grab E864[85]. Die größte Perlenkette mit 506 Perlen aus Glas und anderen Materialien stammt derzeit aus einem Kindergrab aus Cedynia (Polen)[86].
Gräber mit Glasfunden sind – bedingt durch die Einführung der Körpergrabsitte – vor allem für die spätslawische Zeit überliefert. Die Fundzahlen nehmen in spätslawischer Zeit zu und erreichen im späten 12. und frühen 13. Jahrhundert schließlich mehr als 100 Perlen pro Grab (z. B. Növenthien, Penkun)[87]. Für die früh- und mittelslawische Zeit, aus der vorwiegend Brandbestattungen bekannt sind[88], sind aus Grabfunden überwiegend Einzelperlen überliefert, beispielsweise aus dem Hügelgrab 1 von Löcknitz oder einer Urnenbestattung aus Wustrow mit einer bzw. zwei Perlen[89]. Ausnahmen bilden hierbei wiederum die Seehandelsplätze: Aus Groß Strömkendorf sind vom Gräberfeld insgesamt 139 Glasperlen und in geringer Zahl auch Reste von Glasgefäßen bekannt[90]. Aus mehreren Gräbern in Menzlin konnten zudem mindestens 24 Perlen sowie Reste von mutmaßlich zwei Glasgefäßen geborgen werden (siehe oben).
Das Glasmaterial aus Gräbern wird vorwiegend durch Perlen aus Frauen- und Kindergräbern charakterisiert[91]. Andere Objekte aus Glas – wie Gefäße oder Fingerringe – sind äußerst selten; Funde der Glasverarbeitung sind aus Grabfunden nicht bekannt.



Abb. 6 Groß Strömkendorf. Auswahl von Glasfunden aus dem Handelsplatz. – (Nach Pöche 2005, Umschlagbild).

GLASFUNDE AUS DEN FRÜHMITTELALTERLICHEN EMPORIEN VON GROSS STRÖMKENDORF UND ROSTOCK-DIERKOW

Die umfangreichsten Kollektionen an frühmittelalterlichen Glasfunden aus dem südlichen Ostseeraum sind aus den Emporien von Groß Strömkendorf und Rostock-Dierkow überliefert. Die hohen Fundzahlen beruhen in erster Linie auf dem systematischen Ausschlämmen der Kulturschichten und Befundverfüllungen im Rahmen der Ausgrabungen. Daher muss die große Zahl an Glasfunden im Vergleich mit anderen zeitgleichen Plätzen wie Menzlin oder Wolin zwar relativiert werden, unterstreicht aber die Bedeutung dieser Plätze in Hinblick auf Glashandel und -verarbeitung. Für beide Plätze konnte eine lokale Herstellung von Perlen aus importiertem Glasmaterial – Scherbenbruch, Rohglas, Mosaiksteinchen – belegt werden, die Provenienz des Rohmaterials und Handelswege sind dagegen weitgehend noch offen und sollen im Rahmen von naturwissenschaftlichen Analysen geklärt werden.

Glasfunde aus Groß Strömkendorf

Die im Rahmen der zwischen 1995 und 1999 in Groß Strömkendorf durchgeführten Ausgrabungen geborgenen Glasfunde wurden zusammenfassend von Alexander Pöche vorgelegt und mit Blick auf Glashandel und Glashandwerk im Frühmittelalter analysiert (**Abb. 6**)[92]. Die Untersuchung beruhte auf 3591 Einzelfunden aus Handelsplatz und Gräberfeld – 1395 Perlen, 1724 Funde der Glasverarbeitung, 447 Hohlglasscherben und 25 weitere Glasobjekte – und umfasste sowohl eine typologische Bestimmung und kulturhistorische Einordnung der Funde als auch chemisch-analytische Untersuchungen ausgewählter Objekte. Die Studie belegt ein enges Typenspektrum an Hohlgläsern – vornehmlich trichterförmige Trinkgefäße – aus westeuropäischen Herstellungszentren sowie ein vielfältiges Spektrum importierter Glasperlen und eine lokale Perlenproduktion[93]. Die große Zahl an Funden der Glasverarbeitung ließ eine Rekonstruktion beinahe aller Arbeitsschritte der Perlenherstellung zu, bei denen aus importiertem Glas – sowohl Scherbenbruch als auch Rohglas – einfache blaue Ringperlen gefertigt wurden[94].



Abb. 7 Groß Strömkendorf. Zahlreiche Glasfunde wurden im Rahmen von Oberflächenbegehungen durch ehrenamtliche Bodendenkmalpfleger im Bereich des Handelsplatzes geborgen. – (Foto C. Renkewitz).

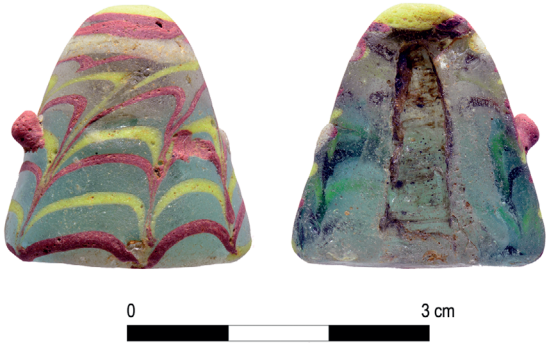


Abb. 8 Groß Strömkendorf. Konischer Spielstein aus dem Handelsplatz. – (Foto S. Suhr, LAKD).

Seit 2008 konnten im Rahmen von Oberflächenprospektionen und Ausgrabungen im Rahmen des Ostseehafen-Projektes neue Glasfunde geborgen werden, die dem bekannten Fundspektrum zwar weitgehend entsprechen, aber auch neue Aussagen zum frühmittelalterlichen Handel mit Glas erlauben. Vor allem durch ehrenamtliche Bodendenkmalpfleger durchgeführte Oberflächenprospektionen erbrachten über 600 Einzelfunde, darunter 84 Glasperlen, wenige Hohlglasscherben sowie zahlreiche Fragmente von Rohglas und Produktionsresten (Abb. 7)[95]. Außerdem wurden zwei Tesserae aus blauem und rotem Glas geborgen. Die Perlen lassen sich sehr gut in das bekannte Perleninventar einordnen: Es liegen sowohl Importperlen – u. a. Mosaik-, Wespen- und Reihenperlen – als auch lokal produzierte einfache blaue Ringperlen (Typ Pöche U1) vor. Zu den besonderen Funden zählt ein zur Hälfte erhaltener kegelförmiger Spielstein aus hellgrünem Glas (Dm. 2,5 cm; H. 2,6 cm), der mit aufgelegten gelben, roten und weißen Fäden verziert ist (Abb. 8)[96]. Vergleichbare Spielsteine aus Glas sind vereinzelt aus frühmittelalterlichen Fundzusammenhängen bekannt, vor allen treten sie in reich ausgestatteten Gräbern – u. a. Birka[97], Valsgärde[98] oder Storhaug/Avaldsnes[99] – auf[100]. Aus Siedlungszusammenhängen sind sie selten bekannt, neben Groß Strömkendorf ist aus Dorestad ein kegelförmiger Spielstein bekannt[101]. Mit dem Fragment eines keltischen Glasarminges liegt zudem der erste Nachweis eines keltischen Glasarmringes für Mecklenburg-Vorpommern vor[102]. Das 1,6 cm lange und 1,3 cm breite Bruchstück besteht aus »kobaltblauem« transluzidem Glas, seine Außenseite ist durch fünf einfache Längsrippen mit einer breiten Mittelrippe gegliedert. Vermutlich gelangte das Glasfragment als Glasbruch nach Groß Strömkendorf.

Bemerkenswert ist auch die hohe Zahl an Funden aus Glasfunden, die im Rahmen von Ausgrabungen des Ostseehafen-Projektes im östlichen Areal des Handelsplatzes geborgen werden konnte: Aus sechs Befunden



Abb. 9 Groß Strömkendorf. Aus einem Grubenkomplex konnte im Rahmen der jüngsten Grabungen ein umfassendes Glasinventar geborgen werden, darunter Perlen, Rohglas und Reste der Perlenproduktion. – (Foto S. Messal, DAI).



Abb. 10 Groß Strömkendorf. Auswahl von Hohlgläsern. – (Foto S. Messal, DAI).

konnten insgesamt 282 Glasfunde geborgen werden, darunter 82 Perlen und 30 Hohlglasfragmente. 117 Rohglasfragmente, zwei Glasstäbe sowie 52 Produktionsreste und Fehlprodukte belegen wiederum die lokale Perlenherstellung in Groß Strömkendorf (**Abb. 9**). Das Rohglas lag weitgehend in Form von Splittern und kleineren Stücken vor, die Farbe ist vornehmlich blau. Während das Rohglas und die Glasstäbe als Ausgangsmaterial für die Perlenherstellung gedeutet werden, belegen vor allem die zahlreichen gestauchten Fäden mit Zangenabdrücken, Schmelztropfen und -kügelchen und Fehlperlen den eigentlichen Herstellungsprozess. Der Vergleich dieser Funde aus der Glasverarbeitung mit dem geborgenen Perlenmaterial belegt die Herstellung von einfachen blauen Ringperlen in Groß Strömkendorf, von denen 45 Exemplare geborgen werden konnten.

Weitaus seltener als lokal hergestellte Ringperlen aus blauem Glas sind importierte Glasperlen, darunter Wespenperlen, Reihenperlen sowie verschiedene andere Typen, die nur durch einzelne Exemplare vertreten sind (z. B. jeweils eine Mosaikperle, Hohlperle oder Bleiglanzperle), überliefert. Ebenfalls gehandelt wurden Hohlgläser, vollständige Gefäße sind aus Groß Strömkendorf aber nicht bekannt. Daher ist anzunehmen, dass keine Glasgefäße nach Groß Strömkendorf gelangten, sondern die Hohlglasscherben vielmehr zusammen mit Rohglas als Glasbruch für die Perlenherstellung als Handelsware zu deuten sind. Bei den 29 Hohlglasfragmenten handelt es sich meist um uncharakteristische Wanderungs- sowie wenige Randscherben aus hell- und blaugrünem, transluzidem Glas (**Abb. 10**). Die ursprüngliche Gefäßform bleibt in der Regel unbestimmbar, die wenigen Randscherben mit schwach verdickten Rändern weisen auf Trichterbecher und Glockentummler sowie einfache Becher hin[103]. Zudem konnte ein Gefäßboden eines Trichterbechers geborgen werden. Die Scherben sind überwiegend unverziert, in drei Fällen treten Reticellaverzierungen auf.

Glasfunde aus Rostock-Dierkow

Ein umfangreiches und vielfältiges Glasinventar ist auch aus Rostock-Dierkow überliefert. Bereits im Rahmen der durch die Akademie der Wissenschaften von 1985-1991 durchgeführten Grabungen unter Leitung von D. Warnke auf dem Ostufer der Warnow konnten zahlreiche Perlen, Hohlglasscherben und Produktionsreste geborgen werden[104]. Das Material ist unpubliziert; allerdings liegt ein vorläufiger Fundkatalog der Sied-



Abb. 11 Rostock-Dierkow. Schatzfund eines Edelmetallschmieds mit zahlreichen Glasperlen. – (Foto S. Suhr, LAKD)

lungsfunde von U. Oltmanns vor[105]. Die Durchsicht des Katalogs ergab 150 Glasperlen, unter denen blaue transluzide Ringperlen dominieren, die lokal hergestellt wurden[106]. Unter den importieren Perlen kommen Wespenperlen, segmentierte Reihenperlen mit und ohne Überfang sowie Millefioriperlen zahlenmäßig am häufigsten vor. Zahlreich sind zudem Bleiglanzperlen überliefert. Neben den acht Perlen aus Siedlungsbefunden sind 122 Bleiglanzperlen als Hauptbestandteil der aus dem Hortfund geborgenen Perlenkette – erkennbar anhand eines 2,6 cm langen Originalfadens – bekannt (**Abb. 11**)[107]. Aus dem Depot sind weiterhin 22 segmentierte Mehrfachperlen, eine Mehrfachperle mit Bronzedrahtöse und eine blaue Perle ohne durchgängige Öffnung bekannt[108]. Die übrigen Glasfunde lassen sich aufgrund des Publikationsstandes derzeit nicht detailliert beschreiben. Es liegt eine größere Zahl an Scherben mehrfarbiger Glasgefäße vor[109], darunter mehrere Randscherben von Trichterbechern und Reticella-verzierte Wandungsscherben sowie der Boden eines möglichen Glockentummlers[110]. Darüber hinaus sind als Ausgangsmaterial der Perlenherstellung mehrere Rohglasfragmente aus blauem und grünem Glas, Glasstäbchen und vier Tesserae überliefert; Schmelz- und Fadenreste mit Zangenabdruck belegen die Perlenherstellung[111].

Bemerkenswert ist die hohe Zahl an Funden aus Glas, die im Rahmen der zwischen 2013 und 2018 durchgeführten Ausgrabungen des Ostseehafen-Projektes geborgen werden konnten. Aus dem Hafen- und Marktviertel des Emporiums sind insgesamt 1002 Glasobjekte überliefert, wobei die Untersuchungsfläche mit 260 m² deutlich kleiner war als die der Altgrabung (1700 m²). Diese unterschiedlichen Fundzahlen liegen vornehmlich in den unterschiedlichen Grabungstechniken, u. a. dem systematischen Ausschlämmen der Kulturschichten und Befundverfüllungen begründet, allerdings dürfte auch die Nähe der Grabungsflächen zum Hafen und damit zum zentralen Marktgeschehen eine Rolle spielen. Das Fundspektrum umfasst 632 Perlen und 154 Hohlglasfragmente (**Abb. 12**), darüber hinaus weisen 99 Rohglasfragmente, 19 Glasmosaiksteine/Tesserae, drei Glasstäbchen, 15 Fadenreste sowie 80 Glasschlacken, Schmelzkügelchen und Fehlperlen auf eine lokale Glasverarbeitung in Rostock-Dierkow hin.

Die Herstellung von Glasperlen in Rostock-Dierkow wird vor allem durch zahlreiche Ausgangsmaterialien zum Glasschmelzprozess und Produktionsreste belegt. Rohglas liegt weitgehend in Form von Splittern und kleineren Stücken vor, die Farbe ist bis auf wenige hellgrüne Ausnahmen blau (**Abb. 13**). Die kleinen Fragmente dürften im Rahmen der Zerkleinerung und Proportionierung der Rohglasbarren für die Weiterverarbeitung entstanden sein[112]; vollständige Glasbarren sind nicht überliefert. Die Rohglasfunde aus Rostock-Dierkow lassen sich sehr gut mit zeitgleichem Fundmaterial aus Ribe, Åhus, Helgö und Groß Strömkendorf vergleichen[113], westlich der Warnow tritt Rohglas dagegen nur noch sporadisch im Glasspektrum der Handelsplätze auf. Aus Menzlin und Truso sind nur wenige Rohglasfragmente überliefert[114], aus Bardy/Świelubie, Ralswiek und Usedom fehlen Funde dieser Art bislang vollständig[115]. Der Herkunftsort des Rohglases ist unbekannt (zum Glashandel s. u. S. 203)[116], Hinweise auf eine lokale Produktion durch Einschmelzen von Glasbruch oder Tesserae sind aus Rostock-Dierkow und auch Groß Strömkendorf nicht bekannt.



Abb. 12 Rostock-Dierkow. Auswahl von Glasperlen. – (Foto R. Kiepe, NIhK).

Neben Rohglas werden auch die 19 Glasmosaiksteine als Ausgangsmaterial für die Perlenherstellung gedeutet (**Abb. 14**)[117]. Diese ursprünglich zum Setzen von Mosaiken verwendeten Glaswürfel sind vorwiegend quader- bis würfelförmig; bei der Farbgebung dominieren blaue und grüne Stücke, darüber hinaus sind weiße, gelbe, schwarze und türkise Tesserae überliefert. Hinweise auf die Verarbeitung der Mosaiksteine im Rahmen der Perlenverarbeitung sind aus Rostock-Dierkow nicht bekannt, möglicherweise sollten sie jedoch zusammen mit anderem Bruchglas eingeschmolzen werden, um Rohglas zu produzieren[118]. Auffällig ist jedoch die ähnliche Verbreitung von Mosaiksteine und Rohglas. Das Vorkommen von Tesserae scheint sich – wie beim Rohglas – auf den westlichen Ostseeraum zu beschränken, während aus den Handelsplätzen im östlichen baltischen Raum – wie Menzlin, Wolin, Truso oder auch Staraja Ladoga – keine oder nur vereinzelt Tesserae bekannt sind[119]. Dementsprechend ist es möglich, dass die Tesserae – zusammen mit Rohglas und Glasbruch – als Handelsgut in das Emporium gelangt sind. Während das Rohglas weiterverwendet wurde, dürften die Glasmosaiksteine – sofern sie nicht verwendet wurden – aussortiert und entweder entsorgt oder weiterverkauft worden sein[120].

Während Rohglas und Tesserae sowie drei Glasstäbchen aus weißem, rotem und hellgrünem Glas die Ausgangsmaterialien charakterisieren, belegen 15 Fadenreste mit Zangenabrücken sowie 80 Glasschlacken, Schmelzkügelchen und Fehlperlen den eigentlichen Herstellungsprozess. Der Vergleich dieser Funde aus der Glasverarbeitung mit dem geborgenen Perlenmaterial belegt die Herstellung von einfachen blauen Ringperlen in Rostock-Dierkow, von denen 107 Exemplare geborgen werden konnten[121].

Weitaus häufiger als lokal hergestellte Ringperlen aus blauem Glas sind aus dem Ostseeraum, aus Westeuropa oder dem Orient importierte Glasperlen überliefert (**Abb. 12**). Das Perlenspektrum entspricht dem Inventar aus Groß Strömkendorf weitgehend[122]. Es überwiegen segmentierte Reihenperlen mit Überzug mit gelbbräunlicher (goldener), farbloser oder blaugrüner Oberfläche (Typ Pöche D2, D5, D9; 103 Exemplare)[123], gefolgt von einfachen Reihenperlen mit blauvioletter Farbe (Typ Pöche U7; 88 Exemplaren)[124]. Die Reihenperlen liegen zumeist als Einzel- oder Doppelperlen vor, häufig sind aber auch mehrgliedrige Perlen überliefert, darunter eine blaue, 3,2 cm lange Reihenperle aus acht Segmenten. Mit 86 Exemplaren liegen darüber hinaus Wespenperlen vor[125], für die eine Produktion in Ribe vermutet wird[126]. Die zylindrischen Körper, die regelhaft mit drei gelben Glasfäden verziert sind, sind vornehmlich schwarz (Typ Pöche D1), vereinzelt kommen aber auch rote (D3), hellgrüne (D4) oder braune (D8) Variationen des Körpers vor. Das Dekor der gelben Querstreifen kann ebenfalls variieren, so sind die Fadenauflagen in einem Fall abge-



Abb. 13 Rostock-Dierkow. Rohmaterial, Produktionsabfälle und fertige Perlen belegen die Produktion von Perlen. – (Foto S. Messal, DAI).



Abb. 14 Rostock-Dierkow. Auswahl an Mosaiksteinen. – (Foto R. Kiepe, NIhK).

flacht, zudem können diese auch mit mehreren Windungen aufgelegt worden sein. Eng verwandt mit den Wespenperlen sind Perlen mit flach aufgelegten Wellen und Randstreifen, von denen vier Exemplare mit rotem (Typ Pöche D6) und schwarzem Körper (D7) vorliegen[127]. Da Wespenperlen in Haithabu nur noch sporadisch vorkommen (25 Exemplare), können Wespenperlen als Leitformen des 8. Jahrhunderts bestimmt werden[128]. Als Einzelfund liegt schließlich eine schwarze doppelkonische Perle vor, die gelbe Randstreifen und drei gelbe unregelmäßige Tupfer auf dem Umbruch aufweist (Typ Pöche D15). Aufgrund der Übereinstimmungen der Perlen mit den Wespenperlen dürfte von einem gemeinsamen Produktionsort und -zeitraum ausgegangen werden[129].

Von Bedeutung sind Hohlperlen, da diese in Groß Strömkendorf nur selten vorkommen[130]. Aus Rostock-Dierkow sind dagegen insgesamt 24 Exemplare überliefert, unter denen olivenförmige Perlen mit gelbbrauner/goldener Farbe (Typ Pöche D57) gegenüber blauen Hohlperlen (U20) überwiegen. Hohlperlen kommen im 9. Jahrhundert im südlichen Ostseeraum auf[131], womit sich die wenigen Funde in Groß Strömkendorf erklären lassen. Während sie in Skandinavien – mit Ausnahme von Haithabu[132] – eher selten vorkommen, finden sich Hohlperlen im südlichen Ostseeraum dagegen sehr zahlreich[133].

Mehrfach kommen schließlich einfache Ziehperlen in blauer, grüner und gelber Farbe (Typ Pöche U14, U23, U 29, U 38)[134], Bleiglanzperlen (28 Exemplare, Typ Pöche U8)[135], rote oder grüne Perlen in Zylinder- und Quaderform (Typ Pöche U2, U6, U22, U24)[136], teilweise mit aufgelegten roten und schwarzen Glasfäden, sowie ring- sowie tonnenförmige Perlen aus hell- und olivgrünem Glas (Typ U5, U11) vor[137]. Vor allem die hellgrünen transluziden Ringperlen (U11) stimmen vielfach mit den lokal hergestellten blauen Ringperlen überein, sodass auch eine Herstellung dieses Typs in Rostock-Dierkow diskutiert werden kann, allerdings fehlen bislang Produktionsreste, die auf eine lokale Herstellung hinweisen würden. Als Einzelfunde finden sich zudem mehrere in Wickeltechnik hergestellte doppelkonische und tonnenförmige Perlen in weißer, gelber und blauer Farbe sowie eine schwarze polyedrische Perle (Typ Pöche U34)[138]. Einzelne Perlen tragen darüber hinaus aufgelegte Glasfäden und Mosaikscheiben[139], u. a. in Form eines mehrfarbigen Strahlenmusters. Zwei tonnenförmige Perlen aus blauem Glas mit rot-weißem Dekor in Form eines Wellenbandes lassen sich zudem den Ribeperlen (Typ Pöche D31) zuordnen[140].

Mosaikperlen sind trotz der hohen Zahl an Glasfunden nur selten und überwiegend fragmentarisch überliefert. Sofern eine nähere Beschreibung möglich ist, liegen aus Rostock-Dierkow drei Mosaikaugenperlen

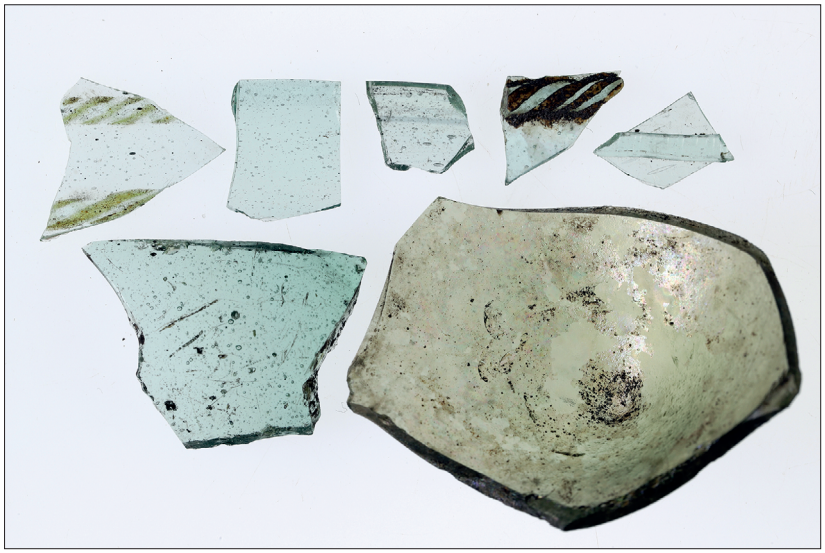


Abb. 15 Rostock-Dierkow. Auswahl an Hohlgläsern. – (Foto R. Kiepe, NIhK).

(Typ Pöche M1 und M2)[141] vor, darüber hinaus konnten eine Kreisaugenperle (Typ Pöche M11)[142] und eine Mosaikperle mit Schachbrett- und vierblättrigem Blütenmotiv (Pöche Typ M22)[143] geborgen werden.
Ebenfalls importiert wurde Bruchglas; vollständige Gefäße sind aus Rostock-Dierkow nicht bekannt. Insgesamt liegen 154 Scherben aus Glas vor; die meisten von ihnen stammen jedoch aus dem gestörten Oberboden und lassen sich nur indirekt mit Befunden verbinden. Die Datierung dieser Scherbenfunde in das frühe und hohe Mittelalter muss derzeit offen bleiben, zumal der Fundplatz auch eine spätmittelalterliche und neuzeitliche-moderne Nutzung aufweist. Für das aus Befunden und Kulturschichten geborgene Scherbenmaterial – dazu zählen 41 Funde – ist die frühmittelalterliche Datierung dagegen durch keramische Beifunde gesichert (**Abb. 15**). Bei diesen Hohlglasscherben handelt es sich meist um uncharakteristische Wandungs- und wenige Randscherben aus hellgrünem und farblosem, vereinzelt auch rotem transluzidem Glas. Die ursprüngliche Gefäßform bleibt aufgrund des hohen Zerscherbungsgrades häufig unbestimmbar, zumal auch nur acht Rand- und eine Bodenscherbe überliefert sind. Die Randscherben umfassen meist schwach verdickte, zur Innen- und Außenseite gleichmäßige Stücke und dürften vornehmlich auf Trichtergläser – sowohl Trichterbecher als auch Glockentummler – als vorherrschenden Gefäßtyp hinweisen; eine Bodenscherbe mit gewölbter Bodenpartie stammt wohl von einem Trichtertummler.
Das Scherbenmaterial ist überwiegend unverziert, nur sieben Wandungsscherben und eine Randscherbe weisen einen Dekor auf. Drei Scherben besitzen Auflagen in Form von Reticellastäben. Dabei handelt es sich um Glasstäbe, die mit dünnen Fäden spiralig umwickelt und aufgeschmolzen wurden[144]. Die Farbe des Glasstabes entspricht in allen Fällen der Farbe des Gefäßkörpers, sämtliche Scherben weisen eine hellgrüne transluzide Farbe auf. Die Fäden besitzen dagegen eine weiße oder gelbe Farbe. Eine der Scherben ist als Reticella-Imitation zu deuten, da der goldfarbene (metallene) Faden offenbar nicht um den Stab gewickelt, sondern nur auf der Schauseite aufgelegt wurde. Zwei Wandungsscherben weisen zudem einfache Fadenauflagen aus gelbem oder weißem Glas auf, bei zwei weiteren Scherben bestehen die aufgelegten Fäden aus derselben Glasmasse wie der Gefäßkörper. Einer dieser Fäden wurde zusätzlich flach zusammengedrückt und mit einem Riffelmuster versehen. Bemerkenswert ist schließlich eine Randscherbe, die neben einer gelben Fadenauflage zudem einen mutmaßlich roten Farbauftrag auf der Außenseite aufweist. Vergleichbare Glasfunde sind u. a. aus Groß Strömkendorf und Haithabu bekannt[145].
Da vollständige Gefäße, aber auch Passscherben im Glasmaterial fehlen, kann angenommen werden, dass keine Glasgefäße nach Rostock-Dierkow importiert wurden, sondern vornehmlich Glasbruch als Sekundär-

rohstoff für die Perlenherstellung. Allerdings fehlen konkrete Hinweise auf die Verwendung von Scherben im Rahmen der Glasverarbeitung, vornehmlich wurde Rohglas zur Perlenproduktion benutzt. Einzig die hellgrünen transluziden Ringperlen (Pöche Typ U11) können als Hinweise auf die lokale Verarbeitung von hellgrünem Scherbenmaterial gedeutet werden, Produktionsreste fehlen jedoch bislang vollständig. Vermutlich gelang Glasbruch zusammen mit Rohglas und Tesserae als Rohmaterial in das Emporium, wobei nur das Rohglas weiterverwendet, während die Scherben – ähnlich wie die Glasmosaiksteine – aussortiert und entweder entsorgt oder weiterverhandelt wurden [146].

NATURWISSENSCHAFTLICHE ANALYSEN AN AUSGEWÄHLTEN GLASFUNDEN AUS GROSS STRÖMKENDORF UND ROSTOCK-DIERKOW

Aufgrund der weiträumigen Verbreitung von Glasfunden bietet diese Materialgruppe die hervorragende Möglichkeit, durch eine kombinierte Auswertung von archäologischen Überlieferungen und naturwissenschaftlichen Analysen von Glaszusammensetzung und -typen neue Erkenntnisse zum Glashandel zu gewinnen. Im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogrammes »Häfen von der Römischen Kaiserzeit bis zum Mittelalter« konnte erstmals eine Reihe von Glasfunden aus dem Rheinland (Köln) und dem Nord- und Ostseeraum zusammenfassend naturwissenschaftlich analysiert und unter gemeinsamen Fragestellungen diskutiert werden [147]. Ziel der Untersuchungen war es, die in den jeweiligen Handelsplätzen vertretenen Hauptglastypen zu bestimmen und bezüglich ihrer Herkunft einzuordnen, um dadurch Informationen zu Glashandel und Glasverarbeitung zu gewinnen [148]. Aus dem Ostseehafen-Projekt wurden dabei acht Glasfunde aus Groß Strömkendorf und elf Objekte aus Rostock-Dierkow mit der Elektronen-Mikrosonde und ICP-Massenspektrometrie mit Laserablation auf chemische Hauptkomponenten und eine Reihe von Spurenelementen untersucht [149]. Es handelt sich bei den Funden vornehmlich um Hohlglasscherben, zudem wurden der kegelförmige Spielstein aus Groß Strömkendorf sowie ein blauer Rohglassplitter aus Rostock-Dierkow analysiert.

Die chemischen Analysen (A. Kronz, Universität Göttingen) zeigen deutliche Unterschiede in der Typenverteilung auf beiden Fundplätzen (**Abb. 16-17**). In Groß Strömkendorf treten bis auf eine Ausnahme ausschließlich Soda-Kalk-Gläser vom HIMT-2-Typ auf (KHa 203-208). Diese Zusammensetzung des Rohglases folgt römischen Glasrezepturen; entsprechend ist dieser Glastyp auch sehr häufig in West- und Mitteleuropa – u. a. aus dem Kölner Hafen – bekannt [150]. Eine Verbreitung von HIMT-2-Gläsern zeichnet sich vor allem für den Nord- und Ostseeraum ab, sodass ein Import der Glasfunde dieses Typs über eine westeuropäische Route – Rhein, Dorestad, Friesische Inseln – wahrscheinlich ist [151]. Eine Scherbe aus olivgrünem Glas mit aufgelegten dicken Fäden besteht dagegen aus Holzascheglas (KHa 202). Holzascheglas kommt erst im ausgehenden 8. Jahrhundert in karolingischen Werkstätten auf [152], die Scherbe gehört daher zu den jüngeren Funden des 808 zerstörten Emporiums. Das tendenzielle Fehlen von Waldglas im Probenmaterial aus Groß Strömkendorf dürfte auch – unabhängig von den dendrochronologischen Jahrringdaten – die Datierung des Seehandelsplatzes in das 8. und frühe 9. Jahrhundert belegen; für eine statistisch repräsentative Bewertung des Glasmaterials sind jedoch weitere Analysen als die bisherigen acht Proben erforderlich.

Für Rostock-Dierkow belegen die chemischen Analysen die Koexistenz der Glastypen Soda-Kalk-Glas, Sodaascheglas und Holzascheglas. Es überwiegen zwar noch immer Soda-Kalk-Gläser vom Typ HIMT-2 (7 Proben; KHa 125, 130-1, 130-2, 131, 131ge, 132, 133), jedoch ist der Anteil an Holzaschegläsern mit drei Proben höher als in Groß Strömkendorf (**Abb. 16**; KHa 126, 127, 129). Eine Probe besteht zudem aus Sodaascheglas (KHa 128). Die vielfältigere Zusammensetzung des Probenmaterials aus Rostock-Dierkow ergibt sich dabei aus der Laufzeit des Handelsplatzes bis in das 10./11. Jahrhundert [153]. Im Laufe des 9. Jahrhunderts wurden

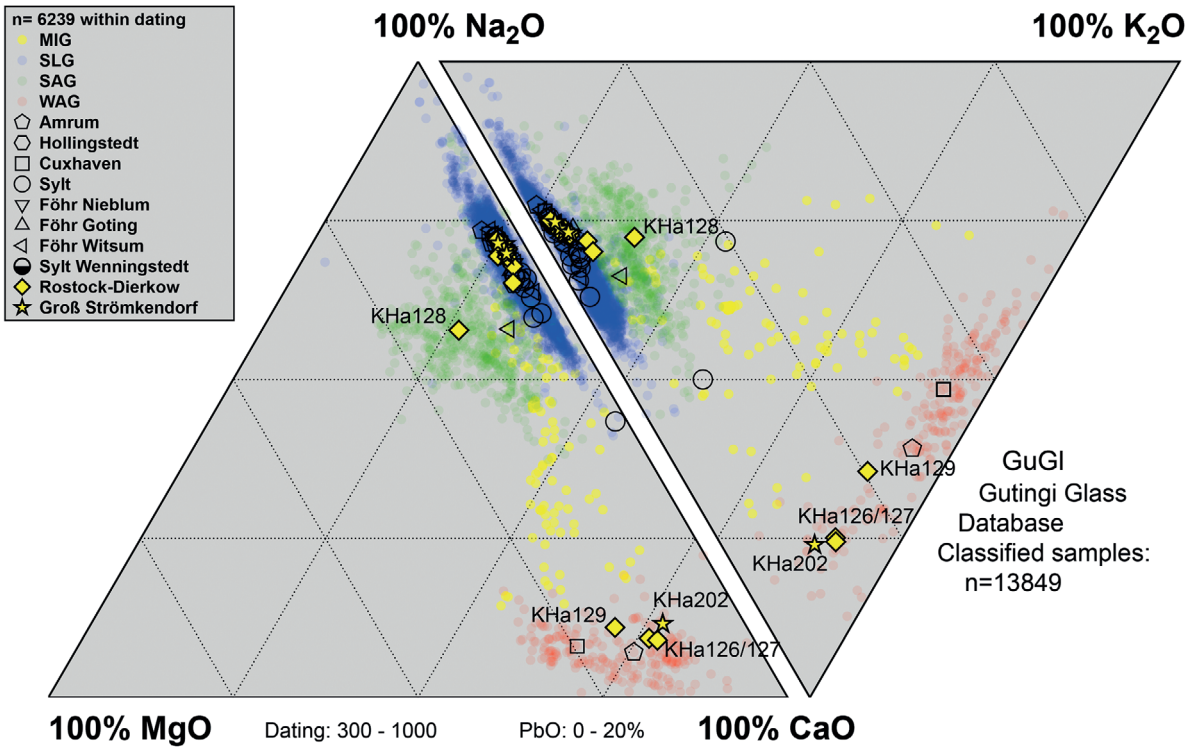


Abb. 16 Chemische Analysen der im Hafenprojekt untersuchten Proben aus dem Nord-Ostseeraum: Während von den acht Gläsern aus Groß Strömkendorf nur ein Holzascheglas (rote Gruppe) identifiziert werden kann, sind die elf Gläser aus Rostock-Dierkow sehr variable zusammengesetzt. Neben drei Holzaschegläsern konnte ein Sodaascheglas identifiziert werden (grüne Gruppe). Alle sonstigen Gläser sind dem Soda-Kalk-Glastyp zuzuordnen. Zu den Vergleichsproben aus der Göttinger Glasdatensammlung und dem Diagrammtyp s. Beitrag Kronz in diesem Band. – (Grafik A. Kronz, Göttingen).

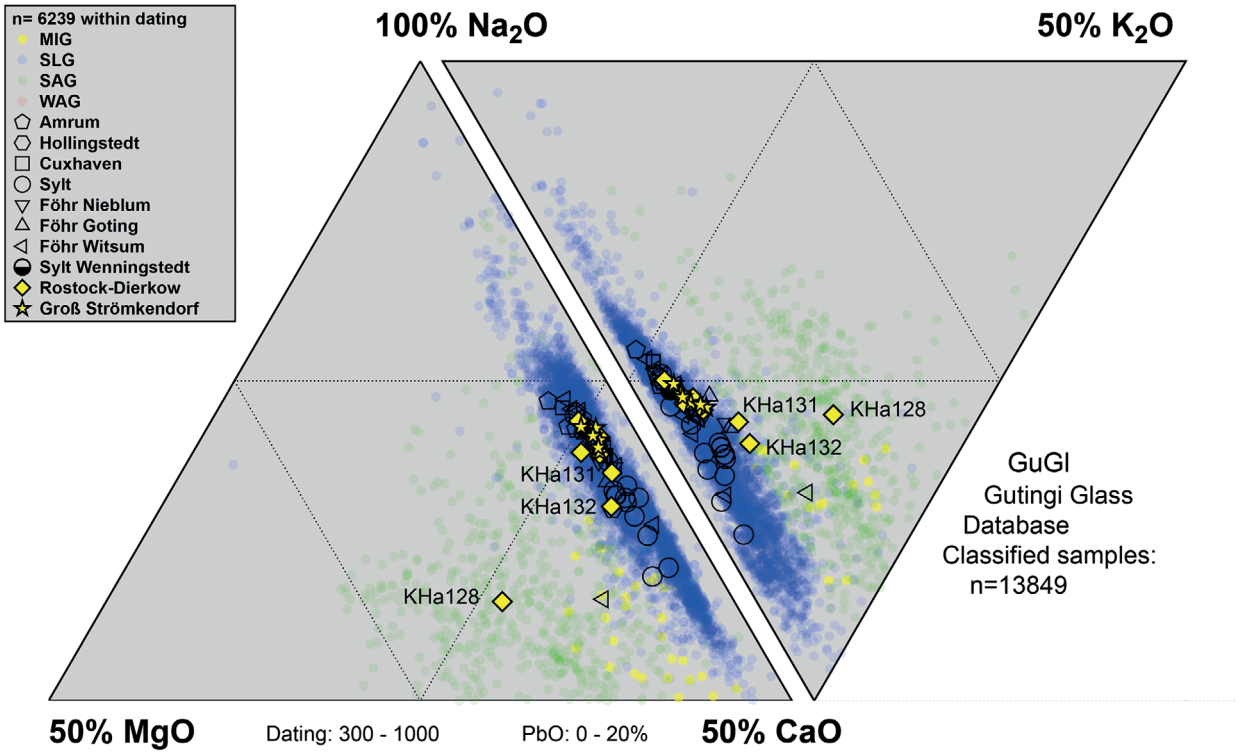


Abb. 17 Chemische Analysen der im Hafenprojekt untersuchten Proben aus dem Nord-Ostseeraum: Oberer Abschnitt der in Abbildung 16 dargestellten Variationsdiagramme zur Hervorhebung des Soda-Kalk und Sodaascheglases. Zu den Vergleichsproben aus der Göttinger Glasdatensammlung und dem Diagrammtyp siehe Beitrag Kronz in diesem Band. – (Grafik A. Kronz, Göttingen).

neben Gläser vom HIMT-2-Typ zunehmend auch Holzasche- sowie Sodaaschegläser nach Rostock-Dierkow importiert und möglicherweise lokal verarbeitet. Mischglas, das hauptsächlich aus Soda-Kalk-Glas und Holzascheglas erzeugt wurde und in Haithabu sehr zahlreich auftritt[154], konnte in der kleinen Probenauswahl bislang nicht erfasst werden.

Auffallend sind die beiden sehr kalkreichen Holzaschegläser (Wood Ash Glass, WAG): KHa 126, 127 mit sehr ähnlicher Zusammensetzung (Bezeichnung »Wood Ash Lime Glass: WALG«). Sie sind werkstattgleich, oder stammen sogar aus der gleichen Charge, gehören aber nicht zum gleichen Stück. Aus gleicher Quelle scheint das ebenfalls kalkreiche Holzascheglas Groß Strömkendorf KHa 202 zu stammen. Diese für das 9.-10. Jahrhundert zunächst ungewöhnlicheren Zusammensetzungen (sie entsprechen eher den frühmodernen Gläsern des 16.-17. Jahrhunderts) begegnen uns in verschiedenen karolingisch-ottonisch zu datierenden Fundplätzen. Besonders hervorzuheben sind dabei Gläser sehr ähnlicher Zusammensetzung aus der Pfalz Werla bei Werlaburgdorf (Fensterglas, zur Untersuchung zur Verfügung gestellt von M. Blaich, NLD, Hannover, unpublizierte Analysen, A. Kronz, Universität Göttingen), Flachglas vom Veitsberg, Pfalz Salz bei Neustadt an der Saale (zur Verfügung gestellt von Petra Wolters, unpublizierte Analysen, A. Kronz, Universität Göttingen), Fensterglas aus Corvey (Corv 01, Corv 35)[155] und Höxter (Hoex-07), sowie ein Gefäßglas der Wüstung Drudewenshusen bei Göttingen[156]. Auch in Haithabu kann WALG, jedoch selten, nachgewiesen werden[157]. Chemisch am ähnlichsten sind ein grau-blauer Glasring (Hai-159) und ein grünes Hohlglasfragment (Hai-233). Chemisch ähnlich sind außerdem zwei Fenstergläser aus Köln (Heumarkt, KHa 59, und Kurt-Hackenberg Platz, KHa 111). Dieser Glastyp ist für Köln jedoch die Ausnahme und belegt die sehr späten, in karolingische Zeit datierten Funde der Hafengrabung. K. H. Wedepohl und K. Simon sahen in ihrer zusammenfassenden Arbeit über die zeitliche Variation der Holzascheglas-Zusammensetzungen diesen frühen kalkreichen Typus noch als die »Ausnahme« bezüglich der frühen eher kaliumreicheren Holzaschegläser an[158]. Ihre Daten früher WAG zeigten zwangsläufig eine starke Streuung, was sie mit einer noch unausgereiften Rezeptur der Holzascheglaserzeugung dieser Zeit begründeten[159]. Nach den inzwischen vorliegenden Analysen sollte dieser Glas-(sub)-typ als eine eigenständige Entwicklung anzusehen sein. Besonders die Bevorzugung zur Herstellung von Fensterglases und dessen Verbreitung in den oben genannten Fundorten impliziert, dass hier gezielt ein hochwertigeres Produkt erzeugt wurde, da die erhöhten Calcium-Gehalte positive Auswirkungen auf Stabilität und Verwitterungsresistenz haben.

Die drei WALG aus Rostock und Groß Strömkendorf sind außergewöhnlich rein und zeigen sehr niedrige Gehalte der kritischen Spurenenlemente, die entweder intentionell zum Zweck der Färbung, oder zufällig aufgrund der Wiederverwendung von Altglas in die Schmelzen gelangen. Damit sind sie direkte Produkte aus einer Waldglashütte, deren Lokalität sicher eher an der östlichen Peripherie des Frankenreiches zu suchen wäre, da sich entlang einer Nord-Süd-Achse östlich des Rheins die Funde dieses speziellen Holzascheglastyps häufen. Die olivgrüne Farbe des Gefäßbodens KHa 126 kann somit nur auf die Färbung durch Eisen zurückgeführt werden, da die Kupfergehalte mit 48 µg/g kaum über den geogenen Hintergrundwert hinausgehen.

Im Gegensatz zu den WALG hat das Ca-ärmere Holzascheglas des dunkelgrünen Gefäßes der Probe KHa 129 deutliche Kontaminationen (Sn, Sb, Pb), jedoch keine gezielte Färbung, erfahren, und ist kein aus primären Rohstoffen erzeugtes Glas mehr, sondern als Produkt einer Wiedereinschmelzung von Altglas anzusehen.

Das gelbe SAG der Probe KHa 128 zeigt keine wesentlich erhöhten Spurengehalte und ist weder ein Mischglas, noch hat es Altglasanteile. Seine Provenienz ist mit einiger Sicherheit in den nahöstlichen Produktionszentren zu suchen. Gläser recht ähnlicher Zusammensetzung lassen sich aus der Datensammlung für Raqqa in Syrien (letztes Drittel 8. bis 9. Jahrhundert)[160] aber auch Nishapur im Iran (datiert 9.-10. Jahrhundert)[161] nachweisen. Interessanterweise begegnen wir Sodaaschegläsern mit ähnlicher Signatur ebenfalls im Inven-

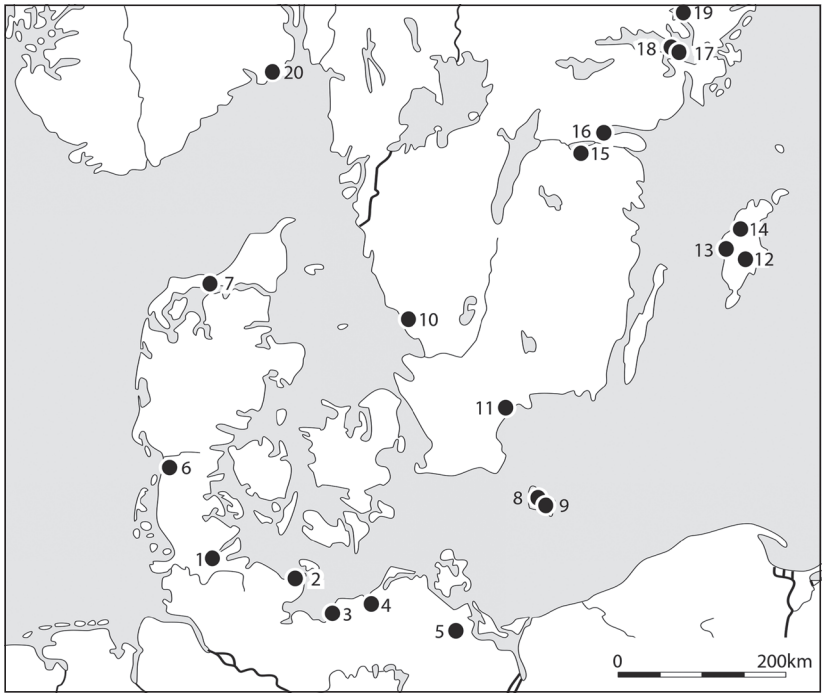


Abb. 18 Verbreitung von Tesserae nach Pöche. – (Nach Pöche 2005, 71 Abb. 33).

tar von Haithabu. Dabei handelt es sich fast ausschließlich um Perlen (besonders ähnlich: Probe 292/27)[162], selten um Hohlglas (Probe Hai-022)[163].

Das Soda-Kalk-Glas (SLG) aus Groß Strömkendorf hat eine recht einheitliche chemische Zusammensetzung, die einem Teil der Proben aus Rostock Dierkow ähnelt (**Abb. 17**). SLG von letzterer Fundstelle zeigt jedoch größere Variationen im CaO-Gehalt und tendiert zu höheren K_2O- und Mg-Werten. Besonders fallen die beiden Hohlglasscherben KHa 131 und 132 auf, die aufgrund erhöhter Kaliumgehalte Hinweise auf das Wiedereinschmelzen von Altglas geben, da Holzascheanteile in die Schmelzen eingetragen wurden. Alle SLG aus Rostock Dierkow sind aufgrund erhöhter und variabler Spurengehalte von Pb, Sn und Sb, die nicht auf eine intentionelle Zugabe schließen lassen, zu einem nicht unerheblichen Anteil aus Altglas aufbereitet worden. Lediglich Cu diente der Farbgebung (rot, blau oder grün), und wurde möglicherweise durch entsprechende Zugabe intensiv gefärbter Tesserae bewirkt. Die hohen Gehalte der als Opazifizierer in Tesserae eingesetzten Elemente Sn und Sb stützen diesen Befund. Der gelbe Faden im roten Gefäß KHa 131 ist ein bleihaltiges Glas und mit Blei-Stannat gefärbt worden. Eine frappierende Ähnlichkeit in der chemischen Zusammensetzung der Hauptelemente ist zwischen der Gefäßscherbe KHa 132 aus Rostock und einem Trichterbecherfragment aus der Hollingstedt (Kreis Schleswig-Flensburg, Lahmenstraat) festzustellen. Lediglich die Elemente Cu, Sn und Pb unterscheiden sich in den beiden Proben signifikant, was wiederum auf die eine leicht unterschiedliche abschließende Färbung der Gefäße mit unterschiedlichen Mengen an Tesserae erklärt werden kann. Eine zeitgleiche Fertigung in gleicher Werkstatt liegt hier nahe.

SLG aus Groß Strömkendorf ist trotz seiner einheitlicheren chemischen Zusammensetzung des Grundglases ebenfalls mit den genannten Spurenelementen derart angereichert, dass auch hier von überwiegend rezykliertem Altglas auszugehen ist. Der blaugrüne Spielstein (?) (KHa 203) zeigt dabei noch eine ursprünglichere römische Signatur, ist aber als ein mit Mn und Sb entfärbtes Mischglas, typisch für eine spätantike Glaszusammensetzung. Zwei Glockentummlerscherben (KHa 207 und 208) sind innerhalb der analytischen Fehlergrenzen identisch und können einem einzelnen Gefäß zugeordnet werden. Innerhalb der HIMT-2 Gruppe sind die untersuchten Gläser der Nord- und Ostsee-Regionen recht ähnlich. Im Detail ergeben sich

für verschiedene Elemente Unterschiede zu den Gläsern aus Sylt. Details werden im Beitrag Majchczack/Kronz in diesem Band diskutiert.

GLASHANDEL UND GLASVERARBEITUNG IM 8. UND FRÜHEN 9. JAHRHUNDERT IN GROSS STRÖMKENDORF UND ROSTOCK-DIERKOW

Für eine differenzierte Betrachtung des frühmittelalterlichen Glashandels und der Glasverarbeitung im südlichen Ostseeraum ist eine detaillierte Studie der archäologischen Quellen, kombiniert mit naturwissenschaftlichen Untersuchungen von Glasfunden aus allen Handelsplätzen des 8. bis 10. Jahrhunderts erforderlich. Die Auswertung der vielfältigen Glasfunde aus Groß Strömkendorf und Rostock-Dierkow erlaubt allerdings eine erste kurze Beurteilung beider Aspekte, die zudem das außerordentliche Potenzial der Fundgruppe Glas für zukünftige Forschungen zum frühmittelalterlichen Handel kennzeichnet.

Glasverarbeitung

Die Handelsplätze Groß Strömkendorf und Rostock-Dierkow lassen sich in eine Reihe von frühmittelalterlichen Fundorten im Ostseeraum einfügen, in denen der Nachweis der Glasverarbeitung für die Karolinger- und Wikingerzeit erbracht wurde. Die nächsten Parallelen einer im 8. Jahrhundert beginnenden Perlenproduktion sind Ribe und Åhus, darüber hinaus sind auch aus Helgö, Gamla Uppsala, Paviken auf Gotland und vermutlich Janów Pomorski zeitgleiche Glaswerkstätten bekannt[164]. Bemerkenswert bleibt das weitgehende Fehlen von Funden der Glasverarbeitung in Menzlin. Für das 9. und 10. Jahrhundert sind Glaswerkstätten in Haithabu, Ralswiek, Kaupang, Wolin und Szczecin archäologisch nachgewiesen[165].
Beide Emporien zeichnen sich durch ein weitgehend identisches Fundspektrum aus. Im Rahmen der lokalen Glasverarbeitung wurden aus importierten Rohglasbarren als Ausgangsmaterial blaue Ringperlen produziert, während Bruchglas und Tesserae offenbar nicht verwendet wurden (s. o.). Aus dem vielfältigen Fundmaterial – Ausgangsmaterial, Produktionsreste sowie Fehlperlen und Fertigprodukte – kann für beide Plätze der Produktionsablauf vom Zerkleinern des Rohglases bis hin zur Perlenherstellung erschlossen werden. Eindeutige Werkstattnachweise wurden nicht erbracht, in Rostock-Dierkow kann allenfalls ein mutmaßlicher Werkplatz der Perlenherstellung vermutet werden[166]. Dort wurden um einen Ofenbefund, der aus einer Lehmtenne mit einer darunterliegenden Steinsetzung bestand, zahlreiche Glasfunde, u. a. Rohmaterial, Produktionsabfälle sowie fertige blaue Ringperlen geborgen, die eine Interpretation als einfacher Werkplatz erlauben.
Für das 8. Jahrhundert ist die Herstellung von blauen Ringperlen vor allem in Ribe und Åhus, aber auch in Helgö und Paviken belegt[167], sodass ein Einfluss auf die Produktion in Groß Strömkendorf und Rostock-Dierkow aus dem skandinavischen Raum anzunehmen ist[168]. Die vergleichbaren Fundspektren dieser Plätze belegen, dass dieser einfache Perlentyp ab dem frühen 8. Jahrhundert kontinuierlich im westlichen Ostseeraum hergestellt wurde; die Interaktion und Kommunikation der Emporien untereinander erfolgte mutmaßlich durch reisende Perlenmacher[169]. Im Gegensatz zu den skandinavischen Glaswerkstätten, die auch andere Perlentypen produzierten, blieb die Produktpalette der lokalen Herstellung in Groß Strömkendorf und Rostock-Dierkow jedoch auf Ringperlen aus blauem Glas beschränkt. Bemerkenswert ist, dass vergleichbare Fundinventare des 8. Jahrhunderts aus dem slawischen Siedlungsraum an der südlichen Ostseeküste – u. a. aus Menzlin – bislang fehlen. Dies könnte – mit Blick auf die Fundinventare aus Ribe

und Åhus – auf auf den südwestlichen Ostseeraum begrenzte Ressourcen- und Warenströme im 8. Jahrhundert hinweisen (s. u.).

Glashandel

Während sich der Nachweis einer lokalen Glasverarbeitung aus dem Fundspektrum von Groß Strömkendorf und Rostock-Dierkow eindeutig erschließen lässt, liefert das archäologische Material nur wenige Informationen zum frühmittelalterlichen Glashandel. Die zahlreichen Glasfunde, die nicht als lokale Produkte angesprochen werden können, belegen als importierte Fremdgüter zwar den Handel mit Glas als Massenprodukt, das in Ausgangsmaterialien (Rohglas, Tesserae, Bruchglas) und Importperlen sowie – überwiegend in Gräbern nachweisbar – Glasgefäße unterteilt werden kann, über Organisation und Handelsbeziehungen, aber auch über Handelsrouten lassen sich dagegen kaum mehr als erste Beobachtungen ableiten.

Neue Erkenntnisse ergeben sich allerdings aus naturwissenschaftlichen Untersuchungen, in deren Rahmen einerseits die Herkunftsgebiete der unterschiedlichen Glastypen lokalisiert werden können (s. o.)[170], anderseits lassen sich aus der räumlichen Verbreitung dieser Glastypen in Europa im besten Fall Handelsrouten und deren Etappen ableiten. Beispielhaft zeigt sich dies an Soda-Kalk-Gläser vom HIMT-2-Typ, die aus Groß Strömkendorf und Rostock-Dierkow in großer Zahl als Bruchglas vorliegen (s. o.). Die Verbreitung dieses Typs zeigt beim derzeitigen Kenntnisstand einen deutlichen Schwerpunkt in West- und Mitteleuropa, u. a. im Kölner Hafen[171], und zieht über das Rheinmündungsgebiet mit Dorestad[172] und die Friesischen Inseln[173] bis in den Nord- und Ostseeraum[174]. Entsprechend ist der Import der Glasfunde dieses Typs in den Ostseeraum über eine westeuropäische Route – Rhein, Dorestad, Friesische Inseln – wahrscheinlich, wobei für das 8. Jahrhundert vor allem Ribe und später im 9. Jahrhundert Haithabu Vermittlerrollen im Handel zukamen[175]. Inwieweit die nachweisbare Verteilung verschiedener Gefäßformen diese Annahme einer westeuropäischen Handelsroute stützt, muss aufgrund der unzureichenden Publikationslage derzeit offen bleiben; die Verbreitung von Trichtertummlern mit Wulst von Dorestad über die Friesischen Inseln bis in den Ostseeraum, u. a. nach Groß Strömkendorf, lässt eine entsprechende Route jedoch vermuten[176].

Über diese Westroute gelangten im 8. und 9. Jahrhundert neben Glasgefäßen und Glasperlen vor allem Bruchglas und Tesserae als Ausgangsmaterial der Glasverarbeitung in den Ostseeraum. Allerdings bleibt die Bedeutung der Handelsware – abgesehen von den massenhaft vorkommenden Perlen – derzeit unklar, da sowohl in Groß Strömkendorf als auch Rostock-Dierkow offensichtlich nur begrenzt Bruchglas und Tesserae für die Herstellung von Perlen verwendet wurden (s. o.). Als Ausgangsmaterial der Perlenherstellung dienten vorwiegend Barren aus blauem Rohglas, die aus beiden Emporien in sehr großer Zahl überliefert sind[177]. Auch aus Ribe, Åhus und Helgö sind Rohglasbarren aus blauem Glas zahlreich bekannt; die Gleichartigkeit aller Funde legen die Annahme nahe, dass die Barren aus allen Plätzen den gleichen Herstellungsort haben[178]. Darauf weisen auch chemische Analysen an Rohglasfragmenten aus Groß Strömkendorf und Rostock-Dierkow hin, die übereinstimmende Ergebnisse erbrachten[179]. Ein Herstellungsort konnte bislang nicht nachgewiesen werden; generell wird angenommen, dass das Rohglas in den Zentren der Hohlglasproduktion hergestellt wurde[180]. Rohglas ist u. a. aus dem Kölner Hafen bekannt, dort kommen aber vorwiegend grüne, vor allem blaugrün-transparente Farbtöne vor, während opak-blauer Glasbruch eher selten auftritt[181]. Ein Import von blauem transluzidem Rohglas aus Köln scheint daher unwahrscheinlich, zumal das Kölner Rohglas überwiegend dem HIMT-2-Glastyp entspricht[182], während analysiertes Rohglasmaterial aus Ribe eher römischen (Roman) und ägyptischen (Egypt) Glastypen zuzuordnen ist[183]. Allerdings blieben

bei der Analyse der zumeist kleinen Rohglassplitter aus Ribe gewisse Unklarheiten, vor allem ob es sich bei dem Glas um wirkliches Rohglas oder um Fragmente von Mosaiksteinen handelt[184]. Bemerkenswerterweise sind aus dem Nordseeraum, u. a. Dorestad und den Nordfriesischen Inseln[185], kaum vergleichbare Funde bekannt, sodass ein Handel mit Rohglas über die Westroute – Köln, Dorestad, Ribe – derzeit wohl ausgeschlossen werden kann. Die unterschiedlichen Glaszusammensetzungen der Rohglassplitter aus Ribe könnten dagegen auf die lokale Herstellung von Rohglas aus Tesserae unterschiedlicher Provenienzen – erkennbar in den unterschiedlichen Glastypen – in Ribe hinweisen, von dort aus wurde das Glas anschließend in den westlichen Ostseeraum vermittelt. Zwar bleibt der Nachweis der Herstellung von Rohglas in Ribe im 8. Jahrhundert noch offen, allerdings könnte neben den enormen Fundzahlen (4700 Rohglasfunde) auch das weitgehende Fehlen von vergleichbaren Rohglasfunden westlich von Ribe sprechen. Für das 9. Jahrhundert ist aus Haithabu, Paviken oder auch Kaupang Rohglas nur noch in geringer Zahl überliefert[186]. Scheinbar änderte sich in dieser Zeit die Produktionsweise der Glasverarbeitung, für Haithabu konnten zahlreiche Recyclingprozesse durch chemische Analysen nachgewiesen werden, die auf die Verarbeitung von Glasbruch zurückzuführen sind[187]. Mit dem zunehmenden Bedeutungsanstieg von Haithabu im 9. Jahrhundert dürfte das im 8. und frühen 9. Jahrhundert für den Ostseeraum charakteristische Rohglas durch die Verarbeitung von Glasbruch abgelöst worden sein. Auffällig ist, dass das Vorkommen von blauem Rohglas offenbar weitgehend auf den westlichen Ostseeraum beschränkt blieb. Aus dem östlichen Ostseegebiet ist Rohglas dagegen – soweit die Publikationslage einen Überblick zulässt – nur in Einzelfällen überliefert. Aus Menzlin und Truso sind nur ein bis zwei Rohglasfragmente bekannt[188], aus Bardy/Świelubie, Wolin, Ralswiek und Usedom fehlen Funde dieser Art vollständig[189]. Während für das Fehlen von Rohglas bei letzteren Fundplätzen die jüngere Zeitstellung ab dem 9. Jahrhundert verantwortlich sein dürfte (s. o.), dürften die im Vergleich zu den zeitgleichen Emporien aus dem westlichen Raum wenigen Funde aus Menzlin und Truso auf andere Ursachen zurückzuführen sein. Möglicherweise zeichnet sich mit dem Vorkommen im westlichen Ostseeraum ein Kommunikations- und Wirtschaftsraum ab, der den östlichen Ostseeraum nicht oder nur geringfügig erreichte.

Ein vergleichbares Verbreitungsbild zeigt sich auch im Vorkommen von Tesserae (**Abb. 18**). Mosaiksteinchen sind im Ostseeraum zwar häufiger überliefert[190], die Fundzahlen nehmen aber nach Osten hin stark ab[191]. Die zahlenmäßig größten Inventare stammen aus Ribe (4583 Tesserae) und Åhus (919 Exemplare)[192], darüber hinaus sind aus Haithabu (71 Exemplare)[193], Stånga auf Gotland (63 Exemplare)[194], Groß Strömkendorf (48 Exemplare), Kaupang (21 Exemplare)[195] und Rostock-Dierkow (19 Exemplare) zahlreiche Mosaiksteine bekannt. Dem stehen je eine Tessera aus Menzlin und aus Stolpe bei Usedom gegenüber (s. o.); von den Handelsplätzen in Polen – Szczecin, Wolin, Bardy/Świelubie und Janów Pomorski – sind gegenwärtig keine Funde bekannt[196]. Das Vorkommen der Tesserae scheint offenbar eng an die Verbreitung des Rohglases gekoppelt zu sein, vermutlich wurden beide Fundgruppen zusammen gehandelt. Der Schwerpunkt des Handels mit Tesserae liegt wohl im 8. und frühen 9. Jahrhundert, während die Fundzahlen aus Handelsplätzen des 9. Jahrhunderts (Haithabu, Kaupang) bereits zunehmend geringer ausfallen und auf mögliche Veränderungen im Glashandwerk hinweisen[197].

Als bedeutendstes Handelsobjekt aus Glas sind jedoch die Perlen anzusehen, die als Massenprodukt weiträumig im Ostseeraum gehandelt wurden[198]. Das breite Spektrum an importierten Perlen umfasst Erzeugnisse aus dem Westen, Byzanz oder dem Orient, mit denen sich vor allem überregionale Handelsverbindungen über west- und osteuropäische Transportrouten nachvollziehen lassen[199]. Allerdings schließt das Fundspektrum auch im Ostseeraum hergestellte Perlen ein, deren chronologische und räumliche Verbreitung Hinweise auf die Intensität von Warenströmen und Transportwegen liefern können, da diese Produkte im Gegensatz zum vielfach angenommenen Etappenhandel der westeuropäischen und orientalischen Importe im besten Fall auf direkte Interaktionen zwischen Handelsplätzen hinweisen.

So zeigt die Verbreitung von Wespenperlen eine ähnliche, vornehmlich auf den westlichen Ostseeraum konzentrierte Verteilung wie Rohglas und Tesserae[200]. Dieser wohl in Ribe hergestellte Perlentyp des 8. Jahrhunderts ist vornehmlich aus Groß Strömkendorf[201] und Rostock-Dierkow[202] überliefert, darüber hinaus aber auch aus dem Hinterland, u. a. dem früh- und mittelslawischen Burg-Siedlungskomplex von Friedrichsruhe bekannt[203]. Aus zeitgleichen Emporien des 8. und 9. Jahrhunderts östlich der Warnow – Menzlin, Wolin, Bardy/Świelubie und Truso – sind dagegen keine Funde dieses Typs bekannt[204]; aus der Tempelburg von Arkona ist eine Wespenperle überliefert[205].

Eine andere Verbreitung weisen dagegen Hohlperlen und segmentierte Reihenperlen auf. Beide Perlentypen finden sich im gesamten südlichen Ostseeraum in großer Zahl, u. a. in Rostock-Dierkow[206], Arkona[207], Bardy/Świelubie[208] und Truso[209]. Während segmentierte Reihenperlen ab dem späten 8. Jahrhundert im gesamten Ostseeraum verbreitet sind[210], kommen Hohlperlen dagegen – mit Ausnahme von Haithabu – in Skandinavien und Westeuropa eher selten vor[211]. Die wenigen Exemplare dieses Typs in Groß Strömkendorf und auch Ribe belegen das Aufkommen von Hohlperlen im 9. Jahrhundert[212]. Als ursprüngliche Herstellungsregionen werden sowohl Byzanz als auch der Orient vermutet[213], aufgrund der vornehmlichen Verbreitung der Hohlperlen in Mittel- und Südeuropa ist jedoch nach Peter Steppuhn eine ursprüngliche Herkunft aus dem mittleren Donauraum wahrscheinlicher[214]. Aufgrund der enormen Fundzahl an Hohlperlen und Halbfabrikaten geht Steppuhn zudem von einer lokalen Produktion in Haithabu ab dem 9. Jahrhundert aus[215]. Für die Reihenperlen wird dagegen eine Herkunft aus dem östlichen Mittelmeerraum oder dem Orient erwogen[216]. Der Import der Perlen erfolgte über die russischen und baltischen Flusssysteme in den gesamten Ostseeraum. Ausgehend von einer donauländischen Herkunft der Hohlperlen könnte der Import und Handel dieses Typs in den südlichen Ostseeraum dagegen wohl über Haithabu erfolgt sein, worauf insbesondere auch die mutmaßliche Herstellung der Hohlperlen in Haithabu hinweisen könnte.

Zwar lässt die derzeitige Datenlage keine differenzierte Beurteilung der Verteilungsmuster von einzelnen Fundgruppen im südlichen Ostseeraum zu, allerdings scheinen sich in den verschiedenen Verbreitungen der Importwaren unterschiedliche Interaktionsräume – d. h. direkte wirtschaftliche und wohl auch kulturelle Wechselbeziehungen – der Emporien im 8. und 9. Jahrhundert abzuzeichnen, die sowohl die Intensität der Handelskontakte als auch die Richtung der Warenströme beeinflussen konnten. Für das 8. Jahrhundert deutet sich ein mutmaßlicher Interaktions- und Wirtschaftsraum an, der durch die Verbreitung von vor allem westeuropäischem Importgut – Eifelbasalt[217], Keramik, Glasgefäße und -bruch, Tesserae, Rohglas – charakterisiert wird und sich von der Nordsee bis in das westliche Mecklenburg erstreckte. Eine zentrale Vermittlerrolle in den Ostseeraum dürfte Ribe gespielt haben, wobei eigene Produkte – vor allem Perlen und ggf. Rohglas – in den Markt eingebracht wurden. Dieser Wirtschaftsraum umfasste – wie die vergleichbaren Fundspektren beider Fundplätze belegen – auch die Emporien Groß Strömkendorf/Reric und Rostock-Dierkow. Die Regionen östlich der Warnow wurden dagegen nicht oder nur über Zwischenstationen erfasst; Eifelbasalt, Rohglas und Tesserae erreichten das östliche Arbeitsgebiet nur selten. Im späten 8. und 9. Jahrhundert zeigt sich mit der Zunahme des Imports von Perlen aus Glas und anderen Materialien aus dem Nahen Osten eine Verschiebung der vorherrschenden Warenströme[218]. Die Verbreitung von segmentierten Reihenperlen und anderen orientalischen Perlenformen weisen darauf hin[219], dass die östlichen Warenströme nunmehr den gesamten südlichen Ostseeraum erfassten. Bei der Vermittlung spielten die zunehmend an Bedeutung gewinnenden Handelsplätze Haithabu, Birka und Kaupang eine zentrale Rolle, worauf die teilweise hohen Fundzahlen von orientalischen Perlen an diesen Plätzen hinweisen. Darüber hinaus dürfte die mutmaßliche lokale Herstellung von Hohlglasperlen in Haithabu die zunehmende Vermittlerrolle Haithabus für den Handel im südlichen Ostseeraum ab dem 9. Jahrhundert belegen.

ZUSAMMENFASSUNG

Funde aus Glas sind aus früh- und hochmittelalterlichen Fundkomplexen im südlichen Ostseeraum vielfach bekannt. Eine Übersicht aktueller Glasfunde der letzten 25 Jahre belegt ein vielfältiges Glasspektrum: Glasperlen dominieren auf allen Fundplätzen (Siedlungen, Burgwälle, Gräberfelder), während Hohlglasscherben und Funde der Glasverarbeitung nahezu ausschließlich auf die frühmittelalterlichen Handelsplätze (u. a. Groß Strömkendorf, Rostock-Dierkow, Menzlin, Ralswiek, Wolin, Truso) und hochmittelalterlichen Burgstädte (u. a. Usedom, Stettin) beschränkt bleiben. Diese Plätze lassen sich anhand der Nachweise von Ausgangsmaterial, Produktionsresten sowie Fehl- und Fertigprodukten als Zentren der Glasverarbeitung charakterisieren, in denen zumeist Perlen und Fingerringe aus Glas hergestellt wurden. Für die Herstellung von Hohlgläsern gibt es dagegen keine Belege. Einzelne Hinweise auf Glasverarbeitung außerhalb dieser Plätze bleiben singulär (Kastorf, Friedrichsruhe), stehen aber mutmaßlich im Zusammenhang mit einer burggesessenen Elite. Auffallend ist zudem das Zunahme von Glasfingerringen in spätslawischer Zeit in Burgwällen, Handelssiedlungen und Gräbern.

Das vielfältigste Spektrum an frühmittelalterlichen Glasfunden aus dem südlichen Ostseeraum stammt aus den Emporien von Groß Strömkendorf und Rostock-Dierkow. Im Rahmen von Ausgrabungen und Oberflächenbegehungen konnten mindestens 3961 bzw. 1156 Einzelfunde aus Glas geborgen werden, darunter Perlen, Funde der Glasverarbeitung, Hohlglasscherben und andere Glasobjekte (u. a. ein Glasspielstein). Für beide Plätze konnte zudem die lokale Herstellung von blauen Ringperlen aus importiertem Glasmaterial – Bruchglas, Rohglas, Tesserae – belegt werden.

Naturwissenschaftliche Untersuchungen von insgesamt 18 Hohlglasscherben und dem Glasspielstein aus Groß Strömkendorf und Rostock-Dierkow erbrachten deutliche Unterschiede in der Glastypenverteilung auf beiden Fundplätzen. Während in Groß Strömkendorf nahezu ausschließlich Soda-Kalk-Gläser vom HIMT-2-Typ auftreten, eine Scherbe bestand aus Holzascheglas, belegen die chemischen Analysen der Scherben aus Rostock-Dierkow die Koexistenz der Glastypen Soda-Kalk-Glas, Sodaascheglas und Holzascheglas. Diese Unterschiede lassen sich durch die unterschiedlichen Nutzungszeiträume der Handelsplätze erklären, da Groß Strömkendorf bereits im frühen 9. Jahrhundert (um 808/811) aufgegeben wurde. Der Handelsplatz in Rostock-Dierkow wurde dagegen bis in das 10. Jahrhundert genutzt, sodass der höhere Anteil der im ausgehenden 8. Jahrhundert in karolingischen Werkstätten aufkommenden Holzaschegläser nicht weiter überrascht. Mischgläser aus Soda-Kalk-Glas und Holzascheglas wurden dagegen in der kleinen Probenauswahl nicht erfasst.

Ungeachtet der kleinen Probenmenge erlauben die naturwissenschaftlichen Untersuchungen erste Erkenntnisse zur Herkunft der Gläser. Die nachgewiesenen Soda-Kalk-Gläser vom HIMT-2-Typ entsprechen in ihrer chemischen Zusammensetzung römischen Glasrezepturen und sind vornehmlich in West- und Mitteleuropa, u. a. im Kölner Hafen[220], verbreitet. Entsprechend ist der Import der Glasfunde dieses Typs über eine westeuropäische Route – Rhein, Dorestad, Friesische Inseln – in den Ostseeraum wahrscheinlich, wobei für das 8. Jahrhundert Ribe und später im 9. Jahrhundert Haithabu Vermittlerrollen im Handel zukamen.

Glasperlen als bedeutendstes Handelsobjekt wurden nicht naturwissenschaftlich untersucht. Das breite Spektrum an Importperlen aus Groß Strömkendorf und Rostock-Dierkow umfasst allerdings Erzeugnisse aus dem Donauraum, Byzanz und dem Orient, mit denen sich überregionale Handelsverbindungen über west- und osteuropäische Transportrouten nachvollziehen lassen können[221]. Für eine Analyse von Warenströmen innerhalb des Ostseeraumes wurden dagegen im Ostseeraum hergestellte Perlentypen (z. B. Wespenperlen, Hohlglasperlen) herangezogen und mit orientalischen Perlenformen (segmentierte Reihenperlen) verglichen. Vor allem die auf den westlichen Ostseeraum begrenzte Verbreitung von Wespenperlen oder die auf den südlichen Ostseeraum beschränkte Verbreitung von Hohlglasperlen weisen auf unterschiedliche Waren-

ströme im 8. und 9. Jahrhundert hin. Dieser bis nach Rostock-Dierkow für das 8. Jahrhundert erkennbare Interaktionsraum zeichnet sich neben den Wespenperlen auch in der Verbreitung anderer Warengattungen wie Eifelbasalt oder Tesserae ab. Im späten 8. und 9. Jahrhundert kam es dagegen zu einer Verschiebung der vorherrschenden Warenströme. Die Verbreitung von segmentierten Reihenperlen und anderen orientalischen Perlenformen weisen darauf hin, dass die östlichen Warenströme nunmehr den gesamten südlichen Ostseeraum erfassten. Auch wenn diese vorläufigen Erkenntnisse durch weitere detaillierte Materialstudien von anderen Perlentypen und Importfunden im südlichen Ostseeraum verifiziert werden müssen, zeigt die Analyse bereits erste Tendenzen zu möglichen Interaktionen verschiedener Handelsplätze und damit auch zu verschiedenen Kommunikations- und Wirtschafträumen im frühmittelalterlichen Ostseeraum.
Die frühmittelalterlichen Emporien in Groß Strömkendorf und Rostock-Dierkow lassen sich in eine Reihe von Fundorten des 8.-9. Jahrhunderts im Ostseeraum einfügen, die für die Erforschung von Glashandel und -verarbeitung eine zentrale Rolle spielen. Die nächsten Parallelen sind Ribe und Åhus, darüber hinaus sind auch aus Helgö, Gamla Uppsala, Paviken auf Gotland und vermutlich Janów Pomorski zeitgleiche Glaswerkstätten bekannt; eine zusammenhängende Untersuchung der Glasfunde aus diesen Plätzen dürfte umfangreiche Erkenntnisse zur Organisation des Handels mit Glas im Frühmittelalter zulassen.

Anmerkungen

1) Jöns/Messal 2013.
2) Zusammenfassend Jöns/Segschneider 2014. – Kleingärtner 2014.
3) Zum Begriff »Fremdgut« vgl. Brather 1996.
4) Konze/Ruchhöft 2017, 99.
5) Biermann 2011, 129. – Paddenberg 2012, 79-80. – Pöche 2005, 115-116. – Wietrzichowski 1995, 19.
6) Groß Strömkendorf: Pöche 2005. – Ralswiek: Hermann 2005, 129-135. 222-223. – Bautsch 2006. – Wolin: Kokora 2016; 2019. – Olczak/Jasiewiczowa 1963. – Zum Siedlungsmaterial vgl. Stanisławski/Filipowiak 2013. – Truso: Auch/Bogucki/Trzeciecki 2012, 119-120. – Dekówna/Purowski 2012.
7) Steppuhn 1998. – Das Siedlungsmaterial wurde bislang nicht vorgelegt.
8) Menzlin: Schoknecht 1977. – Kleingärtner 2014. – Bardy: vgl. Beitrag Kowalska/Wajda in diesem Band.
9) Schoknecht 1977, 83-85. 103-104. 115-116 Fundliste 6; 132 Fundliste 45.
10) Schoknecht 1977, 45-46.
11) Kleingärtner 2014, 350-351. 368-375.
12) Kleingärtner 2014, 378-380.
13) Vgl. Pöche 2005, 47-49.
14) Kleingärtner 2014, 444, Taf. 7.36-38.
15) Hermann 2005, 61.
16) Hermann 2005, 219.
17) Hermann 2005, 129-135. 222-223. Die mineralogisch-technische Untersuchung erfolgte durch H.-J. Bautsch (2006).
18) Herrmann/Warnke 2008, 43. 171-211 Katalog.
19) Unpubliziert. Die Mehrheit der geborgenen Glasscherben stammt aus dem Oberboden und ist neuzeitlich-modern zu datieren.
20) Hermann 2005, 133.
21) Hermann 2005, 220-223.
22) Bautsch 2006, 100. – Hermann 2005, 223.
23) Vgl. Filipowiak 2002, 202.
24) Olczak 1959, 285-292. – Stanisławski 2003, 21. – Wehner 2007, 30.
25) Olczak/Jasiewiczowa 1963. – Stanisławski 2003, 21. – Kokora 2019a, 216.
26) Stanisławski/Filipowiak 2013, 179-180.
27) Stanisławski/Filipowiak 2013, 63. – Kokora 2019a; 2019b.
28) Kokora 2019a.
29) Kokora 2019a, 191.
30) Kokora 2019a, 191-192.
31) Stanisławski 2003, 21.
32) Olczak 1959, 292. – Kokora 2019a, 216-220.
33) Łosińksi 1966, 1975.
34) Jöns u. a. 2017. – Karle/Kowalska/Messal 2014. – Messal/Kowalska 2017.
35) Łosińksi 1975, 208; 210-213. 217.
36) Vgl. Beitrag Kowalska/Wajda in diesem Band.
37) Brather/Jagodziński 2007; 2012. – Jagodziński 2000; 2009; 2010. – Jagodziński/Kasprzycka 1990; 1991.
38) Jagodziński 2017, 40. 56-57. 69-70.
39) Jagodziński 2017, 230-238 Katalog.
40) Brather/Jagodziński 2012, 131-132. 179-181. 386. 412-413.
41) Auch/Bogucki/Trzeciecki 2012, 119-120. – Dekówna/Purowski 2012.
42) Jagodziński 2010, 161.

43) Freundlicher Hinweis A. B. Kowalska, Nationalmuseum Stettin.

44) Biermann 2011, 129. – Pöche 2005, 108-114.

45) Wietrzichowski 1995.

46) Wietrzichowski 1995, 6-13.

47) Wietrzichowski 1995, 20.

48) Hier genügt ein Blick in die jährlich im Jahrbuch für Bodendenkmalpflege Mecklenburg-Vorpommern publizierten »Kurzen Fundberichte«, in denen die Neufunde, darunter auch das Glasmaterial, des jeweiligen Jahres vorgelegt werden.

49) Ruchhöft 2016, 60. 61 Abb. 4. – Tummuscheit 2003, 570.

50) Biermann 2011, 129.

51) Biermann 2011, 134.

52) Forler/Biermann 2017, 186-187. – Forler/Schirren 2014. – Saalow 2005. – Saalow/Segschneider 2006.

53) Biermann 2011, 131. – Biermann/Forler 2017, 187.

54) Biermann 2011, 129.

55) Zusammenfassend Dworaczyk/Kowalska/Łosińksi 2002.

56) Dworaczyk/Kowalska/Łosińksi 2002, 209.

57) Cnotliwy/Leciejewicz/Łosińksi 1983, 99. 98 Abb. 84. – Dekówna 1980, 239. – Dworaczyk/Kowalska/Łosińksi 2002, 210.

58) Dworaczyk/Kowalska/Łosińksi 2002, 211.

59) Kowalska 2003, 320-321. 414 tab. 66.2; 2011, 331-334.

60) Kowalska 2003, 321. 414 tab. 66.1.

61) Kowalska 2011, 329. 399.

62) Messal 2010, 153; 2013, 235.

63) Messal 2013, 234.

64) Paddenberg 2012, 63. 73-77. 79-80.

65) Paddenberg 2012, 76-77.

66) Paddenberg 2012, 80.

67) Paddenberg 2012, 79.

68) Messal 2015, 155-157.

69) Bleile 2008, 101-102.

70) Konze/Ruchhöft 2017, 99.

71) Biermann 2006, 139-142.

72) KFB 2016, 278 (Röttinger).

73) Schneeweiß 2011, 82 Anm. 23.

74) Schmidt 1991, 42. – Wietrzichowski 1995, 5.

75) Wietrzichowski 1995, 14.

76) Vgl. Wietrzichowski 1995, 14.

77) Pollex 2010, 85 tab. 37. 109-110.

78) Schanz 2009, 230.

79) Biermann 2009, 253 Taf. 12.

80) Gabriel/Kempke 2011, 67 Grab 52.

81) Weitere Vergleichsfunde bei Schmidt 1992, 43-44.

82) Pollex 2010, 115-116.

83) Pollex 2005, 190. 191-192 tab. 1.

84) Pollex 2010, 111 tab. 50.

85) Dekówna/Purowski 2016, 153.

86) Malinowska-Łazarczyk 1982, 218.

87) Pollex 2010, 117.

88) Zusammenfassend Paddenberg 2002.

89) Paddenberg 2002, 287 mit weiterer Literatur.

90) Gerds 2015, 142-153. 175-177.

91) Pollex 2010, 116.

92) Pöche 2005.

93) Pöche 2005, 125.

94) Pöche 2005, 125.

95) Zu den Prospektionen vgl. Messal u. a. 2020. Eine vollständige Aufnahme der Glasfunde ist bislang nicht erfolgt und soll im Rahmen eines neuen Forschungsvorhabens durchgeführt werden.

96) Wollschläger 2016, 255.

97) Lindquist 1984.

98) Whittaker 2006, 105.

99) Solberg 2007, 267.

100) Zusammenfassend Hall 2016. – Whittaker 2006.

101) Hall 2021.

102) https://www.kulturwerte-mv.de/Landesarchaeologie/Fund-des-Monats/Bisherige-Beitr%C3%A4ge/2019-04-Amulett-oder-Recycling-keltisches-Glasarmringfragment/ (12.8.2019).

103) Vgl. Pöche 2005, 24-25.

104) Kleingärtner 2013, 320; 2014, 98. – Warnke 1992, 72-73.

105) Eine monographische Vorlage der Funde der Grabungen 1985-1991 sollte in der Dissertation von U. Oltmanns erfolgen, die Arbeit konnte jedoch aus Krankheitsgründen nicht abgeschlossen werden. Im Landesamt für Kultur und Denkmalpflege Mecklenburg-Vorpommern liegt ein weitgehend vollständiges Manuskript des Fundkataloges vor, das im Rahmen des Ostseehafen-Projektes zur Publikation vorbereitet werden soll.

106) Vgl. Kleingärtner 2013, 320; 2014, 98. – Warnke 1992, 72-73.

107) Steppuhn 1992/1993, 207-208; 1997.

108) Steppuhn 1992/1993, 208.

109) Warnke 1992, 73. – Wietrzichowski 1995, 16 Fundliste 4 Nr. 2.

110) Katalog Oltmanns. Für eine erste Ansprache der Hohlgläser danke ich M. Dodt (Köln, Bonn) recht herzlich.

111) Warnke 1992, 72-73. – Wietrzichowski 1995, 18 Fundliste 6 Nr. 1; 19 Fundliste 7 Nr. 1.

112) Vgl. Pöche 2005, 69-70.

113) Vgl. Pöche 2005, 70.

114) Brather/Jagodzinski 2012, 386. – Kleingärtner 2014, 350-351. 368-375. – Schoknecht 1977.

115) Zumindest sind derzeit keine Funde von Rohglas publiziert; vgl. Biermann 2011, 129-134. – Herrmann 2005, 219-223;

Łosińksi 1975. Die im Rahmen des Ostseehafen-Projektes durchgeführten Ausgrabungen in Ralswiek, Usedom und Bardy/Świelubie erbrachten ebenfalls keine Rohglasfunde.

116) Feveile 2013, 29.

117) Zusammenfassend Pöche 2005, 70-73.

118) Vgl. Pöche 2005, 72.

119) Brather/Jagodzinski 2012, 304-305; Pöche 2005, 72. – Vgl. auch Absatz Burgwälle und Siedlungen, hier S. 187.

120) Vgl. Pöche 2005, 121.

121) Darauf weisen auch erste chemische Analysen von drei Glasobjekten hin, die im Rahmen der Untersuchungen des Glasmaterials aus Groß Strömkendorf analysiert wurden. – Vgl. Pöche 2005, 79.

122) Vgl. Pöche 2005, 47-67. Eine detaillierte Auswertung des Perlenmaterials konnte noch nicht erfolgen. Die vorläufige Typenaufnahme nach Pöche fand im Rahmen der Inventarisierung des Fundmateriales statt.

123) Vgl. Pöche 2005, 54-56.

124) Vgl. Pöche 2005, 53-54.

125) Pöche 2005, 57.

126) Feveile/Jensen 2000, 22-23.

127) Vgl. Pöche 2005, 57-58.

128) Steppuhn 1998, 48-49. – Vgl. auch Beitrag Sode/Gratuze/Lankton in diesem Band.

129) Pöche 2005, 65.

130) Pöche 2005, 56-57.

131) Pöche 2005, 57.

132) Steppuhn 1998, 40.

133) Kleingärtner 2013, 444 Taf. 7, 6-8. – Messal 2015, 157. – Pöche 2005, 57. – Ruchhöft 2018, 131-132. – Wietrzichowski 1995.

134) Vgl. Pöche 2005, 52-53.

135) Vgl. Pöche 2005, 49-50.

136) Vgl. Pöche 2005, 51-52.

137) Vgl. Pöche 2005, 63.

138) Vgl. Pöche 2005, 50-51.

139) Gruppe B nach Callmer, Callmer 1977, 85-87.

140) Vgl. Pöche 2005, 58-59.

141) Vgl. Pöche 2005, 59-60.

142) Vgl. Pöche 2005, 61.

143) Vgl. Pöche 2005, 61-63.

144) Pöche 2005, 29. – Steppuhn 1998, 64.

145) Pöche 2005, 35-35. – Steppuhn 1998, 66.

146) Vgl. Pöche 2005, 121.

147) Für die Möglichkeit, mehrere Proben aus Groß Strömkendorf und Rostock-Dierkow analysieren zu lassen, danke ich herzlich M. Dodt (Köln, Bonn). Für die Analyse und Auswertung der Glasfunde möchte ich A. Kronz und K. Simon (beide Göttingen) herzlich danken.

148) Vgl. Beitrag Kronz in diesem Band.

149) Zur Untersuchungsmethode und Vorbereitung des Probenmaterials vgl. Beitrag Kronz in diesem Band. – Kronz u. a. 2015, 41-43.

150) Dodt/Kronz/Simon 2019, 382-386. – Zum HIMT-Typ vgl. Freestone u. a. 2018.

151) Vgl. auch die Beiträge Dodt und Majchczack/Kronz in diesem Band.

152) Zusammenfassend Kronz u. a. 2015, 43.

153) Messal 2019, 47.

154) Kronz u. a. 2015, 47. 52-53.

155) Stephan/Wedepohl/Hartmann 1997.

156) Wedepohl 1997.

157) Kronz u. a. 2015.

158) Wedepohl/Simon 2010.

159) Vgl. Wedepohl/Simon 2010, 93: »Standard deviations being generally large as in case of early wood ash glass indicate that the recipe was not yet standardized with respect to the proportions of the starting materials in the early period«.

160) Henderson u. a. 2004.

161) Brill 1999.

162) Dekówna 1990.

163) Kronz u. a. 2015.

164) Zusammenfassend Pöche 2005, 115.

165) Zusammenfassend Pöche 2005, 115. – Vgl. Gaut 2011. – Wietrzichowski 1995, 19.

166) Messal 2019, 58.

167) Zusammenfassend Pöche 2005, 116-118.

168) Vgl. Pöche 2005, 119. Aus dem sächsischen Gebiet sind bislang keine Herstellungsorte bekannt (Pöche 2005, 119), ein möglicher Einfluss aus diesem Raum ist daher derzeit nicht fassbar.

169) Vgl. Pöche 2005, 119.

170) Vgl. Kronz u. a. 2015.

171) Freundliche Mitteilung M. Dodt (Köln, Bonn).

172) Vgl. Beitrag Willemsen/Megens/Preiß in diesem Band.

173) Vgl. auch die Beiträge Segschneider und Majchczack/Kronz in diesem Band.

174) Vgl. Kronz u. a. 2015; vgl. auch den Beitrag Bandholtz Hansen u. a. in diesem Band.

175) Vgl. auch die Beiträge Dodt und Majchczack/Kronz in diesem Band.

176) Pöche 2005, 28-29. 29 Abb. 9.

177) Vgl. Pöche 2005, 69-70.

178) Pöche 2005, 70.

179) Heck 2005. – Pöche 2005, 79.

180) Feveile 2013, 29. – Pöche 2005, 70. 121. – Vgl. auch Beitrag Sode/Gratuze/Lankton in diesem Band.

181) Dodt/Kronz/Simon 2019, 387.

182) Dodt/Kronz/Simon 2019, 387-388.

183) Vgl. die Beiträge Sode/Gratuze/Lankton und Bandholtz Hansen u. a. in diesem Band. – Zur Unterteilung der Glastypen vgl. Dodt/Kronz/Simon 2019, 384.

184) Vgl. die Beiträge Sode/Gratuze/Lankton in diesem Band.

185) Freundlicher Hinweis M. Segschneider, Wilhelmshaven, und B. Majchczack, Kiel. – Für Dorestad vgl. Preiß 2010.

186) Gaut 2011, 237-238. – Pöche 2005, 70.

187) Kronz u. a. 2015, 55.

188) Menzlin: Kleingärtner 2014. – Schoknecht 1977. – Janów Pomorski/Truso: Auch/Bogucki/Trzeciecki 2012. – Dekówna/Purowski 2012. – Brather/Jagodziński 2007; 2012. – Jagodziński 2000; 2009; 2010; 2017. – Jagodziński/Kasprzycka 1990; 1991.

189) Ralswiek: Hermann 2005. – Usedom: Biermann 2011. – Forler/Biermann 2017. – Forler/Schirren 2014. – Saalow 2005. – Saalow/Segschneider 2006. – Bardy/Świelubie: Łosińksi 1966; 1975. – Wolin: Kokora 2019. – Olczak/Jasiewiczowa 1963. – Stanisławski 2003. – Stanisławski/Filipowiak 2013.

190) Henderson/Sode/Sablerolles 2019.

191) Pöche 2005, 70-73; 72 Abb. 33.

192) Henderson/Sode/Sablerolles 2019, 69-71. – Pöche 2005, 71-72. – Vgl. Beitrag Sode/Gratuze/Lankton in diesem Band.

193) Steppuhn 1998, 86-87.

194) Carlsson 1976, 86.

195) Gaut 2011, 236-237.

196) Vgl. Pöche 2005, 72 sowie die Literaturangaben im Kapitel Handelsplätze, hier S. 183.

197) Vgl. Pöche 2005, 73.

198) Callmer 1977. – Pöche 2005, 120-122. – Vgl. auch Beitrag Delvaux in diesem Band.

199) Pöche 2005, 121.

200) Vgl. Callmer 1977, 97.

201) Pöche 2005, 57.

202) Messal in Vorb.

203) Das Perlenmaterial aus Friedrichsruhe ist unpubliziert, zum Fundplatz vgl. Messal 2010.

204) Zumindest sind derzeit keine Wespenperlen aus diesen Emporien publiziert, vgl. Brather/Jagodziński 2012, 179-181. – Jagodziński 2010. – Kleingärtner 2014, 349-396. – Schoknecht 1977, 83-85. – Stanisławski/Filipowiak 2013.

205) Ruchhöft 2019, 133.

206) Messal in Vorb.

207) Ruchhöft 2018, 131-133.

208) Kowalska/Wajda in diesem Band.

209) Brather/Jagodzinski 2012, 180.

210) Pöche 2005, 55-56. – Ruchhöft 2018, 133. – Vgl. Beitrag Sode/Gratuze/Lankton in diesem Band.

211) Callmer 1977, 88. – Pöche 2005, 56-57. – Ruchhöft 2018, 131. – Steppuhn 1998, 39-40. – Westphalen 1999, 193 tab. 4 Typ 11.

212) Pöche 2005, 57.

213) Callmer 1977, 98. – Ruchhöft 2018, 132.

214) Steppuhn 1998, 40. – Verbreitungskarte bei Callmer 1991, 33 Abb. 4.

215) Steppuhn 1998, 40.

216) Pöche 2005, 56. – Ruchhöft 2018, 133. – Vgl. Beitrag Sode/Gratuze/Lankton in diesem Band. Allerdings wird auch eine Herstellung der segmentierten Reihenperlen in Wolin ab der 1. Hälfte des 10. Jhs. vermutet (Kokora 2019a, 216-217).

217) Zur Verbreitung von Eifelbasalt im südlichen Ostseeraum vgl. Messal in Vorb.

218) Vgl. Beitrag Sode/Gratuze/Lankton in diesem Band.

219) Vgl. Beitrag Sode/Gratuze/Lankton in diesem Band.

220) Dodt/Kronz/Simon 2019, 385.

221) Pöche 2005, 121.

Literatur

Auch/Bogucki/Trzeciecki 2012: M. Auch / M. Bogucki / M. Trzeciecki, Osadnictwo wczesnośredniowieczne na stanowisku Janów Pomorski 1. In: M. Bogucki / B. Jurkiewicz (Hrsg.), Janów Pomorski, Stan. 1. Wyniki ratowniczych badań archeologicznych w latach 2007-2008. 1.2. Od późnego okresu wędrówek ludów do nowożytności. Studia nad Truso 1 (Elbląg 2012) 23-232.

Bautsch 2006: H.-J. Bautsch, Mineralogisch-technische Untersuchungen an frühmittelalterlichen Perlen der Grabung Ralswiek. In: J. Herrmann, Ralswiek auf Rügen. Die slawisch-wikingischen Siedlungen und deren Hinterland 4 – Der Silberschatz vor 850. Naturwissenschaftliche Untersuchungen. Versuch einer Bilanz. Beitr. Ur- u. Frühgesch. Mecklenburg-Vorpommern 45 (Schwerin 2006) 100-102.

Biermann 2003: F. Biermann, Untersuchungen zum frühgeschichtlichen Wirtschafts- und Herrschaftszentrum Usedom 1. Die spätslawische Siedlung am Usedomer Mühlenberg. Jahrb. Bodendenkmalpfl. Mecklenburg 51, 2003, 117-175.

2006: F. Biermann, Sypniewo. Ein frühmittelalterlicher Burg-Siedlungskomplex in Nordmasowien 1. Befunde, Fund und kulturgeschichtliche Bewertung. Arch. Mazowsza i Podlasia. Stud. i Mat. 4 (Warszawa 2006).

2009: F. Biermann, Bootsgrab – Brandgrab – Kammergrab. Die slawischen Gräberfelder von Usedom im Kontext der früh- und hochmittelalterlichen Bestattungssitten in Mecklenburg und Pommern. Arch. u. Gesch. Ostseeraum 7 (Rahden/Westf. 2009).

2011: F. Biermann, Untersuchungen zum frühgeschichtlichen Wirtschafts- und Herrschaftszentrum Usedom 3. Lesefunde vom Burgwall Bauhof. In: F. Biermann (Hrsg.), Der Peeneraum zwischen Frühgeschichte und Mittelalter. Archäologische Beiträge

zur Siedlungs- und Wirtschaftsgeschichte des 8. bis 14. Jahrhunderts. Stud. Arch. Europa 16 (Bonn 2011) 71-168.

Biermann/Forler 2017: F. Biermann / D. Forler, Die Burgstadt Usedom zu Zeiten Ottos von Bamberg – neue archäologische Untersuchungen. In: F. Biermann / F. Ruchhöft (Hrsg.), Bischof Otto von Bamberg in Pommern. Stud. Arch. Europa 30 (Bonn 2017) 171-193.

Bleile 2008: R. Bleile, Quetzin – Eine spätslawische Burg auf der Kohlinsel im Plauer See. Befunde und Funde zur Problematik slawischer Inselnutzungen in Mecklenburg-Vorpommern. Beitr. Ur- u. Frühgesch. Mecklenburg-Vorpommern 48 (Schwerin 2008).

Blum 2011: O. Blum, Die spätslawische Siedlung von Anklam, Fpl. 197, Lkr. Ostvorpommern. In: F. Biermann (Hrsg.), Der Peeneraum zwischen Frühgeschichte und Mittelalter. Archäologische Beiträge zur Siedlungs- und Wirtschaftsgeschichte des 8. bis 14. Jahrhunderts. Stud. Arch. Europa 16 (Bonn 2011) 249-307.

Brather 1996: S. Brather, Merowinger- und karolingerzeitliches »Fremdgut« bei den Nordwestslawen. Gebrauchsgut und Elitenkultur im südwestlichen Ostseeraum. Prähist. Zeitschr. 71, 1996, 46-84.

Brather/Jagodziński 2007: S. Brather/ M. F. Jagodziński, Im Land der Esten: Wulfstans Truso. Arch. Deutschland 2007/5, 30-33.

2012: S. Brather / M. F. Jagodziński, Der wikingerzeitliche Seehandelsplatz von Janów (Truso): geophysikalische, archäopedologische und archäologische Untersuchungen 2004-2008. Zeitschr. Arch. Mittelalter Beih. 24 (Bonn 2012).

Brill 1999: R. H. Brill, Chemical analyses of early glass. The Corning Museum of Glass, Corning NY. 1, catalogue 2, tables (New York 1999).

Callmer 1977: J. Callmer, Trade beads and beads trade in Scandinavia ca. 800-1000 AD. Acta Arch. Lundensia 11 (Bonn 1977).

1991: J. Callmer, Beads as a criterion of shifting trade and exchange connections. Stud. Sachsenforschung 7, 1991, 25-38.

Carlsson 1976: D. Carlsson, Ett vendel-vikingatida verkstadshus på Gotland. Fornvännen 71, 1976, 82-88.

Cnotliwy/Leciejewicz/Łosińksi 1983: E. Cnotliwy / L. Leciejewicz / W. Łosińksi, Szczecin we wczesnym średniowieczu wzgórze zamkowe (Wrocław, Warszawa, Kraków u. a. 1983).

Dekówna 1980: M. Dekówna, Szkło w Europie wczesnośredniowiecznej (Wrocław, Warszawa, Kraków u. a. 1980).

1990: M. Dekówna, Untersuchungen an Glasfunden aus Haithabu. Ber. Ausgr. Haithabu 27 (Neumünster 1990) 9-63.

Dekówna/Purowski 2012: M. Dekówna / T. Purowski, Znaleziska związane ze szklarstwem oraz okazy z kwarcu ze stanowiska Janów Pomorski 1. In: M. Bogucki / B. Jurkiewicz (Hrsg.), Janów Pomorski, Stan. 1. Wyniki ratowniczych badań archeologicznych w latach 2007-2008. 1.3. Analizy. Stud. nad Truso 1 (Elbląg 2012) 65-260.

2016: M. Dekówna / T. Purowski, Glass beads. In: A. Buko (Hrsg.), Bodzia. A late Viking-Age elite cemetery from Central Poland. East Central and Eastern Europe in the Middle Ages 27 (Leiden 2015) 222-261.

Dodt/Kronz/Simon 2019: M. Dodt / A. Kronz / K. Simon, Glaswerkstätten am frühmittelalterlichen Hafen Kölns. In: M. Mirschenz / R. Gerlach / J. Bemmann (Hrsg.), Der Rhein als europäische Verkehrsachse 3. Bonner Beitr. Vor- u. Frühgesch. Arch. 22 (Bonn 2019) 363-461.

Dworaczyk/Kowalska/Łosińksi 2002: M. Dworaczyk / A. B. Kowalska / W. Łosiński, Die Frühstadt Szczecin. In: E. Gringmuth-Dallmer / L. Leciejewicz (Hrsg.), Forschungen zu Mensch und Umwelt im Odergebiet in ur- und frühgeschichtlicher Zeit. Röm.-Germ. Forsch. 60 (Mainz 2002) 207-217.

Feveile 2013: C. Feveile, Ribe zur Wikingerzeit. Handel, Macht und Glauben (Ribe 2013).

Feveile/Jensen 2000: C. Feveile / S. Jensen, Ribe in the 8th and 9th century. A contribution to the archaeological chronology on North Western Europe. Acta Arch. (København) 71, 2000, 9-24.

Filipowiak 2002: W. Filipowiak, Das frühstädtische Zentrum Wolin und sein Hinterland. In: E. Gringmuth-Dallmer / L. Leciejewicz (Hrsg.), Forschungen zu Mensch und Umwelt im Odergebiet in ur- und frühgeschichtlicher Zeit. Röm.-Germ. Forsch. 60 (Mainz 2002) 201-207.

Forler/Schirren 2014: D. Forler / M. Schirren, Kurze Fundberichte 2014: Usedom, Lkr. Vorpommern-Greifswald, Fpl. 2. Jahrb. Bodendenkmalpfl. Mecklenburg 62, 2014, 327-329.

Freestone u. a. 2018: I. C. Freestone / P. Degryse / J. Lankton / B. Gratuze / J. Schneider, HIMT, glass composition and commodity branding in the primary glass industry. In: D. Rosenow / M. Phelps / A. Meek / I. C. Freestone (Hrsg.), Things that traveled: Mediterranean glass in the first millennium AD (London 2018) 159-190.

Gabriel/Kempke 2011: I. Gabriel / T. Kempke, Starigard/Oldenburg. Hauptburg der Slawen in Wagrien 6. Die Grabfunde. Einführung und archäologisches Material. Offa-Bücher 85 (Neumünster 2011).

Gaut 2011: B. Gaut, Vessel glass and evidence of glassworking. In: D. Skre (Hrsg.), Things from the town. Artefacts and inhabitants in Viking-age Kaupang. Kaupang Excavation Project Publ. Ser. 3 = Norske Oldfunn 24 (Aarhus 2011) 169-279.

Gerds 2015: M. Gerds, Das Gräberfeld des frühmittelalterlichen Seehandelsplatzes von Groß Strömkendorf, Lkr. Nordwestmecklenburg. Frühmittelalterl. Arch. zwischen Ostsee und Mittelmeer 6 = Forsch. Groß Strömkendorf 5 (Wiesbaden 2015).

Großnick 2019: H. Großnick, Wittow und Jasmund – zwei slawische Siedlungskammern auf der Insel Rügen, Landkreis Vorpommern-Rügen. Arch. Ber. Mecklenburg-Vorpommern 26, 2019, 103-125.

Hall 2016: M. A. Hall, Board games in boat burials in the performance of Migration and Viking Age mortuary practice. European Journal Arch. 19/3, 2016, 439-455.

2021: M. A. Hall, Trading Games? Playing with/without the Vikings in Dorestad. In: A. Willemsen / H. Kik (Hrsg.), Dorestad and its Networks: Communities, Contact and Conflict in Early Medieval Europe. Papers Arch. Leiden Mus. Ant. 25 (Leiden 2021) 35-48.

Heck 2005: M. Heck, Analysenbericht zu chemisch-analytischen Untersuchungen an frühmittelalterlichen Glasfunden aus Groß Strömkendorf. In: Pöche 2005, 203-215.

Henderson u. a. 2004: J. Henderson / S. D. McLoughlin / D. S. 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.

Henderson/Sode/Sablerolles 2019: J. Henderson / T. Sode / Y. Sablerolles, Early medieval tesserae from Scandinavia and the Netherlands: a case for recycling. In: L. Van Wersch / L. Verslype / D. Strivay / F. Theuws (Hrsg.), Early medieval tesserae in Northwestern Europe. Merovingian Arch. Low Countries 6 (Bonn 2019) 68-95.

Herrmann 2005: J. Herrmann, Ralswiek auf Rügen. Die slawisch-wikingischen Siedlungen und deren Hinterland 3 – Die Funde aus der Hauptsiedlung. Beitr. Ur- u. Frühgesch. Mecklenburg-Vorpommern 37 (Lübstorf 2005).

Herrmann/Warnke 2008: J. Herrmann / D. Warnke, Ralswiek auf Rügen. Die slawisch-wikingischen Siedlungen und deren Hinterland 5 – Das Hügelgräberfeld in den »Schwarzen Bergen« bei Ralswiek. Beitr. Ur- u. Frühgesch. Mecklenburg-Vorpommern 46 (Lübstorf 2008).

Jagodziński 2000: M. F. Jagodziński, Port w Truso. In: W. Długokęcki (Hrsg.), Morskie tradycje Elbląga. Przeszłość, teraźniejszość, przyszłość (Elbląg 1996) 7-17.

2009: M. F. Jagodziński, The settlement of Truso. In: J. Bill / B. L. Clausen (Hrsg.), Maritime Topography and the Medieval Town. Stud. Arch. and Hist. 4 (Copenhagen 1999) 182-197.

2010: M. F. Jagodziński, Truso między Weonolandem a Witlandem (Elbląg 2010).

2015: M. F. Jagodzinski, Truso – legenda Bałtyku (Elbląg 2015).

2017: M. F. Jagodzinski, Janow Pomorski / Truso – 34 years of research and study of the Early Medieval emporium. In: M. Bogucki / M. F. Jagodziński (Hrsg.), Between Jutland and Sambia. Truso in the context of research in the south-west zone of the Baltic Sea basin in the Viking age. Stud. nad Truso 3.2 (Elbląg 2017) 9-46.

Jagodziński/Kasprzycka 1990: M. Jagodziński / M. Kasprzycka, Zarys problematyki badawczej wczesnośredniowiecznej osady rzemieślniczo-handlowej w Janówie Pomoskiem (Gmina Elbląg). Pomerania Antiqua 14, 1990, 9-49.

1991: M. Jagodziński / M. Kasprzycka, The early medieval craft and commercial centre at Janów Pomorski near Elbląg on the south Baltic coast. Antiquity 65, 1991, 696-715.

Jöns/Messal 2013: H. Jöns, S. Messal, Neue Forschungen zur Struktur mittelalterlicher Hafenanlagen an der südlichen Ostseeküste. In: M. Bogucki / M. Rębkowski (Hrsg.), Economies, Monetisation and Society in West Slavic Lands 800-1200 AD. Wolińskie Spotkania Mediewistyczne 2 (Szczecin 2013) 25-43.

Jöns/Segschneider 2014: H. Jöns / M. Segschneider, Zur Rolle und Struktur Hamburgs als frühmittelalterlicher Handelsplatz – aktuelle Forschungen an Emporien und Handelsplätzen des Nord- und Ostseeraums im Vergleich. In: R.-M. Weiss / A. Klammt (Hrsg.), Mythos Hammaburg. Archäologische Entdeckungen zu den Anfängen Hamburgs. Veröff. Helms-Mus., Arch. Mus. Hamburg, Stadtmus. Harburg 107 (Hamburg 2014) 17-39.

Jöns u. a. 2017: H. Jöns / M. Karle / A. B. Kowalska / S. Messal, Recent research on early medieval trading centres in the western Baltic Region. The case studies of Groß Strömkendorf, Rostock-Dierkow, Ralswiek and Bardy. In: M. Bogucki / M. F. Jagodziński (Hrsg.), Between Jutland and Sambia. Truso in the context or research on the south-western zone of the Baltic Sea basin in the Viking Age. Stud. nad Truso 3.2 (Elbląg 2017) 249-284.

Karle/Kowalska/Messal 2014: M. Karle / A. B. Kowalska / S. Messal, Badania nieinwazyjne przeprowadzone w 2014 roku w pobliżu grodów w Bardach i Świelubiu, pow. Kołobrzeski. Materiały Zachodniopomorskie, N. S. 9, 2014, 169-173.

KFB 1995-2017: Kurze Fundberichte. Jahrb. Bodendenkmalpfl. Mecklenburg 43-65, 1995-2017.

Kleingärtner 2013: S. Kleingärtner, Der Seehandelsplatz von Rostock-Dierkow. In: S. Kleingärtner / U. Müller / J. Scheschkewitz (Hrsg.), Kulturwandel im Spannungsfeld von Tradition und Innovation. Festschrift für Michael Müller-Wille (Neumünster 2013) 89-105.

2014: S. Kleingärtner, Die frühe Phase der Urbanisierung an der südlichen Ostseeküste im ersten nachchristlichen Jahrhundert. Stud. Siedlungsgesch. u. Arch. Ostseegebiete 13 (Neumünster 2014).

Kokora 2016 K. Kokora, Paciorek ze szkła ołowiowo-krzemowego znaleziony w Wolinie. Arch. Polski 61, 2016, 171-190.

2019a: K. Kokora, Glass artefacts. In: M. Rębkowski (Hrsg.), Wolin – the old town 2. Studies on finds (Szczecin 2019) 191-220.

2019b: K. Kokora, Glass production in early medieval Volin after Jerzy Olczak and Elżbieta Jasiewiczowa – 55 years later. New findings regarding glass objects form site 1 in Wolin. Arch. Polski 64, 2019, 283-338.

Konze/Ruchhöft 2017: M. Konze / F. Ruchhöft, Funde aus der Burg Schwerin – Masse und Klasse. In: F. Ruchhöft, Zvarin – Schwerin. Von der Inselburg zur Residenz (Schwerin 2017).

Kowalska 2003: A. B. Kowalska, Wyroby ze szkła. In: M. Dworaczyk / A. B. Kowalska / M. Rulewicz, Szczecin we czesnym średniowieczu. Wschodnia część suburbium. Polskie Badania Arch. 22 (Szczecin 2003) 320-322.

2011: A. B. Kowalska, Życie codzienne mieszkańców wczesnośredniowiecznego Szczecina w świetle źródeł archeologicznych. In: A. B. Kowalska, Szczecin wczesnośredniowieczny. Nadodrzańskie centrum. Origines Polonorum 5 (Warszawa 2011) 217-342.

Kowalska/Messal 2017: A. B. Kowalska / S. Messal, Die archäologischen Arbeiten in Świelubie. Mat. Zachodniopomorskie, N. S. 12, 2017, 243-252.

Kronz u. a. 2015: A. Kronz / V. Hilberg / K. Simon / K. H. Wedepohl, Glas aus Haithabu. Zeitschr. Arch. Mittelalter 43, 2015, 39-58.

Lindquist 1984: M. Lindquist, Spielsteine, Würfel und Spielbretter. In: G. Arwidsson (Hrsg.), Birka 2.1. Systematische Analysen der Gräberfunde (Stockholm 1984) 215-218.

Łosińksi 1975: W. Łosińksi, Bardy-Świelubie, Ein Siedlungskomplex im unteren Parsęta-Flussgebiet. Arch. Polona 16, 1975, 199-219.

Maier 2005a: U. M. Meier, Wohlstand durch gute Böden – Die reichen Bauern von Kowalz. In: H. Jöns / F. Lüth / T. Terberger (Hrsg.), Die Autobahn A20 – Norddeutschlands längste Ausgrabung. Archäologische Forschungen auf der Trasse zwischen Lübeck und Stettin. Arch. Mecklenburg-Vorpommern 4 (Schwerin 2005) 161-162.

Maier 2005b: U. M. Meier, Silberlinge und Importgüter – Handel und Austausch im Binnenland am Beispiel der Siedlung von Alt Stassow, Lkr Bad. Doberan. In: H. Jöns / F. Lüth / T. Terberger (Hrsg.), Die Autobahn A20 – Norddeutschlands längste Ausgrabung. Archäologische Forschungen auf der Trasse zwischen Lübeck und Stettin. Arch. Mecklenburg-Vorpommern 4 (Schwerin 2005) 177-180.

Malinowska-Łazarczyk 1982: H. Malinowska-Łazarczyk, Cmentarzysko sredniowieczne w Cedyni (Szczecin 1982).

Messal 2010: S. Messal, Der slawische Burg-Siedlungskomplex von Friedrichsruhe, Lkr. Parchim – Vorbericht zum Stand der Auswertung. Jahrb. Bodendenkmalpfl. Mecklenburg 58, 2010, 139-162.

2013: S. Messal, Friedrichsruhe. Eine slawische Burg im südwestlichen Mecklenburg. Besiedlungsgeschichte – Befestigungsbau – Herrschaftsbildung. In: H.-J. Beug / F. Lüth / F. Schopper / K.-H. Willroth / S. Messal / J. Schneeweiß (Hrsg.), Slawen an der unteren Mittelelbe. Untersuchungen zur ländlichen Besiedlung, zum Burgenbau, zu Besiedlungsstrukturen und zum Landschaftswandel. Beiträge zum Kolloquium vom 7.-9. April 2010 in Frankfurt a. M. Frühmittelalterl. Arch. zwischen Ostsee u. Mittelmeer 4 (Wiesbaden 2013) 91-102.

2015: S. Messal, Glienke. Eine slawische Burg des 9. und 10. Jahrhunderts im östlichen Mecklenburg. Frühmittelalterl. Arch. zwischen Ostsee u. Mittelmeer 5 (Wiesbaden 2015).

2019: S. Messal, Auf der Suche nach dem ältesten Hafen Rostocks. Archäologische Untersuchungen auf dem frühmittelalterlichen Seehandelsplatz am Primelberg in Rostock-Dierkow (Wilhelmshaven 2019).

Messal u. a. 2020: S. Messal / M. Karle / A. B. Kowalska / F. Lüth, Frühmittelalterliche Häfen zwischen Wismar Bucht und Danziger Bucht – Abschlussbericht des Forschungsvorhabens. Siedlungs- und Küstenforsch. im südlichen Nordseegebiet 43, 2020, 217-256.

in Vorb.: S. Messal / U. Balscheit / M. Renkewitz / C. Schmoldt, Austausch, Kontakt und Mobilität. Ehrenamtliche Detektorsammlung in Groß Strömkendorf. In: H. Jöns (Hrsg.), Forschungen zu Groß Strömkendorf 6. Frühmittelalterl. Arch. zwischen Ostsee u. Mittelmeer 7 (in Vorb.).

Olczak 1959: J. Olczak, Wyniki analiz spektrograficznych niektórych wczesnośredniowiecznych zabytków szklanych z terenów Pomorza Zachodniego. Mat. Zachodniopomorskie 5, 1959, 277-294.

Olczak / Jasiewiczowa 1963: J. Olczak / E. Jasiewiczowa, Szklarstwo wczesnośredniowiecznego Wolina (Szczecin 1963).

Paddenberg 2012: D. Paddenberg, Die Funde der jungslawischen Feuchtbodensiedlung von Parchim-Löddigsee, Kr. Parchim, Mecklenburg-Vorpommern. Frühmittelalterl. Arch. zwischen Ostsee u. Mittelmeer 3 (Wiesbaden 2012).

2000: D. Paddenberg, Studien zu frühslawischen Bestattungssitten in Nordostdeutschland. Offa 57, 2000, 231-345.

Pöche 2005: A. Pöche, Perlen, Trichtergläser, Tesserae. Spuren des Glashandels und Glashandwerks auf dem frühgeschichtlichen Handelsplatz von Groß Strömkendorf, Landkreis Nordwestmecklenburg. Forschungen zu Groß Strömkendorf 3 = Beitr. Ur- u. Frühgesch. Mecklenburg-Vorpommern 44 (Lübstorf 2005).

Pollex 2005: A. Pollex, Das spätslawische Gräberfeld von Penkun, Fundplatz 28, Lkr Uecker-Randow. Jahrb. Bodendenkmalpfl. Mecklenburg 53, 2005, 183-239.

2010: A. Pollex, Glaubensvorstellungen im Wandel. Eine archäologische Analyse der Körpergräber des 10. bis 13. Jahrhunderts im nordwestslawischen Raum. Berliner Arch. Forsch. 6 (Berlin 2010).

Rauchfuss 2020: B. Rauchfuss, Keltisches Glas an der Ostsee – Amulett oder Recycling? Arch. Deutschland 2020/1, 56-57.

Röttinger 2016: D. Röttinger, Kurze Fundberichte 2016: Usedom, Lkr. Vorpommern-Greifswald, Fpl. 4. Jahrb. Bodendenkmalpfl. Mecklenburg 64, 2016, 278.

Ruchhöft 2016: F. Ruchhöft, Die Burg am Kap Arkona. Glaube, Macht und Mythos. Arch. Mecklenburg-Vorpommern 7 (Putgarten 2016).

2018: F. Ruchhöft, Arkona. Glaube, Macht und Krieg im Ostseeraum (Schwerin 2018).

Saalow 2007: L. Saalow, Geschichte unter dem Kindergarten. Arch. Deutschland 2007/3, 49.

Saalow / Segschneider 2006: L. Saalow / M. Segschneider, Investorenbericht Usedom, Lkr. Ostvorpommern, Fpl. 2. Untersuchungen auf dem Burgwall »Bauhof« (unpublizierter Ber. Landesamt f. Kultur u. Denkmalpfl. Mecklenburg-Vorpommern 2006).

Schanz 2009: E. Schanz, Das jungslawische Körpergräberfeld bei Basedow, Lkr. Demmin, mit einer bemerkenswert beschlagenen Messerscheide. Jahrb. Bodendenkmalpfl. Mecklenburg 57, 2009, 207-263.

Schmidt 1991: V. Schmidt, Vorbericht zum Forschungsprojekt Kastorfer See. Mitt. Ur- u. Frühgesch. Ostmecklenburg u. Vorpommern 38, 1991, 42-45.

1992: V. Schmidt, Lieps. Die slawischen Gräberfelder und Kultbauten am Südende des Tollensesees. Beitr. Ur- u. Frühgesch. Mecklenburg-Vorpommern 26 (Lübstorf 1992).

Schneeweiß 2011: J. Schneeweiß, Sachsen, Franken, Slawen – zur Geschichte einer Grenzregion an der Elbe. Ein Vorbericht zu den Ausgrabungen des Göttinger Seminars für Ur- und Frühgeschichte am Höbeck. In: K.-H. Willroth / J. Schneeweiß (Hrsg.), Slawen an der Elbe. Göttinger Forsch. Ur- u. Frühgesch. 1 (Göttingen 2011) 57-102.

Schoknecht 1977: U. Schoknecht, Menzlin. Ein frühgeschichtlicher Handelsplatz an der Peene. Beitr. Ur- u. Frühgesch. Bezirke Rostock, Schwerin u. Neubrandenburg 10 (Berlin 1977).

2007: U. Schoknecht, Die Kleinfunde aus der jungslawischen Siedlung bei Relzow, Lkr. Ostvorpommern. Arch. Ber. Mecklenburg-Vorpommern 14, 2007, 22-43.

Solberg 2007: B. Solberg, Pastimes or serious business? Norwegian graves with gaming objects c. 200-1000 AD. In: B. Hårdh / K. Jennbert / D. Olausson (Hrsg.), On the Road: Studies in Honour of Lars Larsson. Acta Arch. Lundensia 26 (Lund 2007) 265-269.

Stanisławski 2003: B. Stanisławski, The glass beads from Viking age Wolin. Viking Heritage Magazin 3, 2003, 21.

Stanisławski / Filipowiak 2013: B. Stanisławski / W. Filipowiak, Wolin wczesnośredniowieczny część 1 (Warszawa 2013).

Stephan / Wedepohl / Hartmann 1997: H.-G. Stephan / K. H. Wedepohl / G. Hartmann, Mittelalterliches Glas aus dem Reichskloster und der Stadwüstung Corvey. Mit einem Nachtrag zu den Analysenergebnissen von Gläsern aus dem Kloster Brunshausen. Germania 75, 1997, 673-715.

Steppuhn 1992/1993: P. Steppuhn, Der Hort eines Edelmetallschmiedes aus der frühslawischen Siedlung Rostock-Dierkow. Die Kette mit Bleiglasperlen. Offa 49/50, 1992/1993, 207-213.

1997: P. Steppuhn, Bleiglasperlen des frühen und hohen Mittelalters in Nordeuropa. In: U. von Freeden / A. Wieczorek (Hrsg.), Perlen. Archäologie, Techniken, Analysen. Akten des Internationalen Perlensymposiums in Mannheim vom 11. bis 14. November 1994. Koll. Vor- u. Frühgesch. 1 (Bonn 1997) 203-209.

1998: P. Steppuhn, Die Glasfunde von Haithabu. Ber. Ausgr. Haithabu 32 (Neumünster 1998).

Tummuscheit 2003: A. Tummuscheit, Kurze Fundberichte 2013: Putgarten, Lkr. Rügen, Fpl. 1. Jahrb. Bodendenkmalpfl. Mecklenburg 51, 2003, 570.

Ulrich 2004: J. Ulrich, Der Burgwall von Klempenow, Lkr. Demmin. Arch. Ber. Mecklenburg-Vorpommern 11, 2004, 28-38.

Warnke 1992: D. Warnke, Rostock-Dierkow – Ein Wirtschaftszentrum des 8./9. Jahrhunderts an der Unterwarnow. Zeitschr. Arch. Mittelalter 20, 1992, 63-80.

Wedepohl 1997: K. H. Wedepohl, Chemical composition of medieval glass from excavations in West Germany. Glastechnische Ber. / Glass Scien. and Technology 70, 1997, 246-255.

Wedepohl/Simon 2010: K. H. Wedepohl / K. Simon, The chemical composition of medieval wood ash glass from Central Europe. Chemie der Erde/Geochemistry 70, 2010, 89-97.

Wehner 2007: D. Wehner, Der frühgeschichtliche Seehandelsplatz von Wolin und sein Umland. Eine Studie zu Zentrum und Peripherie. Stud. Siedlungsgesch. u. Arch. Ostseegebiete 8 (Neumünster 2007).

Westphalen 1999: P. Westphalen, Die Kleinfunde aus der frühgeschichtlichen Wurt Elisenhof. Stud. Küstenarch. Schleswig-Holstein, Ser. A, Elisenhof 7 = Offa-Bücher 80 (Neumünster 1999).

Whittaker 2006: H. Whittaker, Game-boards and gaming pieces in the Northern European Iron Age. Nordlit 20, 2006, 103-112.

Wietrzichowski 1995: F. Wietrzichowski, Glasfunde aus slawischen Fundzusammenhängen in Mecklenburg-Vorpommern – eine Übersicht. Wismarer Stud. Arch. u. Gesch. 5, 1995, 5-34.

Willemsen 2009: A. Willemsen, Dorestad – Een wereldstad in de middeleeuwen (Zutphen 2009).

Wollschläger 2016: B. Wollschläger, Kurze Fundberichte 2016: Groß Strömkendorf, Lkr. Nordwestmecklenburg, Fpl. 3. Jahrb. Bodendenkmalpfl. Mecklenburg 64, 2016, 252-255.

Zusammenfassung

Funde aus Glas sind aus früh- und hochmittelalterlichen Fundkomplexen im südlichen Ostseeraum vielfach bekannt. Glasperlen dominieren auf allen Fundplätzen, während Hohlglasscherben und Funde der Glasverarbeitung nahezu ausschließlich auf die frühmittelalterlichen Handelsplätze und hochmittelalterlichen Burgstädte beschränkt bleiben. Diese Plätze lassen sich anhand der Nachweise von Ausgangsmaterial, Produktionsresten sowie Fehl- und Fertigprodukten als Zentren der Glasverarbeitung charakterisieren. Das vielfältigste Spektrum an frühmittelalterlichen Glasfunden aus dem südlichen Ostseeraum stammt aus den frühmittelalterlichen Emporien von Groß Strömkendorf und Rostock-Dierkow, die sich in eine Reihe von Fundorten des 8.-9. Jahrhunderts im Ostseeraum einfügen lassen, die für die Erforschung von Glashandel und -verarbeitung eine zentrale Rolle spielen. Von beiden Plätzen konnten insgesamt 18 Hohlglasscherben und ein Spielstein aus Glas naturwissenschaftlich untersucht werden, die den Import dieser Glasfunde über eine westeuropäische Route – Rhein, Dorestad, Friesische Inseln – in den Ostseeraum belegen, wobei für das 8. Jahrhundert Ribe und später im 9. Jahrhundert Haithabu Vermittlerrollen im Handel zukamen.

Summary

Glass finds are widely known from early and high medieval archaeological sites in the southern Baltic Sea region. Glass beads dominate at all sites, while vessel shards and production residues are almost exclusively limited to the early medieval emporia and high medieval castles. These sites can be characterized as centres of glass production on the basis of the evidence of raw materials, production residues as well as finished products. The most fascinating spectrum of early medieval glass finds from the southern Baltic Sea region are found in the early medieval emporia of Groß Strömkendorf and Rostock-Dierkow, which belong to a number of trading sites from the 8th-9th centuries in the Baltic Sea region, which had a central role in research into glass trade and production. A total of 18 shards of vessel glass and a gaming piece could be scientifically examined from both places, which proves the import of these glass finds via a Western European route – Rhine, Dorestad, Frisian Islands – into the Baltic Sea region, with Ribe in the 8th century and Hedeby in the 9th century as major trade intermediaries.

APPENDIX

	Fundort	Lkr.	Fpl.	Befund	Objekt	Zahl	Beschreibung	Datierung	Literatur
1	Alt Kosenow	Vorpommern-Greifswald	4	S	Glasperle	1	länglich, im QS sechseckig, grün	m-spSL	KFB 2017, 262
2	Altentreptow	Mecklenburgische Seenplatte	70	O	Glasperle	1	blau, Fragment	spSL?	KFB 2012, 402
3	Alt Stassow	Landkreis Rostock	8	S	Glasperle	1	blau	spSL	Meier 2005b, 180
4	Anklam	Vorpommern-Greifswald	197	S	Hohlglas	1	Fragment, grüngelb mit schimmender Patina, Randstück, rundliche Randkante	spSL	Blum 2011, 294
5	Arkona	Vorpommern-Rügen	1	BW	Glasperle	>	mehr als 300	spSL	Ruchhöft 2018
6	Basedow	Mecklenburgische Seenplatte	64	S	Glasperle	1	flach, blau	spSL?	KFB 2007, 304
7	Basedow	Mecklenburgische Seenplatte	106	G	Glasperle	1	Glasperle	spSL	KFB 2005, 404; Schanz 2009, 230
8	Besendorf	Ludwigslust-Parchim	18	O	Glasperle	1	kugelig, an den Polen leicht abgeflacht, hellblau		KFB 2015, 290
9	Biendorf	Landkreis Rostock	43	O	Glasperle	1	doppelkonisch, schwarz opak mit aufgesetztem türkisfarbenen Glasfaden	spSL	KFB 1995, 332
10	Blengow	Landkreis Rostock	23	S	Glasperle	1	blau	m-spSL	KFB 2005, 404
11	Daberkow	Mecklenburgische Seenplatte	19	S	Glasperle	1	flachkugelig, blau	mSL	KFB 2003, 559
12	Dargen	Vorpommern-Greifswald	14	O	Glasperle	2	rot und gelb	m-spSL	KFB 1995, 334
13	Dorf Mecklenburg	Nordwestmecklenburg	1	BW	Fingerring	1	Fragment		KFB 2010, 348
14	Ferdinandshof	Vorpommern-Greifswald	10	O	Glasperle	2	1) grün; 2) Ringperle, blau, Fragment		KFB 2009, 464
15	Friedrichsruhe	Ludwigslust-Parchim	2	BW	Glasperle	>	300 plus Perlen	f-mSL	Messal 2010
16	Glienke	Mecklenburgische Seenplatte	2	BW	Glasperle	3	2 Hohlperlen, 1 Ringperle	mSL	Messal 2015
17	Goldewin	Landkreis Rostock	10	S	Glasperle	>	Glasperlen	spSl	KFB 1997, 417

Liste 1 Übersicht der publizierten Neufunde aus Glas zwischen 1995 und 2019. – BW: Burgwall; S: Siedlung; G: Grabfund; O: Oberflächenfund. – (Liste S. Messal).

	Fundort	Lkr.	Fpl.	Befund	Objekt	Zahl	Beschreibung	Datierung	Literatur
18	Görslow	Ludwigslust-Parchim	11	S	Glasperle	2	1) gelbopak, viereckiger Querschnitt, vollständig erhalten; 2) zylindrisch, dunkelrotopak, in der Mitte zerbrochen	fsSL	KFB 1999, 466
19	Gramelow	Mecklenburgische Seenplatte	11	O	Glasperle	1	schwarz opak, an den Polen abgeflacht		KFB 2009, 465
20	Gramzow	Vorpommern-Greifswald	13	S	Glasperle	1	Fragment, blau	spSL	KFB 2003, 562-563
21	Groß Bünsdorf	Nordwestmecklenburg	5	BW	Rohglas	1	Rohglassplitter	mSL	KFB 2000, 476
22	Ilow	Nordwestmecklenburg	2	BW	Glasperle	>	rhombische und blütenförmige Glasperlen	fSL	KFB 1995, 339
23	Kassebohm	Hansestadt Rostock	23	O	Glasperle	1	doppelkonisch, blau, mit schräger asymmetrischer Bohrung		KFB 2000, 479
24	Kastorf	Mecklenburgische Seenplatte	1	BW	Glasperle	>	Perlen	spSL	KFB 1995, 340
25	Klein Markow	Landkreis Rostock	8	O	Glasperle	1	blau, mit Facettenschliff	f-mSL?	KFB 1997, 419
26	Klein Wüstenfelde	Landkreis Rostock	8	O	Glasperle	1	weiss opak	sSL	KFB 1998, 615
27	Klempenow	Mecklenburgische Seenplatte		BW	Glasperle	1	Augenperle, dunkelblau, Augen hellblau mit weissen Rändern, zerschmolzen		Ulrich 2004, 37
28	Klenz	Landkreis Rostock	2	O	Fingerring	1	Fragment, blau	spSL?	KFB 1995, 341
29	Klotzow	Vorpommern-Greifswald	3	O	Glasperle	1	dunkelblau		KFB 2003, 566
30	Kowalz	Landkreis Rostock	3	S	Glasperle	2	2 Glasperlen, 1 Karneolperle	spSL	Meier 2005a, 162
31	Kronsberg	Mecklenburgische Seenplatte	3	S	Glasperle	1	zylindrisch, bichrom	fSL	KFB 1998, 618
32	Krusenkrien	Vorpommern-Greifswald	3	S	Glasperle	1	tonnenförmig, gelb, mit Zickzackmuster	spSL	KFB 2017, 278
33	Küsserov	Landkreis Rostock	30	BW	Glasperle	1	Hohlperle, Fragment, dunkles Glas mit weisser Fadenauflage	m-spSl	KFB 2007, 313
34	Lindow	Mecklenburgische Seenplatte	4	S	Glasperle	1	Ringperle, grün, mit gerippter Aussenfläche	m-spSL	KFB 2000, 483
35	Nadrensee	Vorpommern-Greifswald	3	S	Hohlglas	1	Glasscherbe mit Goldfadenauflage, Inselsiedlung	spSL?	KFb 2007, 315

Liste 1 (Fortsetzung).

	Fundort	Lkr.	Fpl.	Befund	Objekt	Zahl	Beschreibung	Datierung	Literatur
36	Neu-brandenburg	Mecklenburgische Seenplatte	38	S	Glasperle	1	Perlenbruchstück		KFB 2001, 467
37	Penkun	Vorpommern-Greifswald	28	G	Glasperle	>	Glasperlenketten		KFB 1996, 496; Pollex 2005, 190
38	Poggelow	Landkreis Rostock	12	O	Glasperle	1	gelb; unter Kaiserzeit aufgeführt, aber mit zahlreichen slawischen Funden, u. a. Karneolperle		KFB 2004, 662
39	Quilow	Vorpommern-Greifswald	4	O	Glasperle	1	doppelkonisch, blau	spSL	KFB 2006, 228
40	Relzow	Vorpommern-Greifswald	1	S	Glasperle	1	ringförmig		Schoknecht 2007, 28
41	Rerik	Landkreis Rostock	8	BW	Glasperle	1	grosse Ringperle	m-spSL	KFB 2005, 413
42	Rerik	Landkreis Rostock	8	BW	Hohlglas	1	Randstück eines Trinkbechers	m-spSL	KFB 2005, 413
43	Rostock	Hansestadt Rostock	433	S	Glasperle	1	im Querschnitt abgeflacht D-förmig, blau, mit aufgelegtem gelbem Wellenband	spSL	KFB 2001, 470
44	Starvitz	Vorpommern-Rügen	35	S	Glasperle	>	diverse Glasperlen, u. a. blaue Stabperlen		KFB 2017, 300
45	Starvitz	Vorpommern-Rügen	35	S	Fingerring	1	vollständig, gelb, mit Kopfplatte		Großnick 2019, 119
46	Stolpe bei Usedom	Vorpommern-Greifswald	4	S	Mosaikstein	1	würfelförmig, blau		KFB 2011, 410
47	Stolpe bei Usedom	Vorpommern-Greifswald	4	S	Glasperle	>	blau	spSL	KFB 2013, 308
48	Stolpe bei Usedom	Vorpommern-Greifswald	6	O	Glasperle	1	melonenförmig, grün	f-spSL	KFB 2004, 678
49	Stolpe bei Anklam	Vorpommern-Greifswald	18	O	Hohlglas	1	Randscherbe?, grünliches Weissglas, Becher?		KFB 2009, 477
50	Suckow	Vorpommern-Greifswald	17	S	Glasperle	1	blau	m-spSL	KFB 1996, 499
51	Usedom	Vorpommern-Greifswald	2	G	Glasperle	>	Am Hain		Biermann 2009, 253 Taf. 12
52	Usedom, Amtswiek	Vorpommern-Greifswald	4	S	Glasperle	>	Schmuckperlen aus Glas	m-spSL	KFB 2016, 278
53	Wahrsow Dorf	Nordwestmecklenburg	5	O	Glasperle	1	Fragment, blau, unsorgfältig gearbeitet	fSL?	KFB 2008, 404

Liste 1 (Fortsetzung).

	Fundort	Lkr.	Fpl.	Befund	Objekt	Zahl	Beschreibung	Datierung	Literatur
54	Wall	Vorpommern-Rügen	1	BW	Glasperle	1	länglich oval, vollständig erhalten	spSL?	KFB 1998, 630
55	Warbelow	Landkreis Rostock	2	O	Schmuckstein	1	Glaseinsatz Fingerring, halbkugelig		KFB 1999, 484
56	Warbelow	Landkreis Rostock	2	S	Glasperle	1	winzige blaue Glasperle	spSL	Ortsakten Archiv LaKD
57	Wendisch-Baggendorf	Vorpommern-Rügen	6	S	Glasperle	1	Dekorperle, kugelig, grün opak, verziert	spSL	KFB 2003, 576
58	Wilhelmshof	Vorpommern-Greifswald	1	S	Hohlglas	>	Glasscherben mit Fadenauflage	spSL-fD	Biermann 2003, 153
59	Wollin	Vorpommern-Greifswald	10	O	Glasperle	1	Fragment, dunkelblau	spSL	KFB 2002, 460
60	Woserow	Vorpommern-Greifswald	17	O	Glasperle	1	kleine facettierte Perle, schwarz, Gagat oder Glas		KFB 2014, 333
61	Wotenick	Mecklenburgische Seenplatte	13	O	Glasperle	1	blau		KFB 2008, 407

Liste 1 (Fortsetzung).

ANNA B. KOWALSKA · SYLWIA WAJDA

GLASS BEADS FROM THE MOST RECENT EXCAVATIONS OF THE VIKING PERIOD SETTLEMENT IN ŚWIELUBIE NEAR KOŁOBRZEG

During the 7th and 8th centuries settlements were established along the southern coast of the Baltic Sea whose multi-ethnic population was specialized in crafts and trade. These settlements formed a supra-regional economic and cultural network which facilitated the exchange of commodities and products as well as of ideas and experiences. These centres produced a variety of goods that were appreciated by the elites and played an important role in this long-distance trade. Among those products, perhaps as a means of payment, are a variety of glass beads. The subject of this article are glass beads from small excavations which have recently been carried out in one of the emporia along the southern coast of the Baltic Sea. Chemical analyses of these beads are still in progress; therefore, we will only present a formal-archaeological analysis as a first step of further advanced work.

One of these centres, which functioned as a trading station between the north and southern Baltic rim, was established along the river Parsęta, on the land of today's village Świelubie, commune Dygowo in Kołobrzeg County (**fig. 1**). Without discussing the origins of these centres along the southern coast of the Baltic Sea, it is necessary to note the presence of craft products indicating the participation of the inhabitants in long-distance exchange and elements demonstrating the multi-ethnic character of this centre.

The settlement complex along the Parsęta River, referred to as Bardy/Świelubie, consists of a large stronghold (Bardy), a barrow cemetery as well as a small stronghold (Świelubie) with a recently discovered fortified emporium as a predecessor directly by the river (**fig. 2**). Excavations in Bardy/Świelubie started over half a century ago and proved that Bardy stronghold located on the edge of the valley was founded on the remains of an open settlement with objects of the semi-earth type, dated to the 8th century by pottery. The stronghold in Bardy, surrounded by open settlements and located on the edge of the Parsęta valley, was used until the end of the 9th century. At the turn of the 9th and 10th centuries the Bardy stronghold and its surrounding settlements were abandoned while the Świelubie stronghold was founded in the river valley[1].

The Bardy/Świelubie settlement complex is connected to an extensive barrow cemetery of about 100 burial mounds, consisting of mostly cremation and few inhumation graves. The grave goods are dating the cemetery between the second quarter and the end of the 9th century. These finds consisted, among others, of gold, silver and bronze costume decorations, including fibulas with analogies to finds in central Sweden and Gotland, dating back from the 8th to 9th century. As in the case of Menzlin and Groß Strömkendorf, it can be assumed that also in Świelubie whole families of Scandinavian settlers were buried[2].

Only in recent years, the remains of an emporium established directly on the river bank were discovered through initial investigations which were part of the Priority programme »Harbours from the Roman Period to the Middle Ages« funded by the German Research foundation[3]. The final results of the archaeological research carried out in the years 2014-2016 have yet to be finalised[4]. However, it is already known that the emporium was established during the oldest phase of the fortification in Bardy at the end of the 8th century or the beginning of the 9th century. After the abandonment of Bardy in the 10th century, a smaller circular fortification known in literature as Świelubie stronghold was built on the site of the emporium.

In: Michael Dodt · Andreas Kronz · Bente S. Majchczack · Sebastian Messal (Hrsg.), Glas als Fernhandelsprodukt im frühen Mittelalter – Köln und der europäische Norden. RGZM – Tagungen 46 (Mainz 2022).
DOI: http://doi.org/10.11588/propylaeum.1105.c15179



Fig. 1 Bardy/Świelubie complex on the Baltic cost. – (Map A. B. Kowalska).

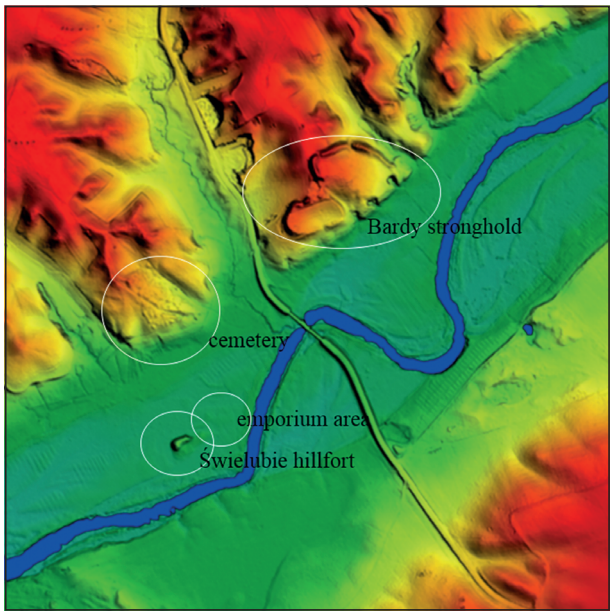


Fig. 2 Bardy/Świelubie settlement complex. – (Map A. B. Kowalska).

The *terminus post quem* dating the establishment of the site is determined by dendrodates of wood samples taken from the fortification (after AD 701, without the possibility of more accurate dating due to incomplete growth) and several fragments of Arabic dirhams discovered in the oldest layers of the settlement[5]; the oldest are dated to AD 775-785 and the youngest to AD 813-833[6].

The discovery of a Viking age emporium in Świelubie which has long been assumed is the beginning of further research[7]. Archaeological and geophysical investigations (2015-2016) have revealed the existence of a settlement dated to the 8th/9th century with a probably semi-circular rampart and settlement layers with buildings. An important achievement was the acquisition of wood samples for dendrochronology, the first ones for the area of West Pomerania. The collection of Arabic coins has also expanded, facilitating the dating *post quem* of uncovered structures and objects related to long-distance exchange, including glass beads.

The archaeological excavations in Bardy/Świelubie complex have resulted in numerous discoveries that allow a new perspective on the history of settlement in this region. For the first time it was possible to prove the existence of a fortified settlement, as a result of research at least two stages of fortification were recorded[8].

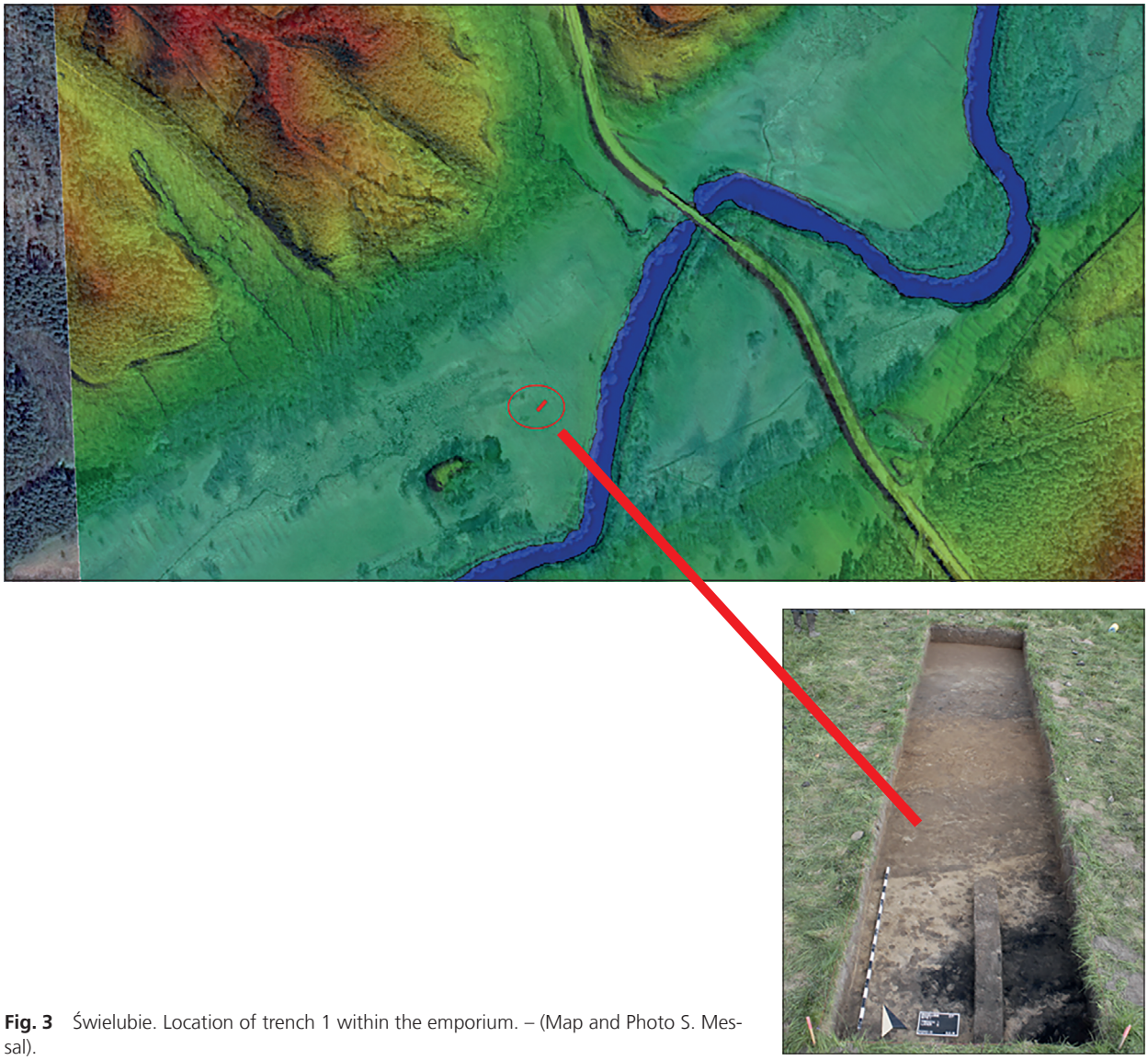


Fig. 3 Świelubie. Location of trench 1 within the emporium. – (Map and Photo S. Messal).

Of particular importance is the dating of the fortifications, which according to dendrochronological analyses were erected already in the 8th/9th century. Similarly, the oldest cultural strata and the remains of buildings that were located in the immediate vicinity of the fortifications should be dated to the same period. Based on the results of recent excavations, older opinions on the relation between both fortifications in Bardy and Świelubie can already be verified. The emporium was established more or less at the same time of the oldest phase of the fortification in Bardy but earlier than the small Świelubie stronghold which was built at the same location in the 10th century; the Scandinavian settlers were buried at the Świelubie cemetery. The current research is now focussing on particular categories of archaeological sources. The beads presented here were discovered in the cultural strata and objects of the emporium, directly from the inside of the fortifications (trench 1; **fig. 3**). The basis for the beads classification was the technique of making, followed by the form, size and presence of the ornament. The entire collection consists of eight preserved in whole specimens and 49 different size fragments (**tab. 1**; **fig. 4**). Their form was determined by similarity to geometric solids[9]. Depending on the manufacturing technique, the glass beads were divided into three groups: made by the blowing method, the drawing method and the winding method.

Inv. no.	Quantity	Technique of making		Shape		Dimensions (cm)	Colour and transparency of glass	Comments
		Body	Ornament	Body	Ornament			
21/2015	1	blowing		cylindrical, ellipsoidal		H: 1.29-1.42; D: 1.14-1.19; canal: D: 0.49-0.55	colourless, transparent	both edges at the canal opening are broken off
1/2016	2 fragm.	blowing		not determined			colourless, transparent	middle part of the bead body
2/2016	1 fragm.	blowing	fragm. of metal foil on the inner wall of the body	not determined	not determined		colourless, transparent	middle part of the bead body
62/2016	1 fragm.	blowing		spherical		H: 0.67-0.75; D: 0.75-0.77; canal: D: 0.19-0.22	colourless, transparent	half of a bead, the bead's wall thickness is 0,24 cm; the canal opening expands in the widest body volume
61/2016	1	blowing		cylindrical, ellipsoidal		H: 1.31-1.26; D: 1.02-1.09; canal: D: 0.21-0.22	colourless, transparent	only one canal opening is open
61/2016	3 fragm.	blowing		cannot be determined			blue, translucent	middle part of the bead body
61/2016	4 fragm.	blowing	fragm. of metal foil on the inner wall of the body	cylindrical, ellipsoidal	not determined		colourless, transparent	two fragm. stick together and form the central and upper part of the body with a partially preserved canal opening, the third fragm. is the central part of the body; all of them have traces of fragm. of metal foil on the inner wall of the body
61/2016	2 fragm.	blowing		cylindrical, ellipsoidal			dark yellow, translucent	half of the bead and upper part of the bead with a preserved fragm. of the edge of the canal
61/2016	1 fragm.	blowing	fragm. of metal foil on the inner wall of the body	not determined	not determined		dark yellow, translucent	the middle part of the body bead

Tab. 1 Świelubie. Catalogue of glass beads. – (Tab. S. Wajda).

Inv. no.	Quantity	Technique of making		Shape		Dimensions (cm)	Colour and transparency of glass	Comments
		Body	Ornament	Body	Ornament			
52/2016	1	drawing	fragm. of metal foil on the inner wall of the body	two-segmented, segments are spherical	a bead decorated with a metal foil whose edges do not join together, leaving about 2 mm gaps	H: 1.16-1.18; D: 0.60-0.61; canal: D: 0.16-0.17	colourless, transparent	on one of the bead segments piece of glass outer layer is broken
69/2016	1	winding	imprinted	spherical	ribs are arranged around to the axis of the canal	H: 0.73-0.87; D: 0.62-0.72; canal: D: 0.14-0.18	green, translucent	
	1	winding		spherical		H: 0.49-0.52; D: 0.71-0.74; canal: D: 0.13-0.15	probably green	glass is corroded
36/2016	1 fragm.	blowing		cylindrical-ellipsoidal			colourless, transparent	middle part of the bead body
36/2016	1 fragm.	blowing	fragm. of metal foil on the inner wall of the body	cylindrical-ellipsoidal	not determined		dark yellow, translucent	middle part of the bead body
43/2016	3 fragm.	blowing		cylindrical-ellipsoidal			colourless, transparent	fragm. of one bead, two of them stick together, the middle and upper parts of the bead body with a canal are preserved
43/2016	2 fragm.	blowing					blue, translucent	middle part of the bead body
43/2016	1 fragm.	blowing	fragm. of metal foil on the inner wall of the body	cylindrical-ellipsoidal	not determined		dark yellow, transparent	middle part of the bead body
43/2016	1 fragm.	blowing		cannot be determined			dark yellow, translucent	middle part of the bead body
46/2016	1 fragm.	blowing		cannot be determined			blue, transparent	middle part of the bead body

Tab. 1 (continued).

Inv. no.	Quantity	Technique of making		Shape		Dimensions (cm)	Colour and transparency of glass	Comments
		Body	Ornament	Body	Ornament			
46/2016	1 fragm.	blowing	fragm. of metal foil on the inner wall of the body	not determined	not determined		colourless, transparent	middle part of the bead body
46/2016	4 fragm.	blowing		cylindrical, ellipsoidal			dark yellow, translucent	middle and upper part of the body with a partially preserved canal, three other fragm. – the middle part of the body
51/2016	1 fragm.	blowing	fragm. of metal foil on the inner wall of the body	cylindrical, ellipsoidal	not determined		colourless, transparent	middle part of the bead body
53/2016	1 fragm.	blowing		cylindrical, ellipsoidal			colourless, transparent	central and upper part of the body with a partially preserved canal
71/2016	1 fragm.	blowing		cylindrical, ellipsoidal			colourless, transparent	central and upper part of the body with a partially preserved canal
72/2016	1 fragm.	blowing		cylindrical, ellipsoidal			dark yellow, translucent	central and upper part of the body with a partially preserved canal
75/2016	3 fragm.	blowing		cannot be determined			colourless, transparent	middle part of the bead body
brak	2 fragm.	blowing	fragm. of metal foil on the inner wall of the body	cylindrical, ellipsoidal	not determined		dark yellow, translucent	middle part of the bead body
brak	2 fragm.	blowing		cylindrical, ellipsoidal			blue, translucent	central and upper part of the body with a partially preserved canal
brak	1 fragm.	blowing		not determined			dark yellow, translucent	middle part of the bead body
brak	2 fragm.	blowing		not determined			colourless, transparent	middle part of the bead body
brak	1	blowing		cylindrical-ellipsoidal		H: 1.4-1.52; D: 1.12-1.15; canal: D: 0.21	blue, translucent	the canal opening edge – one – rounded; the other – clamped and broken/cut – may have been unobstructed

Tab. 1 (continued).

Inv. no.	Quantity	Technique of making		Shape		Dimensions (cm)	Colour and transparency of glass	Comments
		Body	Ornament	Body	Ornament			
brak	1 fragm.	blowing		not determined			blue, translucent	middle part of the bead body
brak	2 fragm.	blowing		not determined			dark yellow, translucent	middle part of the bead body
35/2016	1 fragm.	winding	imprinted	not determined	not determined		blue, translucent	middle part of the bead body
35/2016	1 fragm.	blowing		not determined			blue, translucent	middle part of the bead body
35/2016	1 fragm.	blowing		not determined			colourless, transparent	middle part of the bead body
35/2016	2 fragm.	blowing		cylindrical-ellipsoidal			dark yellow, translucent	on both fragm. the edges of the canal are partially preserved
59/2016	1	blowing	fragm. of metal foil on the inner wall of the body	cylindrical, ellipsoidal	the metal foil is preserved on 1/3 of the bead	H: 1.41-1.56; D: 0.90-0.94; canal: D: 0.46-0.55	colourless, transparent	both edges of canal opening are broken off
59/2016	1 fragm.	blowing	fragm. of metal foil on the inner wall of the body	cylindrical, ellipsoidal	not determined		dark yellow, translucent	middle and upper part of the body with a partially preserved canal
	1 fragm.	blowing		cylindrical, ellipsoidal			dark yellow, translucent	middle and upper part of the body with a partially preserved canal
59/2016	1 fragm.	blowing		cylindrical, ellipsoidal			blue, translucent	middle part of the bead body
59/2016	2 fragm.	blowing		cylindrical, ellipsoidal			colourless, transparent	middle part of the bead body
brak	1	blowing	imprinted	cylindrical	ribs are arranged around the axis of the canal	H: 1.45-1.47; D: 1.35-1.37; canal: D: 0.21-0.24	colourless, transparent	

Tab. 1 (continued).

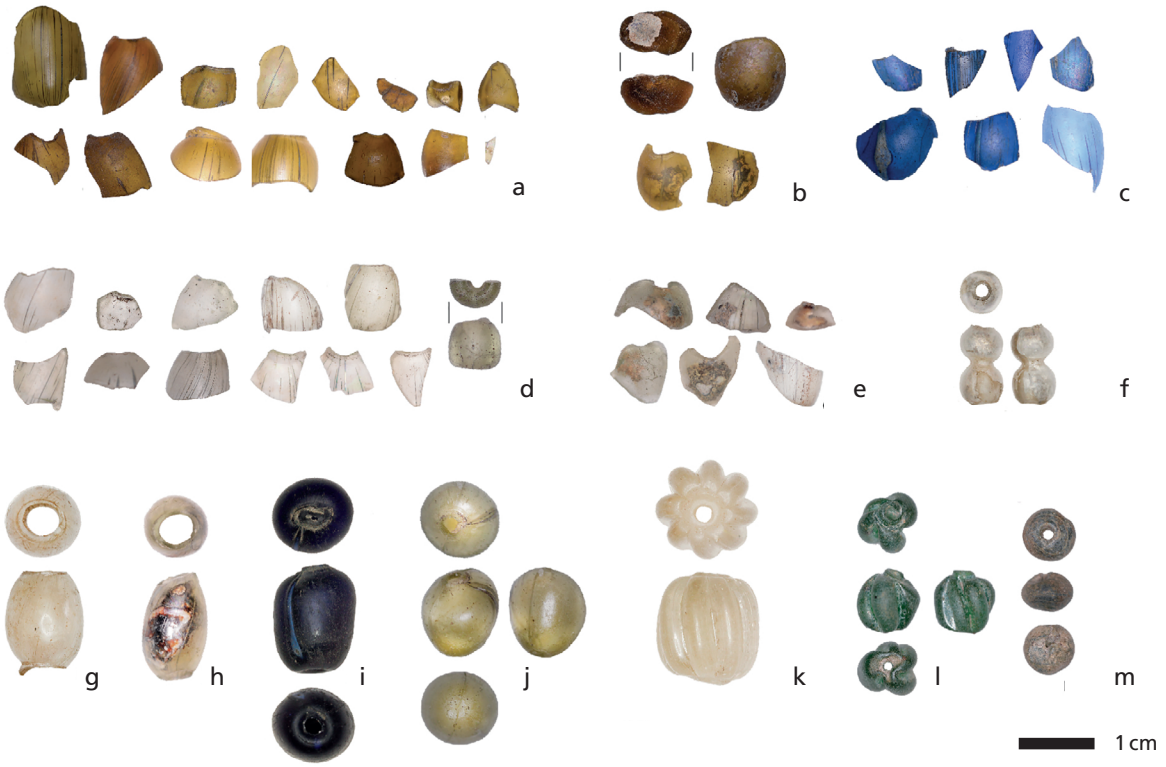


Fig. 4 Świelubie. Glass artefacts. Beads made by techniques of blowing: **a** Bead fragments made of yellow, translucent glass. – **b** Bead fragments made of yellow, translucent glass with metallic foil. – **c** Bead fragments made of blue, translucent glass. – **d** Bead fragments made of colourless, transparent glass. – **e** Bead fragments made of colourless, transparent glass with metallic foil. – **g, j** Beads made of colourless, transparent glass. – **h** Bead made of colourless/lightly yellowish, transparent glass with metallic foil. – **i** Bead made of blue, translucent glass. – **k** Melon bead made of colourless/lightly yellowish glass, translucent glass. – Bead made of technique of drawing: **f** Two-segmental bead made of colourless, transparent glass with metallic foil. – Beads made by techniques of winding: **l** Melon bead made of green, translucent glass. – **m** bead made of probably green glass. – (Photo S. Wajda).

GROUP 1. BEADS MADE BY BLOWING TECHNIQUE

The most numerous group of beads (4 whole and 49 fragments) was made by blowing technique. They are characterized by very thin body walls (0,08-0,19 cm), they have an ellipsoidal shape and instead of a canal an empty space that was created as a result of glass blowing. In the structure of the material, numerous gas bubbles are very well visible, sometimes arranged in strings, parallel to the longer axis of the beads, as well as densely arranged longitudinal streaks (**fig. 5d, e**). In most cases, where the surfaces around the canal opening are damaged, they are unevenly cut or broken off (**fig. 5d, e, i, j**). On a completely preserved specimen, it can be seen that one of the ends of the bead is drowned and the other is improperly cut off (clamped), so that the canal is obstructed/closed (**fig. 5f**), while on another hole probably was accidentally blocked during the blowing out (**fig. 5g**). The layer of glass is thicker here than on the other walls of the bead.

The beads of this type were made from a drawn glass tube, which was then blown out[10]. A glass tube could be made in several ways: by forming a glass plate, the edges of which were melted to form a tube, which was then drawn out, or by melting the edges of previously drawn glass bands, two or possibly three. On the bodies of beads made in such a way, the so-called seams are visible, i. e. places where two edges of a glass plate or glass bands join together[11]. This detail can be seen on two whole items (**fig. 5g, h**). In this group of artefacts, there are specimens made of glass in yellow (18 fragments; **fig. 4a**), blue (12 fragments and 1 whole; **fig. 4c, i**) and colourless/lightly yellowish (19 fragments and 3 whole; **fig. 4d, g, j**), all strongly



Fig. 5 Świelubie. Glass beads, traces of technical procedures: **a** flaws. – **b** sides of glass thread not melted in. – **c** streaks and gas bubbles which are arranged parallel to the axis of the bead. – **d, e** longitudinal streaks. – **h, i** metallic foil. – **g** canal blocked during the blowing out. – **f** improperly cut off (clamped) canal. – **i, j** cut off or broken off canal. – (Photo S. Wajda).

transparent. Some yellow (4 fragments; **fig. 4b**) and colourless beads (6 fragments and 1 whole; **fig. 4e, h**) are decorated with a metallic foil which, however, is heavily corroded and preserved only in small fragments on the inside of the bodies (**fig. 5h, j**). Unfortunately, it is not certain how the foil was applied.

According to P. Steppuhn [12], the foil could have been blown into the bead. One blown bead is decorated with rounded ribs (**fig. 5k**).

On the territory of Poland, beads made by blowing technique are mainly found in Pomerania. The largest number of these specimens has been discovered so far in Janów Pomorski, Warmińsko-Mazurskie Voivodeship, identified with the early medieval Truso. Seven fragments of such beads from the northern part of the settlement were analysed and described by M. Dekówna and T. Purowski [13]. Researchers determine the chronology of these beads for the 9th century [14]. In addition, single specimens were found in the stronghold in Szczecin, Zachodniopomorskie Voivodeship (11th-12th century) [15], in Santok, Lubuskie Voivodeship (8th century) [16], as well as in Kołobrzeg-Budzistowo (8th/9th century) and two each in the stronghold in Bardy (8th-9th/10th century) and on the cemetery in Świelubie, all Zachodniopomorskie Voivodeship, from the 9th century [17]. Three specimens are also known from Wolin (Old Town, site no. 1), Zachodniopomorskie Voivodeship, found in layers dating from the second half of the 9th century to the beginning of the 10th century [18].

The dissemination and chronology of this type of beads in Europe has recently been widely discussed by M. Dekówna and T. Purowski [19]. However, their analysis did not give a clear answer to the question about the place of their manufacture in the early Middle Ages, mainly due to the insufficient state of publication of source materials. Beads produced using the blowing technique, dating from the 9th to the 10th century,

were also discovered in the Czech Republic[20]. V. Hrubý describes beads in light greenish, blue, and yellowish golden brown colours[21]. Several beads are finally known from the cemetery in Micheldorf/Kremsdorf from the regions of Upper Austria[22].
Occasionally these finds appear in Rus. In the study on artefacts from archaeological research in Old Ladoga[23], only five specimens are described, which can be dated to the 10th century[24]. According to J. Callmer, they are also very rare in Scandinavia, mainly from the second half of the 8th to the 9th century (Da group)[25]. Most beads of this type were discovered in present-day Germany[26]. As P. Steppuhn reports, these beads are quite numerous in Haithabu (825 items)[27]. There are specimens in blue and white with silver foil and yellow ones with gold foil. It should be noted that not only finished beads were found there but also a lot of production waste (unfinished beads, semi-products). Most of these finds were recovered from layers from the 9th century[28]. Moreover, beads dating back to the first half of the 9th century were also found in Groß Strömkendorf; however, just few are known – only seven fragments were discovered, including six in blue and one in yellow decorated with metal (silver) foil[29].

GROUP 2. BEAD MADE BY DRAWING TECHNIQUE

It is a two-segment specimen made of transparent, colourless glass decorated with a metallic foil, which does not, however, encircle the entire body, leaving a small 2 mm gap. The segments have a spherical shape and are cut off at an angle where the necks of the bead are formed (**fig. 5c**).
Segmented beads with metal foil could be manufactured in various ways. These are specimens made of a drawn out glass tube, which was covered with a metal foil and then another layer of glass. According to M. Siegmann[30], one method consisted in applying a foil to the inner tube, on which a slightly larger outer tube was applied. Afterwards, both layers were heated, pulled out, formed into beads and cut. Another method was to immerse the tube with previously applied foil in liquid glass[31]. Often the core (inner layer of glass) was made of lower quality material[32]. The beads were shaped either with special tongs (?) or with stone moulds[33]. On the bead created by the described technique, numerous streaks and gas bubbles are visible, which are arranged parallel to the axis of the bead (**fig. 5c**).
Glass beads made using the drawing technique are found on Polish territory on many sites in the early Middle Ages. Their distribution and the centres that produced this kind of jewellery have been discussed many times[34]. They were probably produced in Byzantine and/or Islamic workshops and from there they spread in different directions, including Europe[35]. Undoubtedly, such items were produced in Haithabu[36] and Old Ladoga[37] from the end of the 8th to the 11th century. The most recent findings concerning the existence of a glass workshop in Wolin confirmed that beads were also produced there in the drawing technique from the second half of the 10th to the 11th century. According to K. Kokora there were mainly three types of beads: seed beads, segmented beads with metallic foil and single-layer segmented beads in yellow colour[38]. It should be noted that in all mentioned workshops jewellery was made from melted glass or semi-finished products, which were imported from the Middle East[39].

GROUP 3. BEADS MADE BY WINDING TECHNIQUE

The last group of glass artefacts found recently in Świelubie are beads made applying the winding technique. These are two specimens of green colour, slightly transparent and poorly transparent (**fig. 4l-m; 5a-b**). These beads have an irregular, quite spherical shape; one of them is decorated with longitudinal ribs

(**fig. 4l; 5b**). Both are made with little care, the edges of unmelted glass threads are clearly visible on their bodies. The longitudinal ribs on the melon bead are unevenly thick and one of them is distorted (slightly pressed in). In the early Middle Ages these beads can be found on many Polish sites in the Mazovia and Podlasie region[40], in Silesia[41], Lesser Poland[42] or Pomerania[43].

SUMMARY

Glass beads are very common findings on various archaeological sites from the early Middle Ages. Their typological and technological diversity makes it possible to trace the economic relations in a particular territory, as well as to identify the directions of their influx.

During the early medieval period there were many glassmaking workshops in the Baltic region, which produced various glass items according to Middle Eastern recipes. Glass beads were made in the workshop on the Wolin Island[44]. Also in Ralswiek on Rügen (e. g. melon beads, which were also discovered in Świelubie), Groß Strömkendorf and Rostock-Dierkow there might have been a production of glass beads, as indicated by numerous remains of molten glass and glass slags[5].

According to M. Jagodziński, there was also a glass workshop in the harbour area of the settlement in Truso[46]. However, in the absence of publication of these materials, it is difficult to determine whether beads were made there by using the blowing method, which required high skills and were used only by highly skilled craftsmen[47]. J. Callmer claims that such products have a Byzantine origin and are very rare findings in Scandinavia (except in Haithabu)[48]. Beads of this type are more common in Central Europe and P. Steppuhn considered that they may have been produced in Danube workshops[49]. On the territory of the Great Moravian state, glass workshops were located in Mikulčice (9th to 10th century), in Staré Město and in Nitra from the 9th century and in Bratislava (9th/10th century)[50]. However, there is no evidence of bead production by blowing.

In the case of the glass artefacts from Świelubie, it seems that the analysis of their chemical composition would be helpful in determining the direction of their import. Such studies are currently being carried out and preliminary results have confirmed that they were made of sodium glasses, melted on ash soda. In the light of the current state of research on this type of beads, the items from Świelubie may come from a glass workshop in Haithabu. This would be evidenced above all by a very large number of beads blown out there, unheard of on any other site[51]. Laboratory tests conducted by M. Dekówna showed that some specimens found in Haithabu were made of a similar type of chemical glass as the discussed specimens from Świelubie[52].

The analysis of the set of glass products from Świelubie constitutes an important contribution to the improvement of our knowledge on various aspects of glass production and distribution in Europe during the early Middle Ages. The two blown beads with closed canals discovered at the site may prove that these were items of high value and the local society was not disturbed by the fact that such an ornament could not fulfil its basic function. Perhaps, as in the case of segmented beads with metal foil, also blown out specimens might be assumed as a kind of non-monetary medium of exchange[53]. It should also be taken into account that glass beads were traded en masse and thus also unsuccessful items could enter into use. According to A. Pöche[54], it was only at the place of trade that the unsuccessful beads were disposed of, and their presence in the area of the site was possible.

It is also worth noting that blown beads often occur together with specimens made using the drawing technique. As technological analyses show, such items were made from soda glasses, which in the early Middle Ages were smelted in Byzantine and Muslim workshops. Perhaps an analysis of the chemical com-

position of the glasses will reveal more details about where they were manufactured. On the basis of this research, two directions of their inflow to the Polish lands can be indicated – northern Europe and Middle Eastern workshops. Perhaps beads were made in Haithabu from glass imported from the Middle East. As some researchers point out, there is a lack of such beads on the so-called Arabic trade routes [55]. Moreover, such ornaments were fragile and it would not be easy to import them from workshops located in distant territories.

Notes

1) Łosiński 1994.

2) Summing up Łosiński 2008.

3) The investigations in Świelubie were conducted within the project »Early medieval harbours between the Wismar Bay and the Bay of Gdańsk«. The various investigations were conducted by the German Archaeological Institute (archaeology), Lower Saxony Institute of Coastal Research (geology), Institute of Geosciences, Christian-Albrechts-University of Kiel (geophysics), University of Applied Sciences Berlin (archaeology) and National Museum in Szczecin (archaeology).

4) Karle/Kowalska/Messal 2016; 2019. – Kowalska/Messal 2017. – Jöns et al. 2017. – Jöns/Kowalska 2018.

5) See Kowalska/Messal 2017. – Jöns/Kowalska 2018.

6) Malarczyk 2017.

7) Summing up Łosiński 2008, 72-76.

8) Kowalska/Messal 2017, 243-246.

9) Dekówna/Olczak 2002. – Wajda 2019, 216. In Polish literature, various terminologies are used to define the shape, which makes it very difficult to carry out comparative analyses. See e. g. Jaskanis 2008. – Kowalska 2011. – Banach 2015. – Dzik 2015.

10) Dekówna/Purowski 2012, 125.

11) Dekówna 1999, 54-55 fig. 28.

12) Steppuhn 1998, 39.

13) Dekówna/Purowski 2012, 124-129.

14) Dekówna/Purowski 2012, 127.

15) Leciejewicz et al. 1972, tab. 8 no. 817.59.

16) Dymaczewska/Dymaczewski 1967, 200.

17) Łosiński 1972, 66-67. 82. 314. 320. 344.

18) Kokora 2019a, 320; 2019b, 215.

19) Dekówna/Purowski 2012, 126-128.

20) Poulík 1948, 63. – Hrubý 1955, 247-248. – Krumphanzlová 1965, 167 fig. 1.15-17.

21) Hrubý 1955, 248.

22) Hausmair 2008, 78-79, tab. 18.4. 20.2. 21.1. 36.1. 38.1. 39.3.

23) Lvova 1968, 98.

24) Rjabinin/Černyh 1988, 98.

25) Callmer 1977, 88.

26) Steppuhn 1998, 40. – Pöche 2005, 56-57. – See also S. Messal and A. Kronz in this volume.

27) Steppuhn 1998, 39-40.

28) Steppuhn 1998, 40.

29) Pöche 2005, 56-57, tab. 7.7. 8.15. 9.10.

30) Siegmann 2006, 952 fig. 373.

31) Lvova 1983, 101. – Astrup/Andersen 1988, 224-225. – Siegmann 2006, 953 fig. 375. – Greiff/Nallbani 2008, 371-372.

32) Dekówna/Purowski 2012, 118. – Štaššísková-Štukovská 2009, 204 fig. F47. 3-5.

33) Spaer 1993, 12-13 fig. 2-4.

34) Żak 1957, 161-174. – Olczak/Jasiewiczowa 1963, 50. – Greiff/Nallbani 2008. – Dekówna/Purowski 2012, 110-124.

35) Dekówna 1999, 61.

36) Dekówna 1980, 181-186.

37) Lvova 1968, 84. – Rjabinin/Černyh 1988, 87-98.

38) Kokora 2019a, 320-322.

39) Dekówna 1980, 181-185. – Kokora 2019a, 322.

40) Wajda 2014, 64-67. 72.

41) Pankiewiecz/Siemianowska/Sadowski 2017, 64 tab. 2.

42) Marciniak 1960, tab. 1.19-20; tab. 6.12. – Zoll-Adamikowa 1971.

43) Kokora 2019b, 212 fig. 67. – Wajda 2019, 131-133.

44) Kokora 2019a, 322.

45) Herrmann 2005, 132-133 fig. 150. – Pöche 2005.

46) Jagodziński 2010, 157. 161.

47) Dekówna/Purowski 2012, 127.

48) Callmer 1977, 98.

49) Steppuhn 1998, 40.

50) Olczak 1996. – Dekówna/Purowski 2012, 128.

51) Steppuhn 1998, 40.

52) Dekówna 1980, 185, tab. 46:7.

53) Gaul 1981. – Dekówna 1999, 63.

54) Pöche 2005, 120.

55) Dekówna/Purowski 2012, 129.

References

Astrup/Andersen 1988: E. E. Astrup / A. G. Andersen, A study of metal foil glass beads from Viking period. Acta Arch. 58, 1988, 222-228.

Banach 2015: B. Banach, Zabytki wydzielone z warstw wczesnośredniowiecznych grodu i podgrodzia (stan. 1 i 1a). In: S. Kurnatowski (ed.), Międzyrzecz. Gród i zamek w wiekach 9-14. Wyniki prac wykopaliskowych z lat 1954-1961. Origines Polonorum 8 (Warszawa 2015) 300-302.

Callmer 1977: J. Callmer, Trade beads and bead trade in Scandinavia ca. 800-1000 AD. Acta Arch. Lundensia, Ser. in 4°, 11 (Bonn 1977).

Dekówna 1980: M. Dekówna, Szkło w Europie wczesnośredniowiecznej (Wrocław, Warszawa, Kraków u. a. 1980).

1999: M. Dekówna, Glass beads. In: H. Zoll-Adamikowa / M. Dekówna / E. M. Nosek (eds), The early Medieval hoard from Zawada Lanckorońska (upper Vistula River) (Warszawa 1999) 25-70.

Dekówna/Olczak 2002: M. Dekówna / J. Olczak (eds), Principes de description des verres anciens depuis les temps les plus reculés jusqu'au XIIIe siecle de n. e. (Warszawa, Toruń 2002).

Dekówna/Purowski 2012: M. Dekówna / T. Purowski, Znaleziska związane ze szklarstwem oraz okazy z kwarcu ze stanowiska Janów Pomorski 1. In: M. Bogucki / B. Jurkiewicz (eds), Janów Pomorski, Stan. 1. Wyniki ratowniczych badań archeologicznych w latach 2007-2008. Tom 1.3. Analizy. Studia nad Truso 1 (Elbląg 2012) 65-260.

Dymaczewska/Dymaczewski 1967: U. Dymaczewska / A. Dymaczewski, Wczesnośredniowieczny Santok. Wyniki badań wykopaliskowych we wnętrzu grodu w latach 1858-1961. Slavia Ant. 18, 1967, 185-241.

Dzik 2015: M. Dzik, Przemiany zwyczajów pogrzebowych w międzyrzeczu Bugu i górnej Narwi (XI–XV w.) (Rzeszów 2015).

Gaul 1981: J. Gaul, Pieniądz brązowy, szklany, żelazny w zachodniej części strefy nadbałtyckiej w V i VI wieku. Wiadomości Numizmatyczne 25, 1981, 32-37.

Greiff/Nallbani 2008: S. Greiff / E. Nallbani, When metal meets beads. Technological study of early medieval metal foil beads from Albania. Mélanges de l'École française de Rome. Moyenage 120.2, 2008, 355-375.

Hausmair 2008: B. Hausmair, Die frühmittelalterlichen Grabfunde von Micheldorf/Kremsdorf, OÖ [Masterarbeit Univ. Wien 2008]. https://doi.org/10.25365/thesis.13024.

Herrmann 2005: J. Herrmann, Ralswiek auf Rügen. Die slawisch-wikingischen Siedlungen und deren Hinterland 3. Die Funde aus der Hauptsiedlung. Beitr. Ur- u. Frühgesch. Mecklenburg-Vorpommern 37 (Lübstorf 2005).

Hruby 1955: V. Hruby, Velkomoravské pohřebiště »Na valách« (Praha 1955).

Jagodziński 2010: M. F. Jagodziński, Truso między Weonolandem a Witlandem (Elbląg 2010).

Jaskanis 2008: D. Jaskanis, Święck. Wczesnośredniowieczny zespół osadniczy na północno-wschodnim Mazowszu (Warszawa 2008).

Jöns et al. 2017: H. Jöns / M. Karle / A. B. Kowalska / S. Messal, Najnowsze badania wczesnośredniowiecznych miejsc handlowych w regionie zachodniego Bałtyku. Badania w Groß Strömkendorf, Rostock-Dierkow, Ralswieku i Bardach / Recent research on early medieval trading centres in the western Baltic Region. The case studies of Groß Strömkendorf, Rostock-Dierkow, Ralswiek and Bardy. In: M. Bogucki / M. F. Jagodziński (eds), Between Jutland and Sambia. Truso in the context or research on the south-western zone of the Baltic Sea basin in the Viking Age. Studia nad Truso 3.2 (Elbląg 2017) 249-284.

Jöns/Kowalska 2018: H. Jöns / A. B. Kowalska, Z badań nad obecnością Skandynawów na południowym wybrzeżu Bałtyku w początkach średniowiecza. Slavia Antiqua 59, 2018, 121-130.

Karle/Kowalska/Messal 2016: M. Karle / A. B. Kowalska / S. Messal, Badania nieinwazyjne przeprowadzone w 2014 roku w pobliżu grodów w Bardach i Świelubiu, pow. kołobrzeski. Materiały Zachodniopomorskie, N. S. 11, 2014, 169-173.

2019: M. Karle / A. B. Kowalska / S. Messal, New interdisciplinary research in Świelubie on Parsęta River. In: W. K. Chrzan / S. Możdzioch / S. Rodak (eds), Współczesne metody badań wczesnośredniowiecznych grodów Europy Środkowo-Wschodniej (Wrocław 2019) 211-219.

Kokora 2019a: K. Kokora, Szklarstwo wczesnośredniowiecznego Wolina według Jerzego Olczaka i Elżbiety Jasiewiczowej – 55 lat później. Nowe ustalenia dotyczące przedmiotów szklanych ze stanowiska nr 1 w Wolinie. Arch. Polski 64, 2019, 283-338.

2019b. K. Kokora, Glass artefacts. In: M. Rębkowski (ed.), Wolin – the old town 2. Studies on finds (Szczecin 2019) 191-220.

Kowalska 2011: A. B. Kowalska, Biżuteria (grupa funkcjonalna G). In: A. B. Kowalska / M. Dworaczyk, Szczecin wczesnośredniowieczny. Nadodrzańskie centrum. Origines Polonorum 5 (Warszawa 2011) 331-334.

Kowalska/Messal 2017: A. B. Kowalska / S. Messal, Die archäologischen Arbeiten in Świelubie 2015-2016. Materiały Zachodniopomorskie, N. S. 12, 2017, 243-252.

Krumphanzlová 1965: Z. Krumphanzlová, Skleněné perly doby hradištní v Čechách. Pam. arch. 56/1, 1965, 161-188.

Leciejewicz et al. 1972: L. Leciejewicz / M. Rulewicz / S, Wesołowski / T. Wieczorowski, La ville de Szczecin des IX^{e}-XIII^{e} siècles. Arch. Urbium 2 (Wrocław 1972).

Lvova 1968: Z. A. Lvova, Steklânnye busy Staroj Ladogi, čast' 1. Sposoby izgotovleniâ, areal i vremâ raspostraneniâ. Arch. Sbornik 10, 1968, 64-94.

1983: Z. A. Lvova, Tipologizacja po tehnologiceskom uosnovaniu steklannych busvarninskogo mogil'nika kakosnova ich otnostiel'noj i absolutnojdatirovki. Arch. Sbornik 21, 1968, 75-84.

Łosiński 1972: W. Łosiński, Początki wczesnośredniowiecznego osadnictwa grodowego w dorzeczu dolnej Parsęty (VII-X/XI w.) (Wrocław 1972).

1994: W. Łosiński, W sprawie genezy osiedli wczesnomiejskich u Słowian nadbałtyckich. Slavia Antiqua 35, 1994, 101-128.

2008: W. Łosiński, Pomorze Zachodnie we wczesnym średniowieczu. Stud. Arch. (Poznań 2008).

Malarczyk 2017: D. Malarczyk, Monety islamskie ze Świelubia, maszynopis w archiwum Działu Archeologii Muzeum Narodowego w Szczecinie (Szczecin 2017).

Marciniak 1960: J. Marciniak, Cmentarzysko szkieletowe z okresu wczesnośredniowiecznego w Strzemieszycach Wielkich, pow. Będzin. Mat. Wczesnośred. 5, 1960, 141-186.

Olczak 1996: J. Olczak, Problem wytwórczości szklarskiej na terenie Wielkich Moraw (Mikulčice – Nitra – Staré Město). In: Z. Kurnatowska (ed.), Słowiańszczyzna w Europie średniowiecznej 2 (Wrocław 1996) 143-153.

Olczak/Jasiewiczowa 1963: J. Olczak / E. Jasiewiczowa, Szklarstwo wczesnośredniowiecznego Wolina (Szczecin 1963).

Pankiewicz/Siemianowska/Sadowski 2017: A. Pankiewicz / S. Siemianowska / K, Sadowski, Wczesnośredniowieczna biżuteria szklana z głównych ośrodków grodowych Śląska (Wrocław, Opole, Niemcza). In pago Silensi. Wrocławskie Stud. Wczesnośred. 3 (Wrocław 2017).

Pöche 2005: A. Pöche, Perlen, Trichtergläser, Tesserae. Spuren des Glashandels und Glashandwerks auf dem frühgeschichtlichen Handelsplatz von Groß Strömkendorf, Landkreis Nordwestmecklenburg. Forschungen zu Groß Strömkendorf 3 = Beitr. Ur- u. Frühgesch. Mecklenburg-Vorpommern 44 (Lübstorf 2005).

Poulík 1948: J. Poulík, Staroslovenská Morava (Praha 1948).

Rjabinin/Černyh 1958: E. A. Rjabinin / N. B. Černyh, Stratigrafija, zastrojka i hronologija nižnego sloja staroladožskogo zemlanogo gorodišča v svete novy issledovanij. Sovetskaja Arch. 1, 1958, 72-100.

Siegmann 2006: M. Siegmann, Bunte Pracht 5. Die Perlen der frühmittelalterlichen Gräberfelder von Liebenau, Kreis Nienburg/Weser und Dörverden, Kreis Verden/Aller. Beitr. Ur- u. Frühgesch. Mitteleuropa 28 (Langenweissbach 2006).

Spaer 1993: M. Spear, Gold-glass beads: a review of the evidence. Beads: Journal Soc. Bead Researchers 5, 1993, 9-25.

Steppuhn 1998: P. Steppuhn, Die Glasfunde von Haithabu. Ber. Ausgr. Haithabu 32 (Neumünster 1998).

Štaššísková-Štukovská 2009: K. Štaššísková-Štukovská, K technikám spájania dvoj- a trojfarbených skiel v 7.-10. storočí. Štud. Zvesti Arch. Ústavu 45, 2009, 201-208.

Wajda 2014: S. Wajda, Wyroby szklane. In: H. Karwowska (ed.), Średniowieczne cmentarzysko w Czarnej Wielkiej, stan. 1, woj. podlaskie (badania 1951-1978) 2 (Białystok 2014) 57-103.

2019: S. Wajda, Paciorki szklane. In: S. Wadyl (ed.), Ciepłe. Elitarna nekropola wczesnośredniowieczna na Pomorzu Wschodnim (Gdańsk 2019) 126-141.

Zoll Adamikowa 1971: H. Zoll Adamikowa, Wczesnośredniowieczne cmentarzyska szkieletowe Małopolski 2. Analiza (Wrocław, Warszawa, Kraków u. a. 1971).

Żak 1957: J. Żak, Kwestia pochodzenia szklanych paciorków odcinkowych na ziemiach polskich. Mat. Zachodniopomorskie 3, 1957, 161-174.

Zusammenfassung

Im Rahmen des Beitrages werden Glasperlen des 8.-10. Jahrhunderts aus dem frühmittelalterlichen Burg-Siedlungskomplex in Świelubie bei Kołobrzeg (Polen) vorgestellt. Archäologische Ausgrabungen, die von 2014 bis 2016 im Vorburgbereich des Burgwalles durchgeführt wurden, erbrachten eine Reihe von Glasperlen, die unter technologischen, typologischen und chronologischen Gesichtspunkten analysiert und diskutiert werden.

Summary

The article is devoted to the findings of glass beads from the 8th-10th century in the fortified settlement in Świelubie near Kołobrzeg (Poland). In the course of recent archaeological research in the years 2014-2016, among others, a series of glass beads were discovered, which were discussed in technological, formal and chronological terms.

ANDREAS KRONZ

RHENISH GLASS – THE ROLE OF LATE ANTIQUE TO EARLY MEDIEVAL GLASS PRODUCTION IN THE RHINELAND

A CHEMICAL INVESTIGATION

With the expansion of the Roman Empire into the region of today's Rhineland, a significant transition in socio-economic social structures took place, which also manifested itself in the changed use of everyday objects. Although the material glass was not unknown in the preceding cultures north of the Alps and was widely used within the Celtic culture in the form of beads and bracelets, hollow glass in the form of drinking vessels and bowls was reserved exclusively for a social elite. A significant upswing in the production of glass objects north of the Alps did not take place until the first centuries of the common era. The question of whether primary glass was produced at all from raw materials within Germania during the Roman and Early Medieval periods can now be largely answered in the negative. One of the most prominent examples of Roman glass production in the Rhineland, the glass workshops of Hambach, located between the modern cities of Cologne and Aachen, can now be shown to have been interpreted as secondary glass workshops[1]. According to the so-called regional model, »global players«, i. e. large (primary) glassworks on the Levantine coast and Egypt covered the predominant raw glass demand of the entire Roman Empire[2]. The trade goods were easily transportable raw glass ingots or chunks, as they can be found for example in numerous shipwrecks[3]. A well-developed infrastructure, both via river systems and an established road network, also supplied the Rhenish glassworks with sufficient raw glass in Roman times.

A very large number of chemical and isotopic analytical studies carried out in recent decades now give us a clear insight into the provenance of glass in antique and Early Medieval times. Although most of the studies represent localized evaluations of glass from specific sites, their totality now provides a clear overview of the production, origin, and distribution of the various ancient and Early Medieval glass types. The Rhineland was one of the centres of Roman glass manufacture and numerous authors refer to the typologically unique forms of the products[4]. They also like to refer to the regional continuity of the glass craft into the Middle Ages, a question that T. Rehren (2001) also took up, but could not sufficiently answer for the actual transition Late Antiquity-Early Middle Ages at that time. Since then, numerous other studies have been published, which contribute more and more to an overall picture of what is known about the origins and formulations of glass. This study presents new analyses of major and trace elements of glass from the well-documented and dated excavations from the urban area of Cologne and surrounding Rhineland in the context of published analyses of contemporaneous glass. In doing so, we can access a specially compiled database of more than 15 000 analyses (as of spring 2022) of pre-antique up to modern glass.

MAJOR GLASS TYPES AND PRODUCTION GROUPS – A BRIEF SURVEY

With the exception of pure lead glass, historical glass is based on the raw material quartz, which is obtained either as sand or quartz pebbles. Alkaline raw materials serve as fluxes. These are mineral soda, mostly

In: Michael Dodt · Andreas Kronz · Bente S. Majchczack · Sebastian Messal (Hrsg.), Glas als Fernhandelsprodukt im frühen Mittelalter – Köln und der europäische Norden. RGZM – Tagungen 46 (Mainz 2022).
DOI: http://doi.org/10.11588/propylaeum.1105.c15180

trona ($Na_3H(CO_3)_2 \times 2H_2O$), or plant ashes. The latter are subdivided into Na-rich ashes, mainly from beach plants[5], or potassium-rich wood ashes. All glasses contain CaO, as »stabilizer« which is either derived from lime of various origins (recent clam shells or limestone), or is already present in the plant ash.

Thus, three main glass types can be defined[6]:

1. Soda lime glass, »SLG«.
2. Soda ash glass, »SAG«.
3. Wood ash glass, »WAG«, also often termed »Forest glass«.

Roman glass and also the glass of the following centuries was almost exclusively SLG in northern Central Europe. For the origin of the mineral soda raw material, the Upper Egyptian salt lakes (Wadi-El Natrun) have been identified[7]. However, some other evaporite deposits are certainly worth considering, even if they probably played a minor role in the first millennium CE[8].

In **figure 1**, the main glass types are shown in the Na_2O-CaO-MgO and Na_2O-K_2O-CaO ternary variation diagrams for the first millennium CE. The variation of these four elemental oxides provides an excellent discrimination of the three main glass types based on their different raw material components. The diagram is based on the database of the Archaeometry Workgroup, GZG[9], and includes here 9025 glass samples dated to the first millennium CE, from a total pool of 14426 type classified glass analyses derived from 214 publications and some unpublished data records.

Of crucial importance is the answer to the question of the provenance of the glass. Countless works deal with this topic. In the meantime, the SLG can be classified into numerous subtypes, but definitions and separations in the literature are not clear and often still confusing. In what follows, we will call these subtypes »production groups«, which includes both a technological distinction (»recipe«) and a chemical distinction of the substances used for production (»raw material signature«)[10]. These production groups allow us to differentiate the various supply regions of the major primary producers. Essentially, these differences are based on:

1. Different impurities in the raw material sand: these components, added as accessory minerals, particularly influence the main components Al_2O_3, TiO_2 and Fe_2O_3, as well as numerous trace elements[11].
2. The CaO raw material, which can be distinguished as recent shell lime or limestone added on the basis of Sr/CaO ratios or $^{86}Sr/^{87}Sr$ ratios[12].
3. A variation in the recipe, which can be expressed, for example, as a variation in the amount of trona and thus a different Na_2O/CaO ratio.
4. To produce desired properties in the glass, certain substances were intentionally added. These often significantly change the trace and sometimes also the major element composition: antimony (Sb), manganese (Mn) to decolourize the glass, Sb or tin (Sn) to opacify, other metals (Mn, Fe, Cu, Co, Pb, Sn, Sb) to stain the glass. It should be noted that with the intentional admixture of certain basic materials, which in the case of colouring elements, for example, can come from metal ores, other elements enriched in the basic material can also inevitably considerably change the glass chemistry in the trace element pattern.

In addition to the geographical origin of the various SLG subtypes, their chronological appearance is of great interest. This, of course, presupposes a correct dating of the glass finds. Conversely, as the dating of certain production groups becomes more and more precise, the dating of glass finds on the basis of their chemical composition or specific isotope ratios may become increasingly successful in the future. Possibly the first appearance of a new glass type can be regionally narrowed down to a few years or decades. The decline of a certain type, on the other hand, can certainly not be delimited too sharply. Here, an essential aspect of glass technology played a crucial role: the recycling of glass.

From an energetic point of view, glass recycling always makes sense and it can be assumed that it also took place in every secondary glass workshop. The only question remains: to what extent? Here everything would

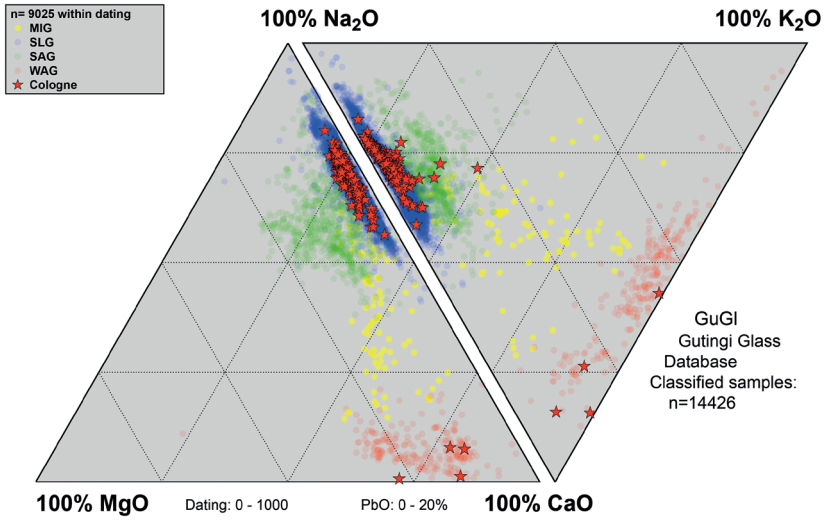


Fig. 1 Double ternary diagram of the systems Na_2O-CaO-MgO and Na_2O-K_2O-CaO (mass-%). These ternaries are ideal to visualize the three major glass groups soda lime glass (SLG, blue colours), soda ash glass (SAG, green colours) and wood ash glass (WAG, red colours). – Glass from Cologne, first millenium CE (Roman to Early Medieval): red asterisks. – Glass from other sites within the »Harbor project«: green asterisks. – (Diagram A. Kronz, Göttingen).

be possible from »rarely« to the exclusive use of cullet. Numerous studies deal with this question and in the meantime some criteria have emerged to recognize glass recycling by its chemical composition[13]. On the one hand, these are trace elements that are intentionally used as colourants or decolourants (e. g. Co, Cu, Sn, Sb, Pb) and now occur in a certain glass below the effective concentration, but above the geogenic determined concentration of the raw materials. However, again, the limits of these concentrations are not clearly defined. SLG is relatively poor in some elements in its primary production. This offers the advantage that especially certain elements from the fly ash in the furnace, which originates from the wood ash component, can be absorbed into the glass and accumulate during (repeated) recycling: These are essentially K, Mg and P. Possible Na losses due to evaporation during repeated melting are also to be discussed as to whether they can serve as a recycling indicator in special cases. However, due to the different formulations (different mineral soda/trona content), this indicator can only be meaningfully estimated in precisely defined find contexts.

Already in the last centuries of Roman rule, a pronounced recycling of glass can be proven, which can certainly be attributed to the troubled times, especially in the peripheral areas of the empire and the temporary interruption of trade networks[14]. With the socio-cultural upheavals of the Migration Period, this effect can certainly be assumed to have intensified, and should be tested for Rhenish glass.

In the second half of the 8th century, another caesura with the scarcity of SLG led to the »invention« of wood ash glass (WAG). Its earliest evidence was found for the late 8th century in the Carolingian palatinate of Paderborn[15], and for contemporaneous glass in the French monastery of Baume-Les-Messiuers[16]. This transition from SLG to WAG led to the production of mixed glass (»MIG«) in some glass workshops[17]. However, the WAG will not be further investigated in this paper.

Figure 2 presents an overview of the frequency of the main glass types in the first millennium of our era. Here, all recorded analyses of the data collection assigned to the major glass types are presented, regardless of their geographic distribution. Please note: For clarity of presentation, the frequencies of the main types are not shown relatively among themselves, but only within a respective group. A few outliers will not be discussed further here. E. g., the occurrence of early wood ash glass (WAG) < 700 CE is with some certainty due to erroneous dating.

For this presentation, we evaluated the absolute number of analyses available in the literature as well as our own unpublished analyses. There is, of course, the risk of a bias of the proportions, since especially more modern publications could overrepresent certain sites due to the newer applied analytical methods, which allow a larger sample throughput. Nevertheless, we do believe that this diagram reflects well the respective

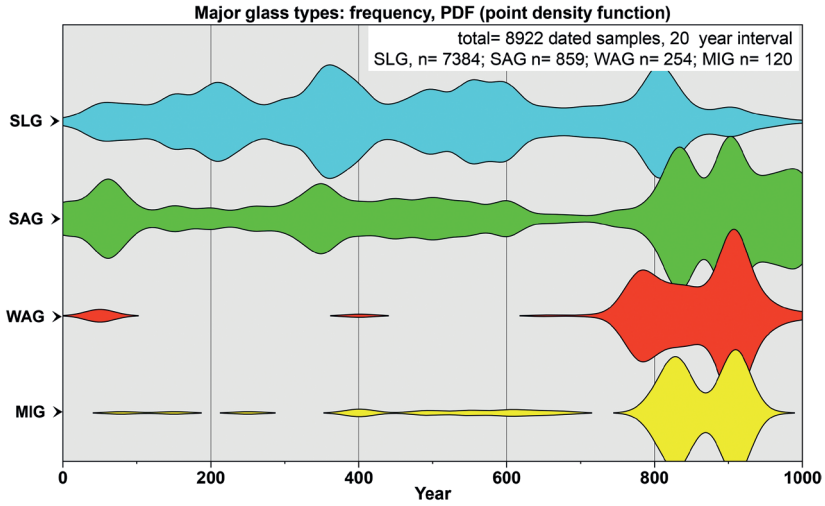


Fig. 2 Frequency diagram of the three major glass types and a type defined as glass mixing from major types (»MIG«) in the first millenium CE. No geographical filter is applied. – (Diagram A. Kronz, Göttingen, Literature data, Göttingen Glass database, GuGl).

times of increased occurrence of certain glass types. It can be well seen that SLG dominates the first eight centuries of the common era. SAG, however, has never been completely displaced. It is, however, limited in its distribution to southeastern Europe. The strongest caesura occurred at the end of the 8th century with the emergence of WAG, an increased production of SAG and the already mentioned mixture of glasses of different main types, typical in this transitional period, the latter essentially between WAG and SLG. For the SLG, the periods of crisis with reduced glass production alternating with periods of larger glass production are clearly visible in the diagram: at the end of the 3rd century and during the Migration Period, there were downturns, while in Late Antiquity, for example, glass production increased significantly. Likewise, a renewed increase in SLG production can be seen in the Carolingian period, before this type of glass completely disappears in the 10th century.

»ROMAN«, »HIMT«, »HLIMT«, »LEVANTINE«, »EGYPT«, »FOY-SÉRIES«: THE CONFUSING MULTIPLICITY OF DEFINITIONS OF SODA LIME GLASS

There are numerous suggestions in the literature for variation diagrams to distinguish the different production groups[18].

Table 1 lists the most important production groups of the SLG. The analysis of the large amounts of data in our data collection certainly resulted in inconsistencies in the classification of the individual types. Therefore, some of the type classifications used in this work are not the definitions as used in the initial identification of a production group in the respective studies: This is not to detract from the value of these papers. Other suggestions for grouping are additionally given in table 1, but exact consistency of the various designations of a group is not always given. Also, certain groups have been grouped together, which will be justified in more detail below.

Figure 3 is an attempt to classify the identified production types of soda lime glass in their temporal development during the first millennium CE, based on a large number of samples from our data collection.

In addition to the problems of actually assigning the glasses to specific production groups, it can be expected that for some of the samples there is also erroneous dating. Often, glass of different ages is mixed in the settlement context. However, the large number of samples evaluated somewhat compensates for

Production group/ Subtype (this paper)	other definitions	approx. first occurence	approx. decline	Provenance	References
Roman-bg		3rd c.	4th c.	Levant	Silvestri 2008; Brems/Degryse 2014; Schibille et al. 2012
Roman-Sb	Foy groupe 4	2nd c.	end 3rd c.	Egypt	Silvestri/Molin/Salviulo 2008; Hoffmann Barfod et al. 2020
Roman-Mn	Foy groupe/sér 3.1			Levant	Silvestri/Molin/Salviulo 2008; Foster/Jackson 2010
Roman-SbMn		end 2nd c.	end 4th c.	mixed	Silvestri/Molin/Salviulo 2008
Levantine-1	Foy groupe/sér 3.3	late 7th c.	early 8th c.	Levant	Freestone/Gorin-Rosen/Hughes 2000; Phelps et al. 2016
	Levantine *sensu lato*	4th c.	8th c.	Levant	Foster/Jackson 2009
Levantine-2				Levant	Freestone et al. 2000; Phelps et al. 2016
HIMT-1	Foy groupe 1; HIMT *sensu stricto* (HIMTa, HIMTb)	325	5th c.	Egypt	Mirti/Casoli/Appolonia 1993, group »E«; Freestone 1994; Freestone/Ponting/ Hughes 2002; Freestone/Wolf/ Thirlwall 2005; Foster/Jackson 2009; Nenna 2014; Freestone et al. 2018
HIMT-2	Foy groupe/sér 3.2	300	5th c.	Egypt?	Foy et al. 2003; Foster/Jackson 2009; Gliozzo et al. 2019
	Foy groupe/sér 2.1	1st h. 6th c.	7th c.	Egypt?	
	Foy groupe/sér 2.2	2nd h. 7th c.	end 8th c.	Egypt? Recycled	
	HLIMT				Ceglia et al. 2015
	Saxon	400	700		Freestone/Hughes/Stapleton 2008
Egypt-1		710	790	Egypt	Phelps et al. 2016; Schibille et al. 2019
Egypt-2		720	970	Egypt	Gratuze 1988; Phelps et al. 2016; Schibille et al. 2019

Tab. 1 Production groups of Soda Lime Glass. – (Table A. Kronz, Göttingen).

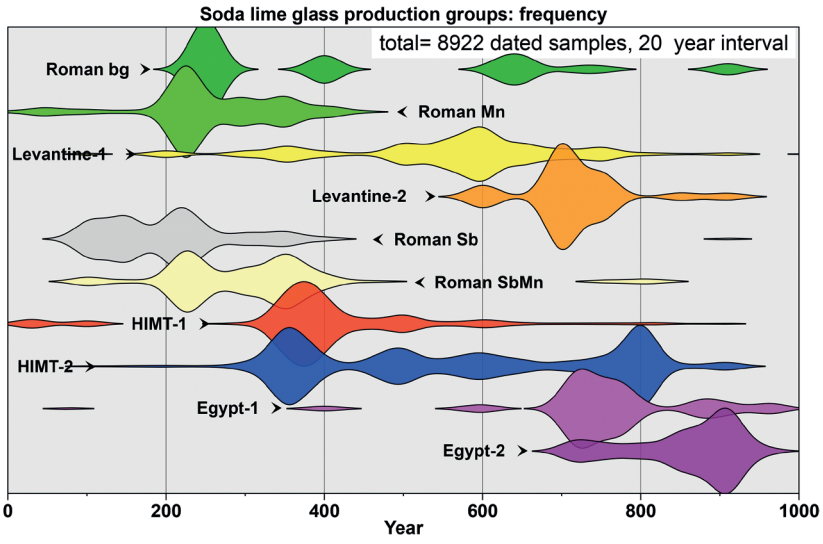


Fig. 3 Classification attempt of the glass subtypes in a frequency diagram of production groups within the SLG major type. Regardless of remaining errors in dating and type assignment, clear temporal distribution trends are recognizable due to the large number of evaluated samples. – (Diagram A. Kronz, Göttingen, Literature data Göttingen Glass database GuGl).

this effect. As in **figure 2**, the different subtypes cannot be compared with each other because of their very different absolute numbers, but rather the relative proportions within a respective group are shown in their temporal variation. The temporal distribution is quite determinable for the SLG subtypes (production groups). Some observations, which are already sufficiently described in the literature, are briefly outlined again here:

Even in ancient times, glass could be decolourized very effectively. Antimony (Sb) and manganese (Mn) were used as the most important decolourants, with arsenic (As) being added only in modern times. An overview of the distribution of Sb-, Mn-, and SbMn-decoloured glasses regardless of production type is given by Elisabetta Gliozzo (2017).

1. »Roman« is used here to distinguish the early SLG glass types, which are seperated from the other SLGs by a relatively pure sand raw material and exclusively shell limestone as Ca raw material. Roman colourless glass begins with the Sb-rich type (Roman-Sb)[19]. It is apparently not replaced by the colourless glass that is decolourized with Mn (Roman-Mn), rather both variants exist contemporaneously from the beginning of the 3rd century (**fig. 3**). Consistently, they also seem to occur very early as mixtures (Roman-SbMn). This mixed glass is still common in the 4th century, while at least the pure Roman-Sb circulates only in residual quantities in this period.

   Roman-Sb is attributed to an Egyptian provenance, while Roman-Mn and Roman-bg are of Levantine origin (Hoffmann Barfod et al. 2020). In Late Antiquity, we then observe the marked increase in the mixing of both Roman types to Roman-SbMn a mixed type that can attest to the widespread recycling of old glass[20]. **Figure 3** shows the occurrence of Roman-SbMn, however, in two temporal centers of distribution. The occurrence of early Roman-SbMn coincides with the occurrence of Roman-Mn. Thus, it cannot be excluded that either this mixed form was already produced in certain primary glassworks or that both raw glass types were fused together in secondary glassworks. A more detailed evaluation on the degree of recycling will answer this question, but is not the subject of this work.
2. »Levantine« refers to Late Antique, Early Medieval SLG: They have been defined at type localities such as Jalame, Apollonia, and Bet Eli'ezer for 6th-8th century glass[21]. Their demarcation from the »Roman« is rather fluid, but certainly there are differences that indicate changes in formulations, such as the much lower Na_2O contents of the Levantine type. In its pure form, Levantine glass contains no intentionally added manganese or antimony, and the natural Mn content is less than 300 µg/g. In the literature, however, we repeatedly find manganese-containing glass referred to as »Levatine«; in most cases, this is probably glass that has already been recycled[22]. Also, in some studies certain older ancient glasses (before 400) are classified with the group designation »Levantine«, because they show characteristics that correspond to the Levantine *sensu stricto* of the 6th/7th century[23]. The basic chemical similarities of both Levantine and Roman-Mn glass types in terms of non-intentionally added elements point to the same or similar sand sources and a common origin from the coastal region of the Levant. The classification »Roman-Mn« or »Levantine« is therefore probably more a question of the recipe and less one of the sand raw material source.
3. Two groups of very late SLG are identified as Egypt-1 and Egypt-2. Based on their chemical signature, these are quite easily distinguishable from other production types. Due to their original definition on the basis of stamped glass weights, it has been possible to date the occurrence of both groups very precisely. The Egypt types can be subdivided into further subtypes whose temporal distribution is well recorded[24].
4. The designation HIMT (high iron, manganese, titanium) *sensu stricto* is used to define SLG types that are well distinguished from the Roman and Levantine groups by significantly increased contents of the specified elements[25]. In addition to the designations HIMT-1 and -2, »weakHIMT«, »strongHIMT«, and

HIMT-a, -b, and HLIMT[26] are also found in the literature for further subdivision[27]. HIMT- 1 as well as the earliest HIMT-2 (also: Foy série 3.2) appear apparently very spontaneously on the markets, HIMT-2 even slightly earlier. In Hambach, both types are used contemporarily. The types Roman-Mn and -SbMn compete at the same time (**fig. 3**).

While HIMT-1 does not have a too long persistence and is of minor importance already in the 5th century, glasses with a chemical signature of HIMT-2 continue to persist, even after the disappearance of the actual Roman types, to compete with Levantine glasses. HIMT-1, or HIMT *sensu stricto*, are thereby chemically quite clearly distinguishable from the other production types. This group was already conspicuous in earlier work[28] and can today be assigned with some certainty to an Egyptian provenance, since also certain trace element patterns agree with the Egypt types. The HIMT-2 glass type is more difficult: its complexity and differentiation from other production types will be discussed in detail below. This designation is delineated for glass that is similar in chemical signature to HIMT-1 but does not contain quite as high concentrations in the designating elements (Fe, Mn, Ti), hence referred to by Rosenow and Rehren (2014) as weakHIMT or otherwise as HIMT-2[29].

If we try to distinguish the HIMT-2 group from the Roman, Levantine and HIMT-1 type glasses on the basis of the chemical composition, we come across a large group that is difficult to define, characterized by a greater dispersion of the data, as well as a large temporal depth starting from the beginning of the 4th century and persisting until the 9th century. This observation is not new and has prompted various authors to undertake further subdivisions within this group, among others. D. Foy et al. (2003) distinguish their »groupe/série-3.2« for Late Antique, and the »groupe/série-2.1/2.2« for Early Medieval glass, the youngest series with higher proportions of recycled glass. A. Ceglia et al. (2015) defined a chemically well delimitable HLIMT group as a separate type. I. Freestone et al. (2008) introduced the term »Saxon« for Anglo-Saxon glasses in the 5th-7th century period (**tab. 1**), but these also show considerable chemical scatter in the variation diagrams.

In a review article, I. Freestone and co-authors (2018) reject the designations weak HIMT, or HIMT-2, and speak only of »HIMT« (*sensu stricto*) for glasses classified in this paper as HIMT-1, but with a further subdivision (HIMTa, b) that can be distinguished on the basis of different correlation trends of Ti and Fe. And indeed, some trace/major element ratios (e. g., Th/Zr vs. La/Ti) show that the Egypt groups and HIMT (*sensu stricto*, referred to in this article as HIMT-1) form a definable group relative to the Roman-Levantine and just such groups that we group together here as HIMT-2 (including Foy-3.2, -2.1, -2.2, HLIMT)[30]. However, if we try to classify the SLG, which can neither be assigned to the Roman or Levantine types (due to higher Fe, Mn, Ti contents), nor classified as HIMT-1, as the types defined by Foy et al. (Foy série 3.2, or group 2) or HLIMT, substantial difficulties of an unambiguous assignment arise for many literature data and the glasses we studied. We therefore group all glasses of a particular signature (shown in **fig. 5** and **6**) in the mutual Ti-Fe-Al ratios here as »HIMT-2«, even though we are aware that some subgroups could be more clearly assigned to Foy séries 3.2, 2.1/2.2, or HLIMT. What our HIMT-2 group has in common is that the glasses probably obtained their sand raw material from a largely uniform deposit.

I. Freestones[31] arguments for a deliberate addition of (a yet unknown!) Fe-Mn-ore to the HIMT (*sensu stricto*) glass as a »branding« and quality proof, appear comprehensible and conclusive. Consequently, however, it cannot be ruled out that glass made from the same raw materials (the same sand source and the same trona) may exist without this particular additive. At least Foy's série 3.2 appears to be such a glass type, because of its contemporary and often local occurence (as Hambach shows!). Therefore, the designation »HIMT-2« still seems appropriate to us to express the same basic glass type of probably Egyptian(?) provenance.

METHODOLOGY

From the glass samples chips of 1-2 mm in diameter were cut off and mounted into epoxy 1-inch discs. After grinding a final surface polish up to 1 µm finish was established. The surface was coated by a 15-20 nm carbon layer to enable electrical conductivity. 20 major and minor elements were analysed by electron microprobe (EPMA) at the Geowissenschaftliches Zentrum, Göttingen University. The JEOL JXA 8900 instrument is equipped with 5 wavelength dispersive spectrometers for quantitative measurements. Synthetic and natural reference material are used for primary calibration (Appendix, **tab. A1**). The correction of the raw data is done by the »phi-rho-z algorithm (z)« of the CITZAF program according to Armstrong (1995). The CORNING glasses COR-A, -B, C, -D were analysed as secondary references[32]. Deviations for COR-A and COR-B and COR-D which represent the typical element ranges of SLG, SAG and WAG respectively are found in general to be less than 2 % relative for element oxides abundant in concentrations > 1 wt.% and 1 to 10 % for concentration ranges of 0.1 to 1 %.

Table A1 (Appendix) gives an overview of the analytical conditions:

Five individual measurement points are averaged. The standard deviations in comparison to the predicted errors by counting statistics enable an assumption about the homogeneity of each sample.

The electron beam was defocussed to an effective diameter of 22 µm to avoid the well known fact of Na-loss in Natron glass due to electron bombardment.

Major and trace elements were measured at the Geowissenschaftliches Zentrum, Göttingen University using a ThermoFisher Scientific Element2 single-collector, high-resolution magnetic-sector inductively-coupled plasma mass spectrometer, combined with a Resonetics Resolution M50 Laser ablation system (Coherent COMPex 193 nm ArF eximer laser). The laser operates at a pulse rate of 10 Hz and a focused laser energy of about 3 J cm^{-2}. Focusing was adjusted at 100 µm diameter spots and a sampling depth of approx. 100 µm was aquired. The NBS610 Standard glass (NIST) containing nominal 450 ppm of almost all elements except the major elements was used for primary calibration. In total, we obtained a methodologically compatible data set of 68 elements.

SAMPLES AND SAMPLING

The study focuses on the extensive glass finds from the Harbour area in Cologne, especially from the excavations on Heumarkt and Kurt Hackenberg Platz[33].

An important aspect was also the analysis of other Early Medieval glass finds from trade centers that may have been supplied with Rhenish glass. These include the North Sea islands but also finds along the trade routes within the Frankish Empire.

A total of 276 glass samples were characterized with 287 analyses. Of these, 147 analyses were of material from the immediate urban area of Cologne and 140 analyses were of comparative samples from potential trade locations. In order to obtain a more comprehensive picture of the development of the glass typology, previously described glass finds from the Rhineland were also re-analysed due to the changes in analytical methods in the meantime. Even though the quality of the older analyses is generally good, in some examples systematic deviations in the data occurred, which even affected the interpretation of the glass provenance[34]. Furthermore, trace element data were often not available from the older analyses, but these are important for understanding the glass interpretation.

Repeat analyses were performed on:

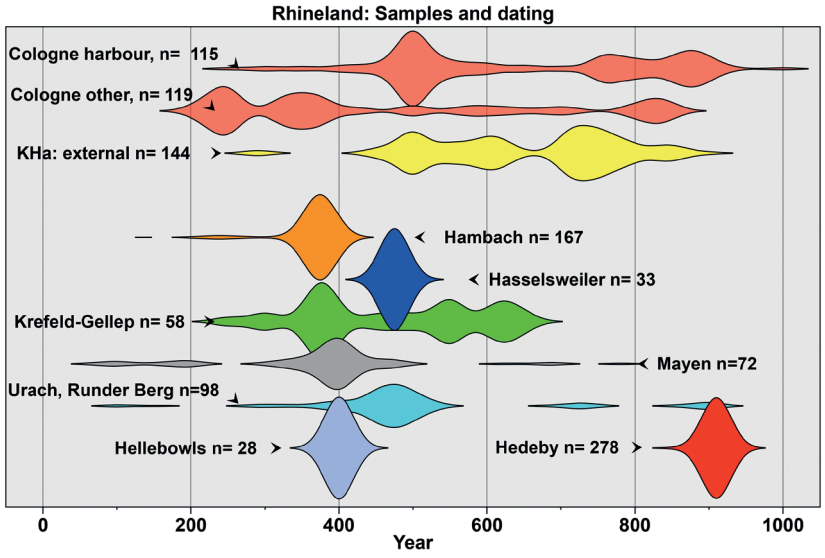


Fig. 4 Temporary distribution of SLG discussed in this paper: Cologne Harbour excavations (Heumarkt and Kurt-Hackenberg-Platz), other Cologne sites (e. g. Tel-Aviv-Straße), external sites investigated within the »Harbour project«, Hambach (new analyses within this project; data of Rehren/Brüggler 2020), Hasselsweiler (new analyses; Päffgen/Wedepohl 2004), Krefeld-Gellep (new analyses; Wedepohl/Pirling/Hartmann 1997), Mayen (unpublished data RGZM Mainz; Grünewald/Hartmann 2014), Urach, Runder Berg (Czygan 1987; Koch 1987), Hellebowls (Rehren/Brüggler 2015), Hedeby / Haithabu (Dekówna 1990; Kronz et al. 2016). – (Diagram A. Kronz, Göttingen).

1. 89 samples (92 new analyses) from Hambach (74 analyses) and comparative Roman glasses (18 analyses, mainly barrel jugs from potentially Hambach production of different sites)[35].
2. 17 new analyses on 16 glasses of Merovingian glass production at Hasselsweiler near Jülich[36].
3. 24 new analyses of glass from the Romano-Frankish cemetery of Krefeld-Gellep[37].

Recent systematic studies carried out on Late Antique/Early Medieval glass in the Rhineland, for example the »Hellebowls«[38] and Mayen[39], are also included for evaluation. Other earlier analyses with possible relation to the Rhineland are available from the »Runder Berg« near Urach[40]. **Figure 4** lists the comparative samples of Rhenish provenance discussed here in their temporal frequency distribution of finds. The ages are based on archaeological dating. They are presented as point density functions, with values randomized over the dating period, assuming symmetrical distributions.

RESULTS

Glass from Hambach, Hasselsweiler, Mayen, and Krefeld-Gellep – new analyses, new assessment

Figure 5 and **6** are used to distinguish the different subtypes of the SLG. We have selected three different binary diagrams whose axes are each represented by an element ratio[41]. There are numerous other options to make differentiations also on the basis of specific trace elements, which would go beyond the scope of this paper[42]. The distribution fields (coloured areas) have been determined from the variation of the respective production types, since the diagrams are no longer clear when all individual analyses are displayed. These fields are a momentary snapshot, which will most certainly change again with the extension of the database and possibly new definitions. Also, different production groups overlap in certain diagrams, so that a single diagram does not allow a clear assignment of a glass to a specific production type.

The very extensive glassworks of Hambach prove that the Rhineland certainly belonged to an important center of secondary glass processing in the Late Antique northwestern Roman Empire[43]. The discoveries and excavations of these extensive furnace sites were made during archaeological explorations in preparation for the Hambach open-pit lignite mine. It is quite likely that there were several other large Roman

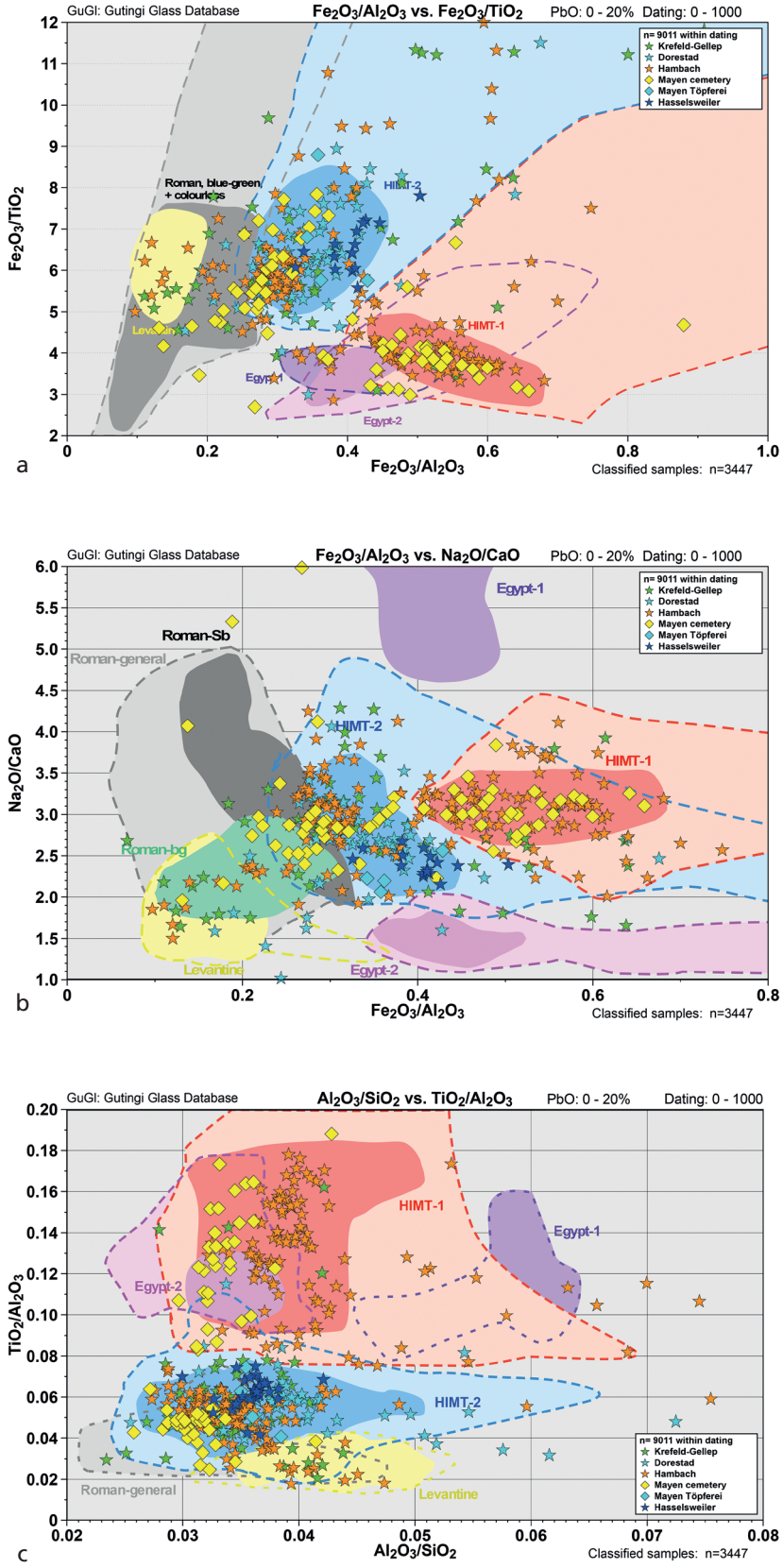
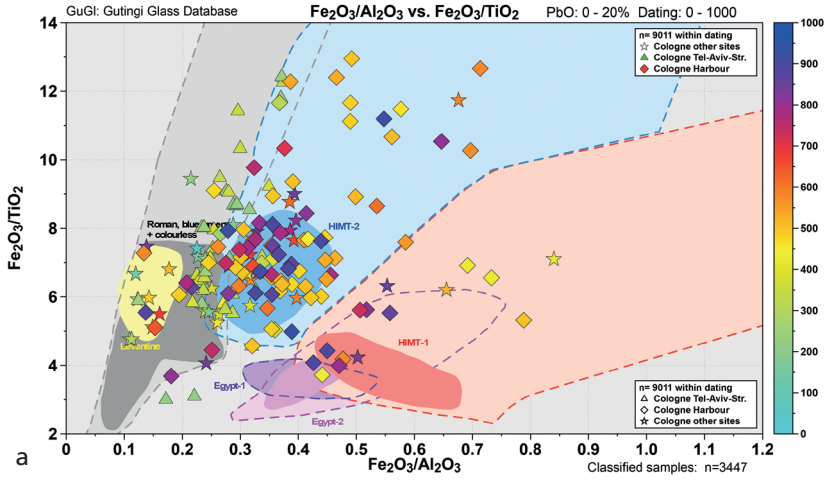
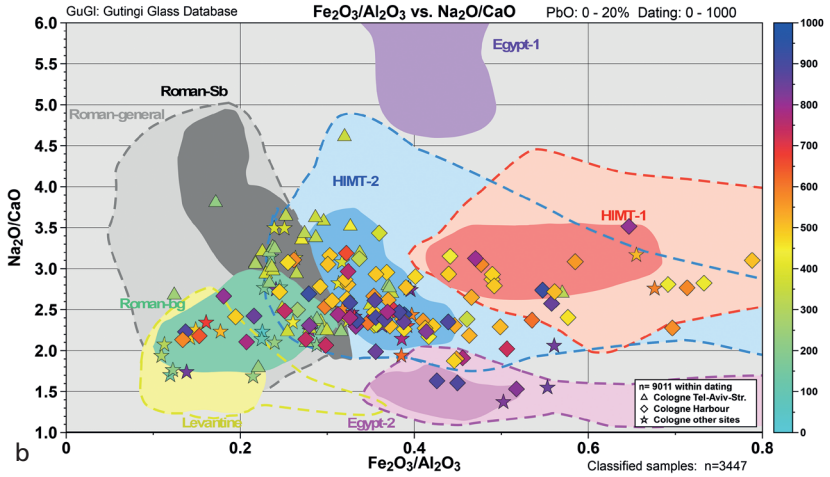


Fig. 5 Binary element ratio diagrams useful for the separation of SLG productiongroups: **a** Fe_2O_3/Al_2O_3 vs. Fe_2O_3/TiO_2. – **b** Fe_2O_3/Al_2O_3 vs. Na_2O_3/CaO. – **c** Al_2O_3/SiO_2 vs. TiO_2/Al_2O_3. The coloured fields are estimated distributions of the respective SLG production groups, based on the GuGI database on its current status (3447 classified samples, SLG subgroups). Glass from Hambach, Krefeld-Gellep, Mayen. – (Diagram proposal after Schibille et al. 2017, diagrams A Kronz, Göttingen)





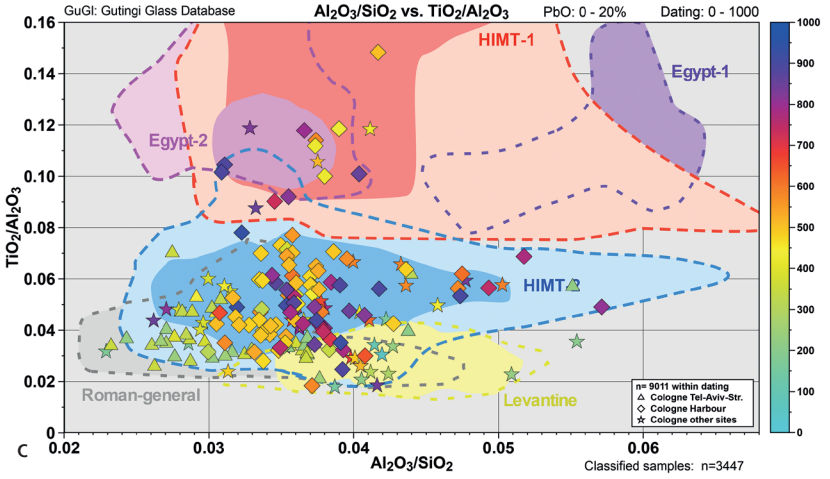


Fig. 6 Binary element ratio diagrams useful for the separation of SLG productiongroups **a**, **b**, **c** as in fig. 5. Cologne samples. – (Diagrams A. Kronz, Göttingen).

production centers regionally where raw glass was processed into finished objects[44]. A renewed evaluation of the Hambach glass is of importance in so far as, firstly trace element data are now available, and secondly the transition from Roman antiquity to the Early Middle Ages in the Rhineland can be recorded with regard to the glass craft. The main focus is on the question of changes in the glass recipes and thus in the composition of the glass, which firstly can give conclusions about the raw glass sources, but secondly should also help to answer the question about the recycling of the glass in particular. At the same time as our analyses, a new analysis of the Hambach glass was carried out by Rehren and Brüggler (2020).

While Karl Hans Wedepohl, based on the minor element signature, considered the Hambach glasses to be an independent Roman primary glass production[45], recent studies clearly show that it is not a regionally typical chemical glass signature, but rather the typical Late Antique glass types HIMT-1 and HIMT-2 (Foy série 3.2), which were traded throughout the Roman Empire[46]. According to Wedepohl, the arguments in favor of a primary glass production at Hambach were, first, the installed large tank furnaces and, second, a divergent minor element signature that followed the local sand deposits in the northern Eifel region, especially with regard to iron contents. However, due to the typical $^{87/86}Sr$ isotopic signature, which follows the recent seawater Sr isotopic signature and the high Sr/CaO ratios, the use of imported shells for this glass production must be postulated[47]. Meanwhile, we know that Roman tank furnaces were obviously not restricted to the production of primary glass from raw materials. The iron contents of the original analyses from Hambach were systematically determined too high and now by no means result in an independent group that can be distinguished from the other glass subtype[48]. Rather, the now newly determined iron contents clearly fit into the variation ranges of the Late Antique HIMT-1 and HIMT-2 glass compositions. The HIMT-2 group of Hambach glass is chemically still close to the Roman types. The agreement with the série 3.2 group defined by Foy et al. (2003) is not particularly satisfactory, contrary to what is presented in Rehren and Brüggler (2020). For Hambach, we do not see a continuous transition between HIMT-1 and HIMT-2 glass. Rather, the foci of chemical variation of the two groups are well separated, and mixing of these production types apparently did not occur at the site (**fig. 5a-c**).

Only a short distance away from the Hambach glass workshops, the glass finds from Hasselsweiler near Jülich prove the existence of a glass workshop from the 2nd half of the 5th century[49]. The find material is well dated and covers a not too large temporal spread of only about 50 years. The glass finds are significant because they are located near Cologne and Hambach and chronologically follow the Hambach glassworks. This glass, however, dating to less than a century later, is easily distinguishable from the Hambach HIMT-2 group and shows a clear change in glass chemistry. The Hasselsweiler glass corresponds quite well to the Foy série 2.1. They also coincide with the group of glasses from Cyprus defined as HLIMT by Ceglia et al. (2015). Obviously, a change in the source of the raw glasses occurred in the 5th century. The compositions scatter only slightly, which is evidence for a temporary activity of the workshop and the supply of the raw glass from probably only one source (**fig. 5a-c**).

For glass research in the Rhineland, the finds from the Krefeld-Gellep cemetery are of considerable importance: In contrast to other burial sites, the occupation of the cemetery around Fort Gelduba did not stop with the end of the Roman period, but continued well into Frankish times. K. H. Wedepohl recognized this importance and has analysed Roman and Frankish glass[50]. Fundamental changes in glass compositions were recognized in the transition from Roman to Frankish glass, but the analysis at that time of only 27 samples is quite modest compared to the large number of glasses found. With our new analyses of the same sample assemblage, trace element data are now available. The compositions of the Gellep glasses vary widely, which on the one hand is due to the great temporal depth of this glass assemblage, but on the other hand certainly also to the find itself. Unlike in a workshop, here glasses were collected as grave burial objects from certainly very different origins. Only one vessel can be assigned to the early Roman-Sb type, five others

are either Roman-Mn or Roman-bg, only two HIMT-1 vessels can be identified. The large remaining group is HIMT-2, with the older, Late Antique group (corresponding to Hambach HIMT-2) and the younger group (corresponding to Foy série 2.1/2.2) being about equally represented. The analysis of a claw beaker (»Rüsselbecher«) can be regarded as a remarkable finding: Except for some colouring trace elements (Cu + Pb) and production-related slight differences in Na2O content, the fragment of the claw beaker from Gellep (Gel-27) is chemically identical within the analytical error limits to a claw beaker fragment from Norddorf on the island of Amrum (KHa 137). Thus, they not only originate from the same workshop, but must have been made at the same time in the first half of the 6th century from the same raw glass batch[51].
Late Roman glass from Mayen/Eifel roughly coincides with the period of operation of the Hambach Ironworks. Glass analyses were carried out by S. Hartmann and S. Greiff at the Römisch-Germanisches Zentralmuseum in Mainz (RGZM) on samples from a Late Roman cemetery[52]. Four other samples of younger glass (5th, 7th, 8th/9th century) from a settlement context were analysed by us[53]. The majority of the Roman glass from the cemetery of Mayen shows a remarkable agreement with the two Hambach groups HIMT-1 and earlier HIMT-2. The deviation still to be noticed in the diagrams of Grünewald and Hartmann (2014, fig. 6.5) is, as already mentioned, to be attributed to the too high determined iron contents of the earlier analyses in Gaitzsch et al. (2000). In addition, a very clear separation of both Hambach glass groups can be observed. It shows that both glass sources were not mixed. However, the separation between the classical »Roman« types and HIMT-2 remains blurred. Here we see, especially for Mayen, a continuous development from the classical colourless Roman types towards the higher titanium and iron contents, the Late Antique glasses called »série 3.2« by Foy et al. Also, this early HIMT-2 group is intermediate between HIMT-1 and the Roman types in many variation diagrams.

Glass from Cologne

Cologne glass workshops can be traced back to the 1st century AD[54].
Roman glass from Cologne, the Colonia Claudia Ara Agrippinensium (CCAA), could be analysed from the finds of the excavation Tel-Aviv-Straße, with 44 samples. 43 samples are commodity glass, while one sample turned out to be waste of metallurgical processing. The findings date to the period from the 3rd to the beginning of the 5th century[55]. The most outstanding find is a shard of a conchylia cup (»Konchylienbecher«, a variety of a fish beaker)[56]. The finds, among others, also glasspipe cuttings, raw glass and crucible fillings indicate a small-scale glass processing workshop (*officina*), which probably produced high-quality hollow glassware. The result of the analyses is remarkable: As expected, all Roman types (Roman-Sb, Roman-Mn and Roman-SbMn, with a tendency towards HIMT-2) are found. However, not a single HIMT-1 glass can be detected, although the specimens date until the beginning of the 5th century. Apparently, the yellow-green coloured HIMT-1 glass was not desired for the production spectrum of glassware of this small specialized workshop, although it was supplied in masses at the same time (at least for the Late Antique phase) in Hambach, hardly 30 km away. If one follows the arguments of Freestone et al. (2018), the HIMT-1 glass was intentionally coloured to denote its easier smeltability on the merchandise product compared to the Roman types. HIMT-1 is, relative to the classically colourless Roman type, easier to melt and has a lower viscosity at a given temperature than the glasses of Levantine provenance. Thus, it is plausible that the HIMT types were well suited for simple mass-produced goods, such as bottles. The Tel-Aviv-Straße workshop in Cologne may have produced primarily sophisticated, high-end glassware for the luxury market: only the colourless Roman-type glasses could be considered for this purpose. With some certainty, this raw glass also had a higher price. Both groups could apparently still be easily obtained in the Rhineland in the late 4th century. Foster and

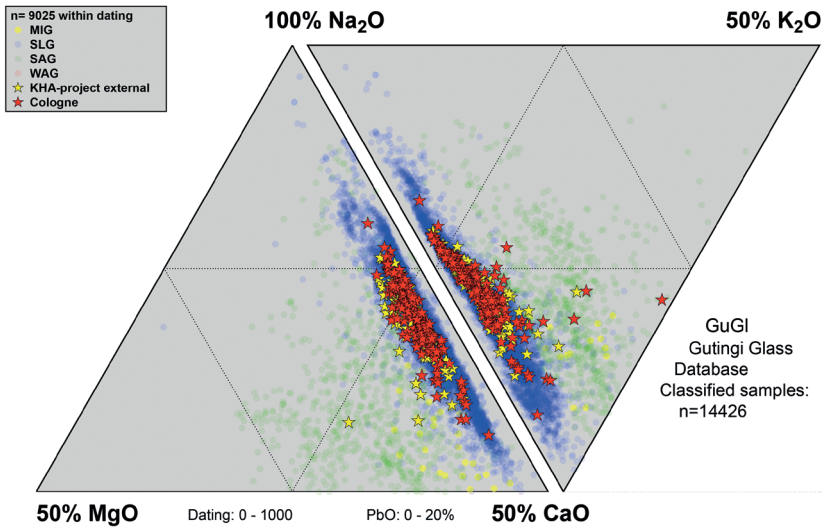


Fig. 7 Double ternary diagram of the systems Na_2O-CaO-MgO and Na_2O-K_2O-CaO (mass-%), 50-100 % of the Na_2O-corner. Glass from Cologne (red asterisks) and other investigated sites within the »Harbour project«. – (Diagram A. Kronz, Göttingen)

Jackson (2010) also already noted that Levantine glass was used for higher quality glassware in Britain and was also less recycled. In the element ratio variation diagrams shown, the transitions of the glass analysed from the Tel-Aviv-Straße workshop to the HIMT-2 type are not quite clearly separated (**fig. 6**). However, the generally lower absolute contents of the heavy mineral-derived elements Fe and Ti make it possible to distinguish them from the Hambach HIMT-2 group.

Cologne Harbour

Antique and Early Medieval glass from Cologne Harbour (excavations Heumarkt and Kurt-Hackenberg-Platz)[57] is despite a few exceptions restricted to the SLG type (**fig. 1**). Only a few late dated Carolingian window panes are exceptionally WAG. They will be not discussed further here.

In **figure 7** glass samples from the Cologne and the comparative localities of the Harbour project are shown (restricted to the 50-100%-Na_2O-component corner of the ternary systems described in **fig. 1**). The potassium enriched »outliers« (ternary system Na_2O-K_2O-CaO) are glass from thin layers of crucible fillings, enriched in Al and K, low in MgO, hence contaminated glass and thus not interpreted as soda-plant-ash glass (SAG). To our knowledge, SAG cannot be confirmed in the Rhineland so far.

In the following, we try to trace the transition from Roman glass technology to the Early Middle Ages on the basis of the Rhenish glass workshops. As already evidenced by the burials of the numerous glass vessels in the Krefeld-Gellep cemetery, the Rhineland seems to be characterized by a continuity of glass use beyond the end of the Roman Empire. With the evidence of glass processing in the frankish settlement area at the harbour of Cologne, this also applies to the manufacture of glass objects. This raises the question of whether, in the times of enormous socio-cultural upheavals during the Migration Period, the supply of raw glass from the Levantine and Egyptian primary glassworks completely ceased and possibly only the abundant Roman glass was recycled? With the extensively investigated glass workshops in Hambach and the Tel-Aviv-Straße in Cologne, we now have a very good overview of the types of glass processed in the Rhineland in Late Roman antiquity. It should be noted that this production spectrum also largely corresponds to the types of glass in circulation in the region (in the chemical sense), as shown, for example, by the findings from Mayen and numerous other investigations of Roman utility glass[58].

If we now look at the chemical composition of the Frankish glass from the Cologne Harbour (**fig. 6**) under this aspect, the spectrum of glass types changes:

1. The original pure Sb- or Mn-decoloured Roman glass types can no longer be traced. The recycled mixed Roman-SbMn glass is only sporadically encountered.
2. HIMT-1 is almost completely extinct: A few unspecific finds, which can be identified as HIMT-1, could well be relicts of older material in the respective post-Roman dated strata, if they are not clearly to be addressed as Frankish objects. For a few finds from HIMT-1, which can clearly be attributed to Frankish glass processing, the reuse of Late Roman cullet must be postulated.
   The generally observed rapid decline of the HIMT-1 type (**fig. 4**) in the beginning of the 5th century can thus also be traced in the finds from the Cologne Harbour.
3. We assign the majority of all SLG of the Cologne port to the type HIMT-2.
   There is more variation in their compositions than we observe for other SLG production types. Good correspondences exist for age-matched samples to the Hasselsweiler glasses, while the Hambach HIMT-2 chemical signature is less represented. Roman inherited glass seems to play hardly any role in the stock of 5th/6th century Cologne Harbour glass, although they could certainly have been recycled in masses from old glass. This raises the question whether the broad spectrum of HIMT-2 types found in the Cologne harbour might represent a mixture of various other glass types (Roman + HIMT-1) and thus always recycled glass. This question will be addressed in the following. A very clear chemical demarcation of the Roman types to HIMT-2 is not possible for the Cologne glasses, rather the transition is a continuous one. In contrast, HIMT-1 is clearly defined. Within the Cologne HIMT-2 type, chemical variants can be traced which, with some caution, correspond to the subdivisions between the Foy groups »série 3.2« and »série 2.1/2.2«. However, a complete congruence is not given. Ultimately, it remains to be examined to what extent analytical systematic deviations also complicate a group assignment here. In particular in the ratio/ratio diagrams of **figure 5** and **6** the analytical errors are quite two to three times the symbol sizes used in the diagrams.
4. The Levantine glass type, which was strongly represented in Europe around the 6th/7th century, is found only sporadically in the Cologne Harbour glass. However, this period is also not particularly well represented in the find material of the Cologne harbour (**fig. 3; 4**). Nevertheless, Levantine Glass seems to have reached the Cologne market only in smaller quantities, while it is found in larger proportions in the other trading locations studied.
5. Egypt types are nearly absent. Only three glass analyses of two Reticella decorated hollow jars and one funnel beaker of the 9th century can be assigned to the Egypt-2 type. This is out of proportion to the number of specimens dated to the 8th/9th century. Consequently, the Cologne area seems to have been hardly supplied with glass from the Egypt groups. Since no processing remains of Egypt-type glass were found, it can be concluded that this glass was not processed in Cologne and that the finds are imports of finished goods.

DISCUSSION: RHENISH GLASS

In the Rhineland, the general development of glass types in Roman times hardly differs from the other regions of the northwestern Roman Empire, as shown, for example, by the detailed studies of British sites[59]. In a very comprehensive study J. Komp has analysed Roman window glass from the Rhine area by means of major and trace element analysis[60]. Of 287 samples analysed from the dating period from the 1st to the 4th century, 271 are from SLG, of which 219 samples are window glass. The analysis of window glass offers the advantage that it is often produced in larger batches, is less susceptible to production-related

contamination, and was hardly intentionally coloured, at least in Roman times. Of disadvantage is the very vague dating, which, since window glass is quite nonspecific, can only be given with quite wide variation by the author. Komp's Roman window glass of the Rhineland and surroundings represents the Roman types and illustrates again the great chemical uniformity of Roman glass. By means of hierarchical cluster analysis, however, she distinguished 10 composition-specific groups. The window glass can be assigned predominantly to the Roman and early Levantine types and only in smaller quantities to HIMT-1 or HIMT-2. Glasses with manganese contents in the geogenic background concentration range are rarely found in Roman window glass of the Rhineland, while a large number do not contain intentionally added antimony. The composition of Roman window glass in the type spectrum is thus quite different from that of the circulating glass vessels.
In the Roman workshops of Cologne, the typical Roman-type glasses decolourized with antimony, manganese or both elements are found. In contrast, at Hambach, apart from only a few examples of early Levantine glass, almost exclusively the two HIMT types can be found. The Hambach glassworks are typical for the mass production of glassware, such as bottles and simple vessels, hence the use of larger furnaces, while the small workshop (*officina*) of the Cologne Tel-Aviv-Straße produced sophisticated and expensive glassware for the luxury market.
With the beginning of the 2nd quarter of the 5th century, the HIMT-1 glass seems to disappear almost completely from the market in Cologne. Only isolated pieces, including raw glass, mostly dated to the 5th century, appear in the finds of the harbour. It is possible that this is old glass that was processed in the workshops. The dominant glass in Cologne from the Frankish period onwards is HIMT-2 in variable chemical composition. Levantine-type glass plays only a minor role in the Rhineland in Late Antiquity, and its Early Medieval counterpart is hardly present in the glass of the Cologne Harbour, with a few exceptions.

Is all of the HIMT-2 glass from the Cologne Harbour recycled and a result of glass blending?

There is now no doubt that glass has been recycled everywhere and at all times, at least in secondary workshops, because reuse saves energy and costs and is technically simple to carry out[61]. Glass recycling can obscure its original origin if glass from different primary sources has been mixed and remelted. Recycling appears to be easily identified by unusually high levels of those trace elements that are intentionally added to the mixture to achieve desired effects such as colouration or opacification. If the concentrations are above the assumed content of the original raw materials (the »geogenic background value«), e. g., a few 10 µg/g for Co, Cu, Sn, Sb, Pb, but too low to achieve the desired effect, recycling seems to be quite obvious. However, it is not easy to set general thresholds, and of course the amount of recycled glass can vary in a wide range[62]. Moreover, in coloured glass, where the concentration of colouring elements is high anyway, it is impossible or at least difficult to judge whether a particular glass contains recycled fractions. However, the specific combination of »useful« and »unnecessary« elements may indicate recycling. Also, a mass balance of all elements can prove or disprove the use of various recycled components to produce a particular glass. In figure 8a, we reviewed the percentages of glass that exhibited recycling indicators compared to glass that appeared to have no recycling or, at best, low recycling percentages in a timeline for the entire database, where trace values were available. We then reviewed each production group separately. Any glass containing higher levels of a particular element believed to have been intentionally added to produce a coloring or opacifying effect is not included in this chart. Only the Roman types -Mn, -Sb, -SbMn, HIMT-1, HIMT-2, and Levantine are shown. A »recycled« glass is defined if any of the elements Co, Cu, Sn, Sb, Pb are between the

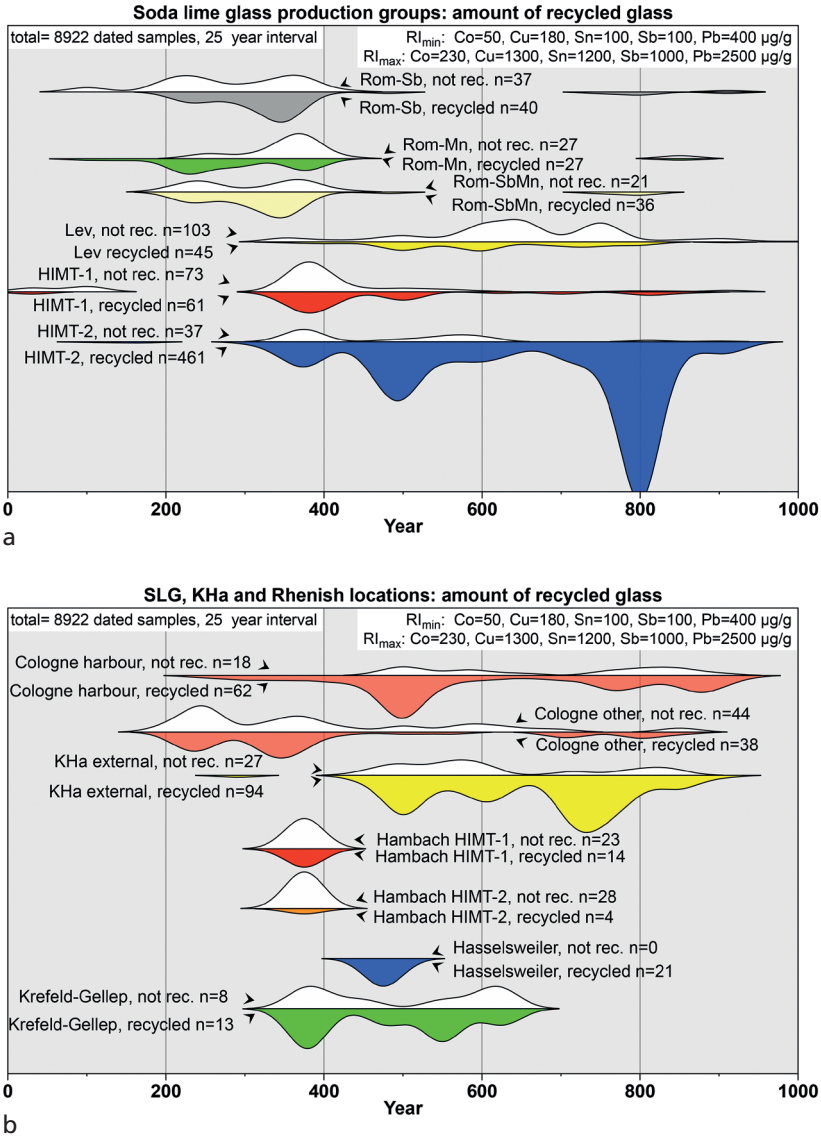


Fig. 8 **a** Ratio of recycled to non-recycled glass for different SLG types. Point density functions, symmetrical distribution assumed, GuGl database of 8922 classified and dated glass samples, Roman-Sb, -Mn, -SbMn, Levantine and HIMT types only. – **b** Ratio of recycled to non-recycled glass from different Rhenish sites, regardless of SLG production type. – (Diagrams A. Kronz, Göttingen).

respective »recycling index« RI_{min} and RI_{max} values, which here range from 50 to 400 µg/g for the minimum values and 230 to 2500 µg/g for the maximum values (lower coloured portion of each distribution pattern in **fig. 8a**). When all values are below RI_{min}, the glass is classified as »not recycled« (upper white areas in the graph). No filters were applied in the graph for object types (e. g., window glass, hollow glass), geographic origin or for archaeological sites (such as primary workshops, settlements, cemeteries, secondary workshops). What we can learn from **figure 8a** is that almost all SLG production groups have significant amounts of recycled glass. However, the amount of recycled glass is different for each group and each cumulation over time. Of course, we recognize that the distribution patterns represent only a snapshot. First, accurate trace element analyses compared to the total amount of glass in our database are rare, so the results are likely biased by the few projects where trace elements were analysed. Second, the picture could change if the grouping of SLG production types is defined differently in the future. As mentioned earlier, we have grouped a large set of glass data as »HIMT-2« in this work, although we note compositional changes within this group over time. Roman Sb glass begins in the 1st and 2nd centuries with a purely non-recycled group. The proportion of recycled glass increases within this group until its decline at the end of the 4th century. Three maxima of occurrence can be observed.

Roman Mn behaves somewhat strangely: of the two maxima in the 3rd and 4th centuries, the first has an unexpectedly high proportion of recycled glass. We cannot explain this behavior, but the number of samples belonging to the Roman-Mn group is very small here anyway. It seems that fresh primary glass entered the markets in the 4th century. Roman-SbMn is a mixed glass anyway. In the diagrams for Roman-Sb and Roman-SbMn, we have of course not included Sb and Pb as recycling indicators. Therefore, only the Co, Cu and Sn concentrations were used here as an indication of recycling to check whether pure raw glass or partially coloured cullet was mixed. When primary glasses of Roman-Sb and Roman-Mn were mixed, they appear here as »not recycled«. However, we observe an increase in recycled content with time.

The glass identified here as Levantine is consistent over a long period of time (though we would define the 4th century group as »Levantine«). Its appearance on the European markets is always characterized by a high proportion of fresh raw glass, especially from the 2nd half of the 6th century to the end of the 7th century.

It has already been mentioned that HIMT-1 seems to have existed for a relatively short time. **Figure 3** supports this assumption, but a large »tail« of the distribution pattern is evident by the end of the 9th century. HIMT-1 has a high proportion of glass from the beginning, which is referred to here as »recycled«. It could be that the uniform thresholds used for each glass type are different for HIMT-1. The ratio of »recycled« to »non-recycled« is very sensitive to Pb concentration for HIMT-1. It is likely that even fresh HIMT-1 contains somewhat higher Pb concentrations, although we set the Pb_{min} threshold to a relatively high value (400 µg/g). If a Mn-Fe ore (and other elements such as Ba, Sr) was intentionally added for staining purposes, as noted by Freestone et al. (2018), Pb could also be somewhat higher concentrated.

In almost all diagrams in which element concentrations or element fractions are plotted against each other, the glass group HIMT-2 is sandwiched between the other »primary« end members HIMT-1 and the Roman or Levantine types. Therefore, it would be reasonable to assume that HIMT-2 is not an independent primary production group at all, but always a mixture of, for example, Roman or Levantine types and HIMT-1. Jackson and Foster (2014) also discuss whether HIMT-2 could be a mixture of HIMT-1 and the Roman colourless glasses. This is the case, for example, in the diagrams with different ratios of elemental oxides Na_2O, Al_2O_3, SiO_2, Fe_2O_3, TiO_2 (**fig. 5; 6**).

The distribution pattern for all glasses classified as HIMT-2 in the database shows three or even four maxima (**fig. 8a**). Among all SLG production groups, HIMT-2 has the highest proportions of recycled glass. Nevertheless, it does not consist entirely of remelted glass cullet. If we assume that no fresh material was added in the primary workshops, we observe an influx of fresh primary glass in the 4th and late 6th centuries, but also intensive recycling in the 4th century and around 500.

HIMT-2 glass in Carolingian times consists almost entirely of recycled material. It appears that almost all Carolingian HIMT-2 is a mixture of possibly inherited glass fragments from various groups.

If we analyse the degree of recycling for the Rhenish glass, we find a high proportion of recycled glass for the Cologne Harbour (**fig. 8b**). Nevertheless, we also recognize proportions of fresh glass for the 5th and 6th centuries. The proportion of non-recycled glass in the 8th-9th centuries is also unusual here, but the small number of samples is hardly significant. In the other Cologne sites (here with emphasis on the glass from the Tel-Aviv-Straße workshop) the fraction of fresh glass is significantly higher.

For the SLG external sites analysed in the project, the fraction of glass without recycling markers is only about 22 %, which proves that the peripheral sites, such as at the eastern North Sea and southern Baltic Sea coasts, e. g. Haithabu were mainly supplied with cullet that was mixed and further processed.

The HIMT-2 from Hambach is obviously made from original raw glass, while HIMT-1 has higher RI, but the latter is not necessarily certain for this glass type, as discussed above. The glass produced at Hasselsweiler (2nd half of the 5th century) seems to have been produced exclusively in secondary use of recycled glass, while the glass from Gellep shows a balanced ratio of recycled to fresh glass (**fig. 8b**).

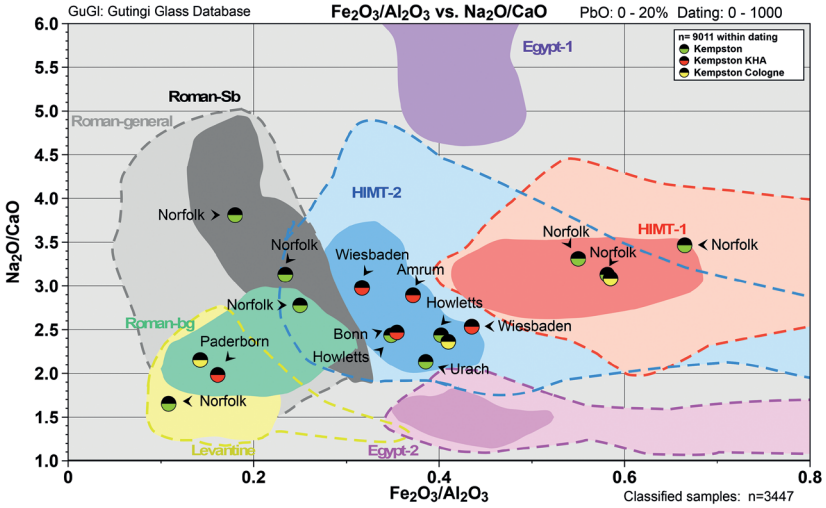


Fig. 9 Chemical composition of conical beakers, type Kempston. – (Diagram A. Kronz, Göttingen).

The Hambach glass in particular makes it clear that HIMT-2 cannot generally be a mixture of other types of glass. If the HIMT-2 glass from Hambach should represent a mixture (conceivably a mixture of the original Roman-Mn and Roman-SbMn types and the abundantly detected HIMT-1 glass, continuous mixed series would be expected here. But this is clearly not the case: Especially the HIMT-2 glass is very clearly separated from the HIMT-1 in the case of Hambach and only isolated samples are not clear in their assignment (**fig. 5**). Obviously, there are clear and different sources of origin for these raw glasses.

OBJECT STUDIES: KEMPSTON BEAKER AND CLAW BEAKER

From the variety of vessels, which have a specific and well assignable design, two Early Medieval »leading forms« are considered here in more detail. These are firstly the so-called Kempston beaker (Early Merovingian) and secondly the claw beaker (Early and Mid Merovingian). These are relatively well datable vessel types, whose typology and making style may allow the conclusion that they could have come from singular workshops. Similar questions have been formulated and investigated by Rehren and Brüggler (2015) for Late Antique »Helle« type glass vessels. Kempston beakers are pointed conical beakers with loop decoration. Their distribution is concentrated in southern England and the Rhineland[63].

Chemical analyses of Kempston-type beakers are sparse in the literature[64]. While Evison (2008) considers a production of the Kempston beakers due to their accumulation in England, she also recognizes a possible production in different workshops, also on the continent, with regard to the distribution of finds. The rather large chemical variability of the beakers seems to confirm this finding (**fig. 9**). However, Kempston beakers are chemically quite variable even within a single site (Cologne, Paderborn, Spong Hill) so that they could be considered as imports rather than belonging to one workshop. While the TiO_2/Fe_2O_3 ratios of all Kempston beakers are still relatively uniform, other element ratios vary in such a way that the Kempston beakers are distributed among the glass types Levantine, HIMT-1 and HIMT-2. Here the Spong Hill (North Elmham, Norfolk) beakers stand somewhat outside the typical variation fields, though this may also indicate an analytical problem with this older paper[65]. But also a Cologne beaker, two from Paderborn and the one Dortmund specimen[66] deviate from the central group of HIMT-2 glasses, although they were analysed with uniform methods. As far as trace element data are available, the recycling indicators for the Kempston beakers from both the Cologne and the external sites are quite high. This makes it difficult to prove whether the Kempston

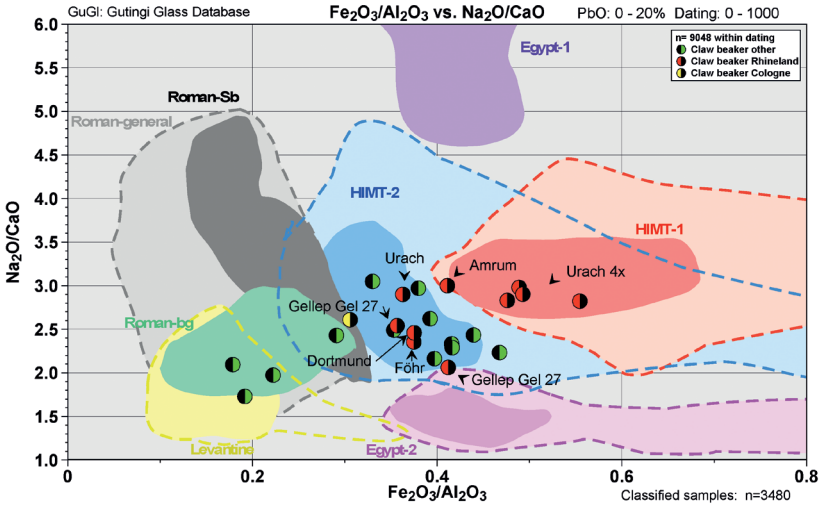


Fig. 10 Chemical composition of claw beakers. – (Diagram A. Kronz, Göttingen).

beakers were made in a singular workshop. T. Rehren and M. Brüggler (2015) recognized the same problem for »Helle« type vessels: they found that all Roman-type and about half of the glasses classified as HIMT-1 contained high proportions of recycled glass. Some Kempston-type beakers are concentrated in the HIMT-2 field within a narrower range that may suggest at least a single workshop grouping. These are two Cologne specimens, the Wiesbaden beakers, Amrum, Bonn, Howletts and with the restriction of missing TiO_2 values also to some extent the specimens from the Runder Berg near Urach[67]. Very probably we record with this concentration a Rhenish workshop, possibly even in Cologne.

Claw beaker

Claw beakers represent a particular elaborate Early Medieval glass form that was common in Central Europe and England[68]. Predominantly they are dated from the mid 5th to the 7th century with a focus around 500-530[69]. Fragments of claw beakers dated around 750-800 (Borg and from Witsum on the island of Föhr [KHa 165]) are either inherited old glass (Witsum) or the correct determination of the fragments is doubtful. With our investigations a total of 24 analyses are now available, which include besides one Cologne specimen also fragments from Krefeld-Gellep, the Runder Berg near Urach, the North Sea islands, Borg (Lofoten)[70] and England[71] (**fig 10**). We also encounter the problem in the comparative analyses from the literature data that important data are missing (no TiO_2 analyses for the Urach beakers) or, in the case of the SEM-EDX analyses, are subject to larger analytical uncertainty. Overall, however, the claw beakers appear much more uniform in chemical composition than is observed for other vessel forms, so one might well assume a singular manufacturing site. However, the longer period of their persistence, variations in shapes, different quality and variety of colourations rather indicate a popular model produced in several workshops. Chemically, a core group again corresponds to the HIMT-2 type. Higher proportions of recycled glass must also be assumed for some claw beakers, as far as can be judged for intentionally coloured glass. I. Freestone notes for the »Saxon« type vessels the higher K_2O and MgO contents[71], which he attributes to an increasing intentionally added wood ash content. This is not yet the case for the English claw beakers (»Period-1«), which is indicative for the processing of raw glass.

As already mentioned, the double analysis of the claw beaker from Krefeld-Gellep (Gel-27) is chemically almost identical to the Amrum specimen (KHa 137). There is also a close chemical match to a specimen from

Castle Eden, which confirms V. Evison's observation. She has already noted the specimen as being similar to the Gellep beaker. The Urach claw beakers show a higher Fe-Al ratio. Likewise, an olive-green vessel from Taplow cannot be assigned to the core group due to lower TiO_2 and MgO contents and still has a Roman or Levantine signature. V. Evison, in her comprehensive study on the claw beakers, refers to the accumulation of this type of vessel in the county of Kent and concludes that it was produced in this region and exported to the continent[73]. Whether the clustering of the claw beakers in southeast England actually suggests origin from there cannot be judged here. From the comparative interpretation of the chemical analyses it can be concluded that the majority of the claw beakers were made from a raw glass of a uniform source, which as HIMT-2 corresponded to the typical glass of the time.

CONCLUSIONS

The investigations of the glass from the Cologne Harbour have shown that in the Rhineland the manufacture of soda lime glass from Roman times exhibited a remarkable continuity up to the Carolingian period. While in the peripheral regions of the empire other types of glass, here especially the WAG, were already introduced from the end of the 8th century, in the Cologne area SLG could be obtained without any problems. From this a shortage situation can be derived for the peripheral workshops, which forced the glass craftsmen in the monasteries of Fulda or Lorsch and the Palatinates of Paderborn, Werla to first obtain a well workable glass predominantly by mixing WAG and SLG. The shortage finally led to the exclusive production of WAG. The Rhineland still had access to imported raw glass of the SLG type in Late Roman and Early Medieval times. However, there is no question that this glass always contained a proportion of recycled waste glass. The proportions of recycled waste glass nevertheless fluctuated over the centuries, and especially in the final phase of SLG, waste glass, very likely even recovered from Roman ruins, seems to have played a dominant role at the end of the 8th and the 9th century.

Some of the post-Roman production types appear only very subordinately in the glass of the Cologne Harbour. These include the Early Medieval Levatine types and the Egypt types. Egypt-2, which as a separate production group of Egyptian provenance supplied parts of Europe from the 9th century onwards, can be recorded in large proportions at Haithabu, for example (Kronz et al. 2016), but is not represented in the Cologne excavations, with a few rare exceptions.

For the Cologne Harbour, HIMT-2 in its specific composition is the dominant glass type. It is certainly not an exclusive mixed glass of Roman, Levantine, or HIMT-1 types. Mixing tendencies of compositions between potential end-members are lacking, and several other chemical features confirm that HIMT-2 with its time-varying variants is rather a distinct raw glass group. This thus proves a still existing raw glass supply from the eastern Mediterranean area in the Early Middle Ages. Its distribution to peripheral smaller processing centers in the North- and Baltic Sea area can be traced with our work, even if a direct proof of provenance succeeds only in rare matches.

Acknowledgements

I gratefully acknowledge the technical support and preparatory work of J. Gätjen and A. Grebe. K. Simon (ICPMS) performed the analysis of the trace element data with the La-ICPMS. He deserves my special thanks. I would like to thank E. M. Hetzel and A. Schäfer for providing the Roman glass from the Tel-Aviv-Straße excavation and their detailed discussions about this site.

Notes

1) Nenna et al. 2014. – Rehren/Brüggler 2020. – Freestone/Ponting/Hughes 2002. – »Primary workshops« is understood here as the production of glass from raw materials, »secondary workshops« process raw glass and/or recycled waste glass into glass objects. If appropriate, »tertiary workshops« can also be defined as workshops that exclusively process cullet and do not have any special requirements in terms of technology and equipment. These are, for example, small-scale artisanal kilns for bead production.
2) For an overview see Freestone 2021.
3) Examples in Foy/Nenna 2003. – Foy et al. 2003. – Extensive analyses of such a cargo, which however did not consist of raw glass but cullet, were carried out by Silvestri/Molin/Salviulo 2008 on the glass cargo of the wreck of the Iulia Felix.
4) See discussions and distribution of Romano-Medieval glass workshops, e. g. Päffgen/Wedepohl 2004; Grünewald/Hartmann 2014.
5) Wedepohl 2003. – Henderson 2016, and references therein.
6) Wedepohl 2003. – Wedepohl/Simon/Kronz 2011.
7) Henderson 1985; 2016, and references therein. – Wedepohl 2003. – Shortland et al. 2006.
8) Schibille et al. 2011.
9) The database is termed »GuGi« (Gutingi Glass).
10) Freestone/Gorin-Rosen/Hughes 2000. – Freestone/Wolf/Thirlwall 2005. – Foy et al. 2003 and extensive discussions therein; cf. Rehren/Freestone 2014.
11) Wedepohl/Simon/Kronz 2011. – Brems/Degryse 2014.
12) Wedepohl/Baumann 2000. – Freestone et al. 2003.
13) Cf. Silvestri/Molin/Salviulo 2008, recycling index.
14) Freestone et al. 2015. – Freestone 2021.
15) Wedepohl/Winkelmann/Hartmann 1997.
16) Van Wersch et al. 2016.
17) See e. g. Fulda monastery: Kind/Wedepohl/Kronz 2003. – Lorsch monastery: Sanke/Wedepohl/Kronz 2002; 2003. – North-East France: Pactat et al. 2017. – Haithabu: Kronz et al. 2016
18) Some of them are used in this work, partly modified. Significant fundamental work on these subtypes has been done by: Freestone/Gorin-Rosen/Hughes 2000. – Freestone/Wolf/Thirlwall 2005. – Freestone/Hughes/Stapleton 2008. – Freestone et al. 2018. – Foy et al. 2003. – Foster/Jackson 2009; 2010. – Ceglia et al. 2015. – Schibille/Sterrett-Krause/Freestone 2017. – Schibille et al. 2019.
19) See e. g. Foster/Jackson 2010. – Gliozzo 2017.
20) About the mixing of Roman-type glass: Freestone et al. 2015.
21) Freestone/Gorin-Rosen/Hughes 2000. – Freestone et al. 2003.
22) Jackson/Foster 2014. – Phelps et al. 2016.
23) See e. g. Foster/Jackson 2009.
24) Gratuze 1988. – Gratuze/Barrandon 1990. – Summarizing: Schibille et al. 2019.
25) Freestone 1994.
26) Ceglia et al. 2015.
27) Summarized in Freestone et al. 2018. – Comparative definitions in: Nenna et al. 2014.
28) Group »E« = HIMT-1, Mirti/Casoli/Appolonia 1993.
29) Among others Foster/Jackson 2009; Gliozzo et al. 2019.
30) Freestone et al. 2018, fig. 8.5.
31) Freestone et al. 2018.
32) Brill 1999.
33) Cf. contributions of Dodt, Messal/Kronz, Majchczack/Kronz und Segschneider, this volume.
34) For Hambach see Rehren/Brüggler 2020.
35) First analyses by Wedepohl in: Gaitzsch et al. 2000.
36) Analyses in: Päffgen/Wedepohl 2006.
37) Analyses in: Wedepohl/Pirling/Hartmann 1997.
38) Rehren/Brüggler 2015.
39) Grünewald/Hartmann 2014.
40) Koch 1987. – Analyses by Czygan 1987.
41) **Figs. 5a, 6a** based on Ceglia et al. 2015; **figs. 5c, 6c** based on Schibille/Sterrett-Krause/Freestone 2017.
42) See e. g. Gliozzo et al. 2019.
43) Gaitzsch et al. 2000. – Brüggler 2009.
44) Comparatively: Grünewald/Hartmann 2014.
45) Wedepohl in: Gaitzsch et al. 2000.
46) Rehren/Brüggler 2020 and analysis data in this study.
47) Wedepohl/Baumann 2000.
48) Methodology in Gaitzsch et al. 2000: The reason for these generally too high iron contents can no longer be determined exactly. However, they are very probably due to the contamination of the larger quantities of sample powders required for the bulk chemical analysis (X-ray fluorescence analysis), since no firm mathematical relationship between the iron contents of the earlier analyses and the data of Rehren/Brüggler 2020 (s. note 46) or this study could be established.
49) Päffgen/Wedepohl 2004.
50) Wedepohl/Pirling/Hartmann 1997.
51) Cf. Segschneider, this volume. Notes on the term »batch« cf. Freestone/Price/Cartwright 2009.
52) Hartmann/Grünewald 2010. – Grünewald/Hartmann 2014. We would like to take this opportunity to thank S. Hartmann, M. Grünewald, Römisch-Germanisches Zentralmuseum Mainz, and S. Greiff, now University of Tübingen, for kindly providing the data.
53) See Dodt, this volume. – Dodt et al. 2018b.
54) For an overview see Grünewald/Hartmann 2014.
55) Cf. Schäfer, this volume.
56) Cf. Schäfer, this volume. The archaeological results will be reported in a doctoral thesis by E. M. Hetzel.

57) Dodt, this volume.

58) Gaitzsch et al. 2000 with Roman comparative samples: Barrel jugs, squared bottles.

59) Foster/Jackson 2009; 2010. – Jackson/Foster 2014.

60) Komp 2006; 2007.

61) For the Rhineland: Grünewald/Hartmann 2015.

62) First definition of a recycling index (RI) in: Silvestri/Molin/Salviulo 2008.

63) Evison 1972. – Dodt, this volume.

64) Sanderson/Hunter 1982. – Hunter/Sanderson 1982. – Freestone/Hughes/Stapleton 2008.

65) Sanderson/Hunter 1982. – Hunter/Sanderson 1982. – Analysis methods: Neutron Activation Analysis (NAA) and Energy Dispersive X-Ray Fluorescence (EDXRF).

66) Dortmund: unpublished data. – Kronz, forthcoming project.

67) Czygan in Koch 1987: Unfortunately, TiO_2 concentrations were not analysed in this very significant group of Early Medieval glasses, so that the Urach samples cannot be represented in some variation diagrams.

68) See distribution map in Evison 2008.

69) Evison 2008.

70) Henderson/Holand 1992.

71) Freestone/Hughes/Stapleton 2008.

72) Freestone/Hughes/Stapleton 2008.

73) Evison 1982.

74) EPMA: Electron Probe Microanalysis; LaICPMS: Laser ablation Inductive Coupled Plasma Mass Spectrometry.

75) Publications within the framework of the »Cologne Harbour project«: Dodt 2019. – Dodt/Kronz 2021. – Dodt/Kronz/Simon 2018; 2019; 2021. – Dodt et al. 2018.

76) P & H developments, 24 Shackleton Close, Whitby, YO21 1NR, North Yorkshire, UK.

77) Jarosewich/Nelen/Norberg 1980ab.

78) There exist different batches for the olivine San Carlos sample. See discussion in Fournelle 2011. Here we use a »commercial« single crystal, which is not the original USNM, NMNH111312-44 sample (Jarosewich/Nelen/Norberg 1980ab). But, our SC-olivine was extensively analysed and found to be homogeneous. We crosschecked the material with original NMNH111312-44 to obtain reliable values.

79) Sanidine Eifel is a Lab-internal RM. The gem quality single crystal was extensively checked by different methods and tested for homogeneity. The values give a perfect mineral formula stoichiometry.

80) Donovan et al. 2002; 2003. – Jarosewich/Boatner 1991.

81) GZG: Lab internal RM, tested for stoichiometry and impurities.

References

Brems/Degryse 2014: D. Brems / P. Degryse, Trace element analysis in provenancing roman glass-making. Archaeometry 56, Suppl. 1, 2014, 116-136.

Brill 1999: R. H. Brill, Chemical analyses of early glass. The Corning Museum of Glass, Corning NY 1. Appendix A. Analytical procedures, analysis of small glass samples by inductively couples plasma (ICP) and optical emission spectroscopy (OES). The Corning Museum of Glass 1/2 (Corning NY 1999) 527-544.

Brüggler 2009: M. Brüggler, Villa rustica, Glashütte und Gräberfeld. Die kaiserzeitliche und spätantike Siedlungsstelle HA 132 im Hambacher Forst. Rhein. Ausgr. 63 (Mainz 2009).

Ceglia et al. 2015: A. Ceglia / P. Cosyns / K. Nys / H. Terryn / H. Thienpont / W. Meulebroeck, Late antique glass distribution and consumption in Cyprus. A chemical study. Journal Arch. Scien. 61, 2015, 213-222.

Czygan 1987: W. Czygan, Chemische Zusammensetzung der Gläser. In: Koch 1987, 278-295.

Dekówna 1990: M. Dekówna, Untersuchungen an Glasfunden aus Haithabu. Das archäologische Fundmaterial 5. Ber. Ausgr. Haithabu 27 (Neumünster 1990) 9-63.

Dodt 2019: M. Dodt, Der Kölner Hafen im Frühen Mittelalter. In: M. Mirschenz / R. Gerlach / J. Bemmann (Hrsg.), Der Rhein als europäische Verkehrsachse 3. Bonner Beitr. Vor- u. Frühgesch. Arch. 22 (Bonn 2019) 177-193.

Dodt/Kronz 2021: M. Dodt / A. Kronz, Frühmittelalterliche Glaswerkstätten in Köln und ihr Export an den Mittel- und Oberrhein, den Main und die Mosel. In: M. Gierszewska-Noszczyńska / L. Grunwald (Hrsg.), Zwischen Machtzentren und Produktionsorten. Wirtschaftsaspekte von der römischen Epoche bis in das Hochmittelalter am Rhein und in seinen Nachbarregionen. RGZM – Tagungen 45 (Mainz 2021) 189-200.

Dodt/Kronz/Simon 2018: M. Dodt / A. Kronz / K. Simon, Analyse zur Ermittlung des Herstellungsortes der Glasschale aus Berlin-Britz (Museum für Vor- und Frühgeschichte Berlin, Kat.-Nr. If 16420). In: M. Bertram / C. M. Melisch, Ein kleiner Prinz. Neues vom »Britzer Mädchengrab«. Acta Praehist. et Arch. 50, 2018, 251-321.

2019: M. Dodt / A. Kronz / K. Simon, Glaswerkstätten am frühmittelalterlichen Hafen Kölns. In: M. Mirschenz / R. Gerlach / J. Bemmann (Hrsg.), Der Rhein als europäische Verkehrsachse 3. Bonner Beitr. Vor- u. Frühgesch. Arch. 22 (Bonn 2019) 363-398.

2021: M. Dodt / A. Kronz / K. Simon, Production of Early Medieval Glass in Cologne and their export via Dorestad. In: A. Willemsen / H. Kik (eds), Dorestad and its Networks. Communities, Contact and Conflict in Early Medieval Europe. Proceedings of the Third »Dorestad Congress« Held at the National Museum of Antiquities, Leiden, the Netherlands, 12-15 June, 2019. Papers Arch. Leiden Mus. Antiqu., PALMA 25 (Leiden 2021) 179-192.

Dodt et al. 2018: M. Dodt / L. Grunwald / A. Kronz / K. Simon, Glasfragmente aus den Töpfereibefunden von Mayen in der Eifel. Ein Beitrag zur engen Vernetzung der Wirtschaftsstandorte Mayen und Köln im 5. und 6. Jahrhundert. Kölner Jahrb. 51, 2018, 437-456.

Donovan et al. 2002: J. J. Donovan / J. M. Hanchar / M. P. Picolli / M. D. Schrier / L. A. Boatner / E. Jarosewich, Contamination in

the Rare-Earth Element Orthophosphate Reference Samples. Journal Research Nat. Inst. Standards and Technology 107, 693-701.

2003: J. J. Donovan / J. M. Hanchar / M. P. Picolli / M. D. Schrier / L. A. Boatner / E. Jarosewich, A Re-Examination of the Rare-Earth-Element Orthophosphate Standards in Use for Electron-Microprobe Analysis The Canadian Mineralogist 41, 221-232.

Evison 1972: V. I. Evison, Glass cone beakers of the »Kempston« type. Journal Glass Stud. 14, 1972, 48-66.

1982: V. I. Evison, Anglo-Saxon Glass Claw-beakers. Archaeologica 107, 1982, 43-76.

2008: V. I. Evison, Catalogue of Anglo-Saxon Glass in the British Museum. Brit. Mus. Research Publ. 167 (London 2008).

Foster/Jackson 2009: H. E. Foster / C. M. Jackson, The composition of »naturally coloured« Late Roman vessel glass from Britain and the implications for models of glass production and supply. Journal Arch. Scien. 36, 2009, 189-204.

2010: H. E. Foster / C. M. Jackson, The composition of late Romano-British colourless vessel glass. Glass production and consumption. Journal Arch. Scien. 37, 2010, 3068-3080.

Fournelle 2011: J. H. Fournelle, An Investigation of »San Carlos Olivine«: Comparing USNM-Distributed Material with Commercially Available Material. Microscopy and Microanalysis 17, Suppl. 2, 842-843. https://doi.org/10.1017/S1431927611005083.

Foy/Nenna 2003: D. Foy / M.-D. Nenna (eds), 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 (Montagnac 2003) 41-85.

Foy et al. 2003: D. Foy / M. Picon / M. Vichy / V. Thirion-Merle, Caractérisation des verres de la fin de l'Antiquité en Méditerranée occidentale. L'émergence de nouveaux courants commerciaux. In: Foy/Nenna 2003, 41-85.

Freestone 1994: I. C. Freestone, Appendix: Chemical analysis of »raw« glass fragments. In: H. R. Hurst / S. P. Roskams, Excavations at Carthage, The British Mission. 2, The Circular Harbour, North Side. 1, The Site and Finds Other than Pottery. Brit. Acad. Monogr. Arch. 4 (Sheffield 1994) 290.

2015: I. C. Freestone, The recycling and reuse of Roman Glass. Analytical Approaches. Journal Glass Stud. 57, 2015, 29-40.

2021: I. C. Freestone, Glass production in the first millennium CE. A compositional perspective. In: F. Klimscha / H. J. Karlsen / S. Hansen / J. Renn (eds), Glas und Glasproduktion in Ur- und Frühgeschichtlicher Zeit. Berlin Stud. Ancient World, Ed. TOPOI. 67, 2021, 243-262.

Freestone/Gorin-Rosen/Hughes 2000: I. C. Freestone / Y. Gorin-Rosen / M. J. Hughes, Primary glass from Israel and the production of glass in Late Antiquity and the Early Islamic period. In: M. D. Nenna (ed.), La route du verre. Ateliers primaires et secondaires du second millénaire av. J.-C. au Moyen Âge. Travaux de la Maison de l'Orient méditerranéen 33, 2000, 65-83.

Freestone/Hughes/Stapleton 2008: I. C. Freestone / M. J. Hughes / C. P. Stapleton, The composition and production of Anglo-Saxon glass. In: Evison 2008, 29-46.

Freestone/Ponting/Hughes 2002: I. C. Freestone / M. Ponting / M. J. Hughes, The origins of Byzantine glass from Maroni Petrera, Cyprus. Archaeometry 44, 2002, 257-272.

Freestone/Price/Cartwright 2009: I. C. Freestone / J. Price / C. R. Cartwright, The batch. Its recognition and significance. In: Annales du 17e Congrès de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre, Anver, Antwerp 2006 (Antwerp 2009) 130-135.

Freestone/Wolf/Thirlwall 2005: I. C. Freestone / S. Wolf / M. 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, UK, 2003 (Nottingham 2005) 153-157.

Freestone et al. 2003: I. C. Freestone / K. A. Leslie / M. Thirlwall / Y. 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.

2018: I. C. Freestone / P. Degryse / J. Lankton / B. Gratuze / J. Schneider, HIMT, glass composition and commodity branding in the primary glass industry. In: D. Rosenow / M. Phelps / A. Meek / I. Freestone (eds), Things that Travelled – Mediterranean Glass in the First Millennium CE (London 2018) 159-190.

Gaitzsch et al. 2000: W. Gaitzsch / A. B. Follmann-Schulz / K. H. Wedepohl / G. Hartmann / U. Tegtmeier, Spätrömische Glashütten im Hambacher Forst – Produktionsort der ECVA-Fasskrüge. Bonner Jahrb. 200, 2000, 81-242.

Gliozzo 2017: E. Gliozzo, The composition of colourless glass. A review. Arch. and Anthropological Scien. 9, 2017, 455-483.

Gliozzo et al. 2019: E. Gliozzo / E. Braschi / F. Giannetti / A. Langone / M. Turchiano, New geochemical and isotopic insights into the Late Antique Apulian glass and the HIMT1 and HIMT2 glass productions – The glass vessels from San Giusto (Foggia, Italy) and the diagrams for provenance studies. Arch. and Anthropological Scien. 11, 2019, 141-170.

Gratuze 1988: B. Gratuze, Analyse non destructive d'objets en verre par des méthodes nucléaires. Application à l'étude des estampilles et poids monétaires islamiques [unpubl. Diss. Univ. Orléans 1988].

Gratuze/Barrandon 1990: B. Gratuze / J.-N. Barrandon, Islamic glass weights and stamps. Analysis using nuclear techniques. Archaeometry 32, 1990, 155-162.

Grünewald/Hartmann 2014: M. Grünewald / S. Hartmann, Glass workshops in northern Gaul and the Rhineland in the first millennium AD as hints of a changing land use — including some results of the chemical analyses of glass from Mayen. In: Keller/Price/Jackson 2014, 43-57.

2015: M. Grünewald / S. Hartmann, Überlegungen zum Glasrecycling der Antike im Bereich des heutigen Deutschlands. In: P. Henrich / Ch. Miks / J. Obmann / M. Wieland (Hrsg.), non solum ... sed etiam. Festschrift für Thomas Fischer zum 65. Geburtstag (Rahden/Westf. 2015) 153-164.

Hartmann/Grünewald 2010: S. Hartmann / M. Grünewald, The Late Antique Glass from Mayen (Germany). First Results of Chemical and Archaeological Studies. In: B. Zorn / A. Hilgner (eds), Glass along the Silk Road from 200 BC to AD 1000. RGZM – Tagungen 9 (Mainz 2010) 15-28.

Henderson 1985: J. Henderson, The raw materials of early glass production, Oxford Journal Arch. 4, 1985, 267-291.

2016: J. Henderson, Ancient glass. An interdisciplinary exploration (New York 2016).

Henderson/Holand 1992: J. Henderson / I. Holand, The glass from Borg, an Early Medieval Chieftains farm in northern Norway. Medieval Arch. 36, 1992, 29-58.

Hoffmann Barfod et al. 2020: G. Hoffmann Barfod / I. C. Freestone / C. E. Lesher / A. Lichtenberger / R. Raja, »Alexandrian« glass confirmed by hafnium isotopes. Scien. Reports 2020, 10:11322.

Hunter/Sanderson 1982: J. R. Hunter / D. Sanderson, The Snartemo/Kempston problem. Fornvännen 77, 1982, 22-29.

Jackson/Foster 2014: C. M. Jackson / H. Foster, The last roman glass in Britain. Recycling at the periphery of the empire. In: Keller/Price/Jackson 2014, 6-14.

Jarosewich/Boatner 1991: E. Jarosewich / L. Boatner, Rare-Earth Element Reference Samples for Electron Microprobe Analysis. Geostandards Newsletter 15(2), 397-399.

Jarosewich/Nelen/Norberg 1980a: E. Jarosewich / J. A. Nelen / J. A. Norberg, Reference Samples for Electron Microprobe Analysis. Geostandards Newsletter 4, 43-47.

1980b: E. Jarosewich / J. A. Nelen / J. A. Norberg, Corrections. Geostandards Newsletter 4, 257-258.

Keller/Price/Jackson 2014: D. Keller / J. Price / C. Jackson (eds), Neighbours and Successors of Rome. Traditions of Glass Production and Use in Europe and the Middle East in the later 1st Millennium AD. Papers presented at a conference organized by the Association for the History of Glass, held at King's Manor, York, 19-20 May, 2011 (Oxford 2014).

Kind/Wedepohl/Kronz 2003: T. Kind / K. H. Wedepohl / A. Kronz, Karolingerzeitliches Glas und verschiedene Handwerksindizien aus dem Kloster Fulda. Aufarbeitung der Altfunde Joseph Vonderaus von 1898-1899. Zeitschr. Arch. Mittelalter 31, 2003, 61-93.

Koch 1987: U. Koch, Der Runde Berg bei Urach 6. Die Glas- und Edelsteinfunde aus den Plangrabungen 1967-1983. Teil 1, Text. Heidelberger Akad. Wiss., Schr. Wiss. Komm. Alamannische Altkde. 12 (Heidelberg 1987) 278-295.

Komp 2006: J. Komp, Römisches Fensterglas Archäologische und archäometrische Untersuchungen zur Glasherstellung im Rheingebiet. [PhD-Thesis, Univ. Frankfurt 2006].

2007: J. Komp, Römisches Fensterglas aus dem Rheingebiet. Archäologisch-naturwissenschaftliche Studien zu seiner Herstellung, Qualität und Verbreitung sowie der Zusammensetzung der verwendeten Rohgläser. Frankfurter elektron. Rundschau Altkde. 5, 2007, 1-12.

Mirti/Casoli/Appolonia 1993: P. Mirti / A. Casoli / L. Appolonia, Scientific analysis of Roman glass from Augusta Praetoria. Archaeometry 35, 1993, 225-240.

Nenna 2014: M.-D. Nenna, Egyptian glass abroad. HIMT glass and its markets. In: Keller/Price/Jackson 2014, 177-193.

Pactat et al. 2017: I. Pactat / M. Guérit / L. Simon / B. Gratuze / S. Raux / C. Aunay, Evolution of glass recipes during the Early Middle Ages in France. Analytical evidence of multiple solutions adapted to local contexts. In: Annales du 20e Congrès de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre, Fribourg, Romont, 7-11 septembre 2015 (Romont 2017) 334-340.

Päffgen/Wedepohl 2004: B. Päffgen / K. H. Wedepohl, Frühmerowingerzeitliche Glasherstellung in Hasselsweiler bei Jülich. Kölner Jahrb. 37, 2004, 835-848.

Phelps et al. 2016: M. Phelps / I. C. Freestone / Y. Gorin-Rosen / B. Gratuze, Natron glass production and supply in Late Antique and Early Medieval Near East. The effect of the Byzantine-Islamic transition. Journal Arch. Scien. 75, 2016, 57-71.

Rehren 2001: T. Rehren, Kontinuität und Innovation – Der Übergang vom römischen zum mittelalterlichen Glas in Mitteleuropa. In: W. Kroker (Hrsg.), Glas – Kunst, Technik, Wirtschaft. Vorträge der Jahrestagung der Georg-Agricola-Gesellschaft 2000 in Jena = Die Technikgeschichte als Vorbild moderner Technik 26 (Bochum 2001) 41-50.

Rehren/Brüggler 2015: T. Rehren / M. Brüggler, Composition and Production of Late Antique Glass Bowls type Helle. Journal Arch. Scien., Reports 3, 2015, 171-180.

2020: T. Rehren / M. Brüggler, The Late Antique glass furnaces in the Hambach Forest were working glass – not making it. Journal Arch. Scien., Reports 29, 2020, 102072.

Rehren/Freestone 2014: T. Rehren / I. C. Freestone, Pattern in glass use in the Roman and Byzantine worlds. A report on current research at the Institute of Archaeology and UCL Qatar. Arch. Internat. 17, 2014, 74-78.

Rosenow/Rehren 2014: D. Rosenow / T. Rehren, Herding cats - Roman to Late Antique glass groups from Bubastis, northern Egypt. Journal Arch. Scien. 49, 2014, 170-184.

Sanderson/Hunter 1982: D. C. W. Sanderson / J. R. Hunter, The neutron activation analysis of archaeological glasses from Scandinavia and Britain. PACT, Journal European Stud. Group Physical, Chemical and Mathematical Techniques Applied to Arch. 7B, 1982, 401-419.

Sanke/Wedepohl/Kronz 2002: M. Sanke / K. H. Wedepohl / A. Kronz, Karolingerzeitliches Glas aus dem Kloster Lorsch. Zeitschr. Arch. Mittelalter 30, 2002, 37-75.

2003: M. Sanke / K. H. Wedepohl / A. Kronz, Karolingerzeitliches Glas aus dem Kloster Lorsch. Korrektur-Nachtrag. Zeitschr. Arch. Mittelalter 31, 2003, 169-174.

Schibille 2011: N. Schibille, Late Byzantine mineral soda high alumina glasses from Asia Minor. A new primary glass production group. Plos One, 2011, e18970, 6. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0018970.

Schibille/Sterrett-Krause/Freestone 2017: N. Schibille / A. Sterrett-Krause / I. C. Freestone, Glass groups, glass supply and recycling in Late Roman Carthage. Arch. and Anthropological Scien. 9, 2017, 1223-1241.

Schibille et al. 2012: N. Schibille / P. Degryse / M. O'Hea / A. Izmer / F. Vanhaecke / J. McKenzie, Late Roman glass from the »Great Temple« at Petra and Khirbet et-Tannur, Jordan – technology and provenance. Archaeometry 54, 2012, 997-1022.

2019: N. Schibille / B. Gratuze / E. Ollivier / É. Blondeau, Chronology of Early islamic glass compositions from Egypt. Journal Arch. Scien. 104, 2019, 10-18.

Shortland et al. 2006: A. J. Shortland / L. Schachner / I. C. Freestone / M. Tite, Natron as a flux in the early vitreous materials industry. Sources, beginnings and reasons for decline. Journal Arch. Scien. 33, 2006, 521-530.

Silvestri 2008: A. Silvestri, The coloured glass of Iulia Felix. Journal Arch. Scien. 35, 2008, 1489-1501.

Silvestri/Molin/Salviulo 2008: A. Silvestri / G. Molin / G. Salviulo, The colourless glass of Iulia Felix. Journal Arch. Scien. 35, 2008, 331-341.

Wedepohl/Baumann 2000: K. H. Wedepohl / A. 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.

Wedepohl/Pirling/Hartmann 1997: K. H. Wedepohl / R. Pirling / G. Hartmann, Römische und fränkische Gläser aus dem Gräberfeld Krefeld-Gellep. Bonner Jahrb. 197, 1997, 177-189.

Wedepohl/Simon/Kronz 2011: K. H. Wedepohl / K. Simon / A. Kronz, Data on 61 chemical elements for the characterization of three major glass compositions in Late Antiquity and the Middle Ages. Archaeometry 53, 2011, 81-102.

Wedepohl/Winkelmann/Hartmann 1997: K. H. Wedepohl / W. Winkelmann / G. Hartmann, Glasfunde aus der karolingischen Pfalz in Paderborn und die frühe Holzasche-Glasherstellung. Ausgr. u. Funde Westfalen-Lippe 9/A, 1, 1997, 41-53.

Van Wersch et al. 2016: L. Van Wersch / C. Loisl / F. Mathis / D. Strivay / S. Bully, Analyses of Early Medieval stained window glass from the monastery of Baume-Les-Messieurs (Jura, France). Archaeometry 58, 2016, 930-946.

Zusammenfassung

Die Analyse (EPMA, LaICPMS) zahlreicher archäologisch gut datierter Gläser aus römischem und frühmittelalterlichem Kontext aus Köln und weiteren Handelsorten erweitert unsere Erkenntnisse zur Erzeugung von Gebrauchsglas im Rheinland. Die fränkischen Werkstätten im Bereich des Hafens von Köln führen die Glasverarbeitung aus römischer Zeit fort. Mit der erneuten Analyse der Gläser des Gräberfeldes Krefeld-Gellep (römisch-fränkisch), der Glaswerkstatt Hasselsweiler (fränkisch) dem Glas der Hambacher Hütten (römisch) liegen nun verbesserte umfangreiche Datensätze auch zu Spurenelementen vor. Die aus inzwischen zahlreichen Arbeiten bekannten chemischen Variationen innerhalb der einzelnen Produktionsgruppen des Soda-Kalk-Glases (SLG) können für die untersuchten archäologischen Glasbefunde weitgehend bestätigt werden. Die Produktionsgruppen werden in ihrem zeitlichen Kontext sowohl allgemein für eine große Anzahl in einer Datenbank vorhandener Analysen (n = 15 270, Stand Juni 2022), als auch für die Gläser im Rheinland, besonders Köln, vorgestellt. Dabei werden auch Kriterien genutzt, um den Anteil rezyklierten Glases in den jeweiligen Zeitabschnitten zu ermitteln. Römisches Gebrauchsglas wurde in Hambach als Massenware überwiegend aus den SLG-Typen HIMT-1 und HIMT-2 (Foy série 3.2) gefertigt, während Antimon- und Manganentfärbtes Glas (Typ »Roman«) in Kölner Werkstätten zur Erzeugung hochwertigerer Glaswaren diente. In Hambach ist der Anteil von rezykliertem Altglas recht gering, sodass davon ausgegangen werden kann, dass überwiegend Rohglas als Ausgangsmaterial verwendet wurde. Im 5./6. Jahrhundert ist der Anteil von Altglas in den Werkstätten des Kölner Hafens sehr hoch, Hasselsweiler verarbeitete wohl ausschließlich Altglas. Für das im Kölner Hafen verarbeitete Glas gibt es Anteile ohne Rezyklierungs-Anzeiger, sodass ein Warenfluss von frischem Rohglas aus der Mittelmeerregion auch für die nachrömische Zeit zu fordern ist. Dieser Warenstrom bestand für das Rheinland überwiegend aus einer Produktionsgruppe, die wir als HIMT-2 zusammenfassen. Die Glastypen HIMT-1 und die reinen Roman-(Sb-Mn) Typen verschwinden in den ersten nachrömischen Jahrhunderten relativ rasch, sind aber noch in wenigen Fällen zu beobachten. Das Levantine-1 hat nur eine untergeordnete Bedeutung für den Kölner Hafen und ist, wie HIMT-1, in nachrömischer Zeit fast ausschließlich als Glasrezyklierung bzw. als ererbtes römisches Glas zu interpretieren. Glas der Egypt-Typen tritt nur in wenigen Ausnahmefällen auf, sodass davon ausgegangen werden kann, dass dieser Produktionstyp in den Kölner Werkstätten selbst nicht verarbeitet wurde. Bis in das 9. Jahrhundert dominiert das SLG die Glaswerkstätten im Rheinland, während in Gegenden vor allem rechts des Rheines bereits erstes Holzascheglas hergestellt und verarbeitet wird. Allgemein steigt der Anteil von genutztem Altglas in karolingischer Zeit stark an. Dabei tauchen auch im Rheinland im 8./9. Jahrhundert Gläser mit Roman- oder HIMT-typischer Zusammensetzung wieder auf. Das deutet auf die beginnende Verknappung des Soda-Kalk-Glases hin, da man größere Mengen Altglas aus den antiken Ruinen bezog.

Summary

The analysis (EPMA, LaICPMS[74]) of numerous archaeologically well-dated glasses from Roman and Early Medieval contexts from Cologne and various trading sites extends our knowledge of the manufacture of commodity glass in the Rhineland[75]. Frankish workshops in the area of the harbour of Cologne continued the glass processing from Roman times. With the renewed analysis of the glass from the Krefeld-Gellep burial site (Roman-Frankish), the Hasselsweiler glass workshop (Frankish), the glass from the Hambach glass workshops (Roman), improved extensive data sets are now also available on trace elements. The chemical variations within the individual production groups of soda lime

glass (SLG), which are known from numerous studies in the meantime, can be confirmed to a large extent for the examined archaeological glass records. The production groups are presented in their temporal context both in general for a large number of analyses available in a database (n = 15 270, status June 2022), as well as for the specimens of glass in the Rhineland, especially Cologne. Criteria are also used to determine the proportion of recycled glass in each time period. Roman utility glass was manufactured in Hambach as mass-produced glass mainly from SLG types HIMT-1 and HIMT-2 (Foy série 3.2), while antimony- and manganese-decoloured glass (»Roman« type) was used in Cologne workshops to produce higher-quality glassware. In Hambach, the proportion of recycled waste glass is quite low so that it can be assumed that mainly raw glass was processed. In the 5th/6th century the proportion of recycled glass in the workshops of the Cologne Harbour is very high, Hasselsweiler probably processed only waste glass. For the glass manufactured in the Cologne Harbour, there are proportions without recycling indicators, so that a flow of fresh raw glass from the Mediterranean region can also be postulated for the post-Roman period. This flow of goods (glass supply) consisted for the Rhineland predominantly of a production group, which we summarize as HIMT-2. The glass type HIMT-1 and the pure Roman (Sb-Mn) types disappear relatively quickly in the first post-Roman centuries, but are still observed in a few cases. Levantine-1 has only a minor importance for the Cologne port and, like HIMT-1, is to be interpreted in post-Roman times almost exclusively as glass recycling or as inherited Roman glass. Egypt-type glass occurs only in a few exceptional cases, so that it can be assumed that this production type was not processed in the Cologne workshops themselves. Until the 9th century, SLG dominates the glass workshops in the Rhineland, while in regions mainly to the right of the Rhine, the first wood ash glass is already produced and processed. In general, the proportion of recycled glass increases strongly in Carolingian times. Glasses with Roman- or HIMT-typical composition also reappear in the Rhineland in the 8th/9th century. This indicates the incipient scarcity of soda lime glass, as larger quantities of older glass were probably recovered from the ancient ruins.

APPENDIX A1

Accelerating voltage: 15 kV
Beam current: 15 nA
Beam diameter: 22 µm

Element/ Oxide	X-ray line	Analyser crystal	Primary RM	RM provider	Counting Time Peak [s]	Total Counting Time Back-ground
SiO_2	Kα	TAP	Wollastonite	Wo: Willsboro, New York, USA, P&H[76]	15	10
TiO_2	Kα	PET	TiO_2	synthetic, Earth Jewelry Co. Japan, P&H	30	30
Al_2O_3	Kα	TAP	Anorthite	NMNH 137041, Great Sitkin Island, Alaska, USA[77]	15	10
Fe_2O_3	Kα	LIFH	Hematite	Rio Marina, Elba, GZG	15	10
MnO	Kα	LIFH	Rhodonite	North Mine, Broken Hill, NSW, Australia, P&H	30	30
MgO	Kα	TAP	Olivine	San Carlos, Arizona, USA 3)	15	10
CaO	Kα	PET	Wollastonite	Wo: Willsboro, New York, USA, P&H[78]	15	10
Na_2O	Kα	TAP	Albite	Amelia Co., Virginia, USA, P&H	15	10
K_2O	Kα	PET	Sanidine	Volkesfeld, Eifel, Germany, GZG[79]	15	10
P_2O_5	Kα	PET	$ScPO_4$	NMNH 16849[80]	30	30
SO_3	Kα	PET	Baryt	GZG, Hunsrück, Germany[81]	30	30
Cl	Kα	PET	NaCl	synthetic, Merck	30	30
SrO	Kα	PET	$SrTiO_3$	synthetic, Crystec, Berlin	30	30
BaO	Lα	LIFH	Celsiane	Micro-Analysis Consultants Ltd.	30	30
CoO	Kα	LIFH	NaCl	synthetic, Merck	60	30
CuO	Kα	LIFH	Cu_2O	GZG, J. Zang, Idar-Oberstein, Germany[81]	30	30
PbO	Mα	PET	Cerussite	GZG, Tsumeb[81]	30	30
SnO_2	Lα	PET	Cassiterite	Hemerdon open cast, nr. Plympton, Devon, Engl., P&H	30	30
As_2O_5	Lα	TAP	AsGa	synthetic, Alpha Products, P&H	30	30
Sb_2O_5	Lα	PET	Sb	Koch Chemicals Ltd., Hertford, England, P&H Developments	30	30

Tab. A1 EPMA instrument and analytical protocol. – (Table A. Kronz, Göttingen).

APPENDICES A2-A4

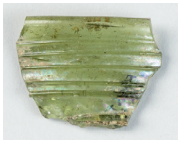
https://doi.org/10.11588/data/QRQSSZ

Tab. A2 Analysed samples.

Tab. A3 Major element composition, EPMA, oxides given in mass-%.

Tab. A4 Trace element composition, elements given in µg/g.

GLASPROBENTAFELN



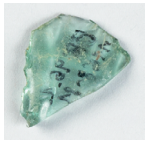
KHa 2
1127-702



KHa 3
1132-799



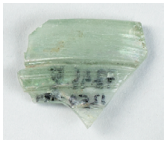
KHa 4
1132-804



KHa 5
1168-31



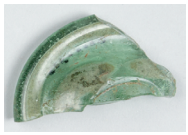
KHa 6
1207-65



KHa 7
1250-484



KHa 8
1973-122



KHa 10
3000-323



KHa 11
3000-323



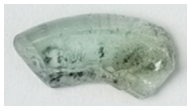
KHa 12
3000-615



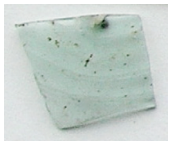
KHa 13
3000-693



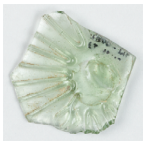
KHa 14
3000-781



KHa 15
3000-783



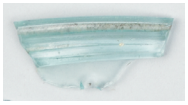
KHa 16
3000-785



KHa 17
3000-796



KHa 18
3000-954



KHa 20
3454-70



KHa 21
3457-49



KHa 22
3480-15



KHa 23
3542-120



KHa 24
3542-127



KHa 25
3610-13



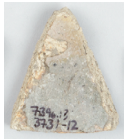
KHa 26
3671-3



KHa 27
3671-3



KHa 28
3671-11



KHa 29
3731-12



KHa 30
3797-5



KHa 31
3836-23



KHa 32
3871-15



KHa 33
3872-4



KHa 34
3872-26



KHa 35
3872-28



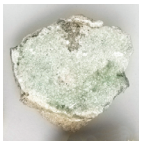
KHa 36
3872-28



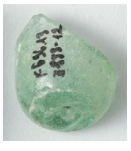
KHa 37
3872-32



KHa 38
3872-39



KHa 39
3872-39



KHa 40
3893-12



KHa 41
3893-12

Glasprobentafel 1 Glasproben vom Heumarkt (FB 1996.013), Köln. – (Fotos M. Dodt, A. Wegner/RBA; Tabelle K. Otten).

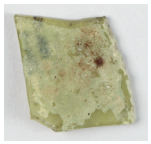
In: Michael Dodt · Andreas Kronz · Bente S. Majchczack · Sebastian Messal (Hrsg.), Glas als Fernhandelsprodukt im frühen Mittelalter – Köln und der europäische Norden. RGZM – Tagungen 46 (Mainz 2022).
DOI: http://doi.org/10.11588/propylaeum.1105.c151720



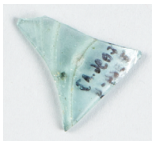
KHa 42
3961-5



KHa 43
3962-8



KHa 44
3964-4



KHa 45
3964-4



KHa 46
3964-5



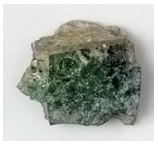
KHa 47
4028-3



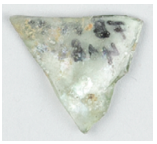
KHa 48
4103-6



KHa 49
4103-6



KHa 50
4122-9



KHa 51
4186-4



KHa 52
4187-22



KHa 53
4187-23



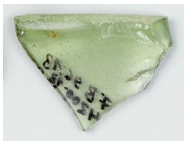
KHa 54
4187-23



KHa 55
4187-29



KHa 56
4188-21



KHa 57
4200-13



KHa 58
4216-45



KHa 60
4244-30



KHa 61
4262-10



KHa 62
4266-20



KHa 63
4266-27



KHa 64
4266-27



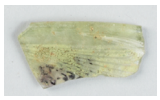
KHa 65
4266-47



KHa 66
4266-68



KHa 67
4266-68



KHa 68
4266-68



KHa 69
4266-68



KHa 71
4266-99



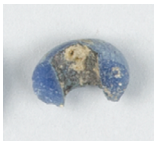
KHa 72
4266-102



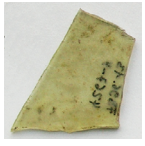
KHa 73
4267-2



KHa 74
4267-2



KHa 75
4267-2



KHa 76
4267-4



KHa 77
4267-4



KHa 78
4269-13



KHa 79
4277-13

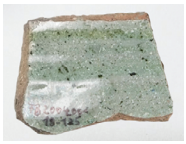


KHa 80
4279-6



KHa 81
4291-12

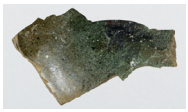
Glasprobentafel 1 Fortsetzung: Glasproben vom Heumarkt (FB 1996.013), Köln. – (Fotos M. Dodt, A. Wegner/RBA; Tabelle K. Otten).



KHa 82
18-125



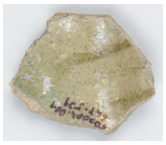
KHa 83
647-557



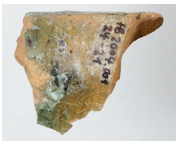
KHa 84
1051-159



KHa 85
18-125



KHa 88
647-539



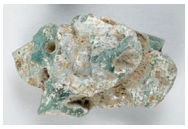
KHa 89
24-21



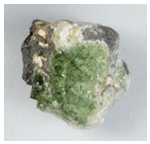
KHa 92
18-125



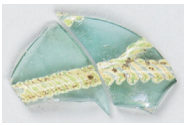
KHa 93
647-539



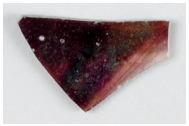
KHa 94
18-105



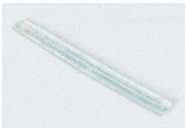
KHa 96
18-100



KHa 97
2049-29



KHa 98
2049-29



KHa 99
18-117



KHa 100
18-117



KHa 101
18-117



KHa 102
18-117



KHa 103
2031-18



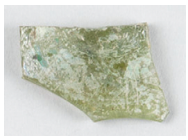
KHa 104
24-21



KHa 105
569-1790



KHa 106
1051-50



KHa 107
18-94



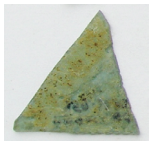
KHa 108
569-1312



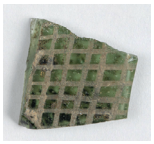
KHa 109
569-1312



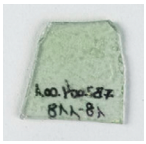
KHa 110
2031-18



KHa 111
359-2090

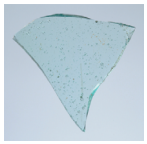


KHa 112
1336-53

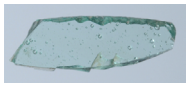


KHa 113
18-118

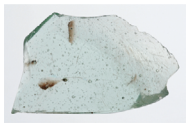
Glasprobentafel 2 Glasproben vom Kurt-Hackenberg-Platz (FB 2004.001), Köln. – (Fotos M. Dodt, A. Wegner/RBA; Tabelle K. Otten).



KHa 114
Sylt-Tinnum,
ALSH, SH 2007-607.179



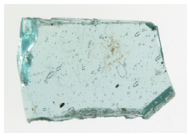
KHa 115
Sylt-Tinnum,
ALSH, SH 2007-607.180



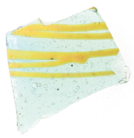
KHa 116
Sylt-Wenningstedt,
ALSH, SH 2013-704.12



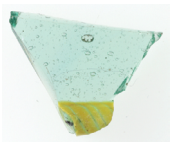
KHa 117
Föhr-Nieblum,
ALSH, SH 2016-17.66



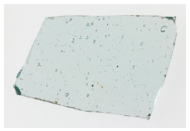
KHa 118
Föhr-Nieblum,
ALSH, SH 2016-17.113



KHa 119
Föhr-Witsum,
ALSH, SH 2016-137.186



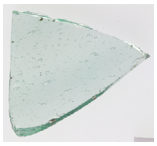
KHa 120
Föhr-Witsum,
ALSH, SH 2016-137.357



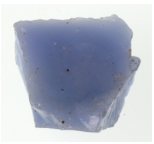
KHa 121
Föhr-Witsum,
ALSH, SH 2016-137.364



KHa 122
Föhr-Witsum,
ALSH, SH 2016-137.385



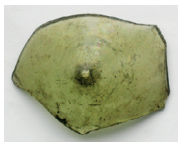
KHa 123
Föhr-Witsum,
ALSH, SH 2016-137.492



KHa 124
Föhr-Witsum,
ALSH, SH 2016-137.375



KHa 125
Rostock-Dierkow,
ALM 2013/467, 1263



KHa 126
Rostock-Dierkow,
ALM 2013/467, 1423



KHa 127
Rostock-Dierkow,
ALM 2013/467, 1817



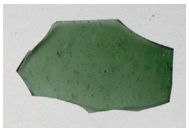
KHa 128
Rostock-Dierkow,
ALM 2013/467, 1412



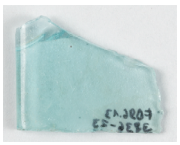
KHa 129
Rostock-Dierkow,
ALM 2015/281, 1395



KHa 130.1
Rostock-Dierkow,
ALM 2015/281, 1481



KHa 130.2
Rostock-Dierkow,
ALM 2015/281, 1481



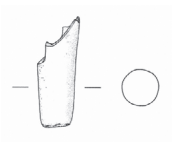
KHa 131
Rostock-Dierkow,
ALM 2016/1387, 1285



KHa 132
Rostock-Dierkow,
ALM 2016/1387, 1277



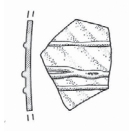
KHa 133
Rostock-Dierkow,
ALM 2016/1387, 1190



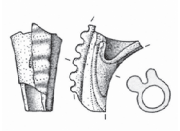
KHa 134
Hollingstedt,
Brandt 2012, Abb. 10,1; Fundnr. 367



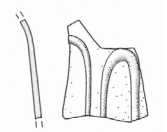
KHa 135
Amrum,
Arch. Korrbl. 2002, 121 Abb. 4,2; Fundnr. G8



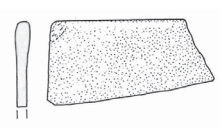
KHa 136
Amrum,
Arch. Korrbl. 2002, 121 Abb. 4,5; Fundnr. G13



KHa 137
Amrum,
Arch. Korrbl. 2002, 121 Abb. 4,6; Fundnr. G14

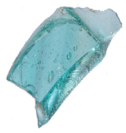


KHa 138
Amrum,
Arch. Korrbl. 2002, 121 Abb. 4,9; Fundnr. G15

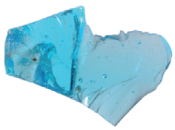


KHa 139
Amrum,
Arch. Korrbl. 2002, 121 Abb. 4,12; Fundnr. G20

Glasprobentafel 3 Glasproben von der Nord- und Ostsee. – (Fotos M. Dodt, B. S. Majchczack; Tabelle K. Otten).



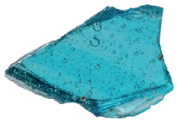
KHa 140
Sylt-Tinnum, ALSH,
SH 2007-607.140



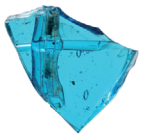
KHa 141
Sylt-Tinnum, ALSH,
SH 2007-607.141



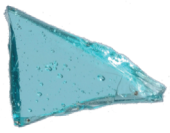
KHa 142
Sylt-Tinnum, ALSH,
SH 2007-607.149



KHa 143
Sylt-Tinnum, ALSH,
SH 2007-607.154



KHa 144
Sylt-Tinnum, ALSH,
SH 2007-607.157



KHa 145
Sylt-Tinnum, ALSH,
SH 2007-607.159



KHa 146
Sylt-Tinnum, ALSH,
SH 2007-607.161



KHa 147
Sylt-Tinnum, ALSH,
SH 2007-607.165



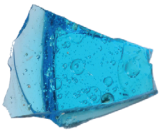
KHa 148
Sylt-Tinnum, ALSH,
SH 2007-607.166



KHa 149
Sylt-Tinnum, ALSH,
SH 2007-607.169



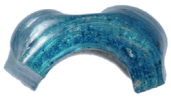
KHa 150
Sylt-Tinnum, ALSH,
SH 2007-607.170



KHa 151
Sylt-Tinnum, ALSH,
SH 2007-607.172



KHa 152
Sylt-Tinnum, ALSH,
SH 2007-607.182



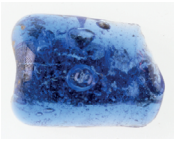
KHa 153
Sylt-Tinnum, ALSH,
SH 2007-607.193



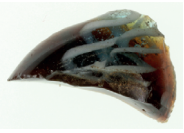
KHa 154
Sylt-Tinnum, ALSH,
SH 2007-607.197



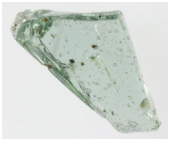
KHa 155
Sylt-Tinnum, ALSH,
SH 2007-607.199



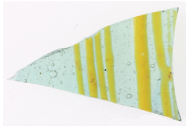
KHa 156
Föhr-Witsum, ALSH,
SH 2016-137.188



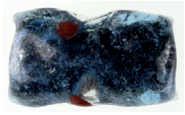
KHa 157
Föhr-Witsum, ALSH,
SH 2016-137.313



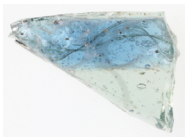
KHa 158
Föhr-Witsum, ALSH,
SH 2016-137.356



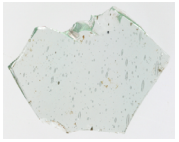
KHa 159
Föhr-Witsum, ALSH,
SH 2016-137.363



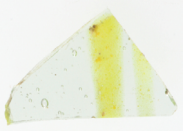
KHa 160
Föhr-Witsum, ALSH,
SH 2016-137.376



KHa 161
Föhr-Witsum, ALSH,
SH 2016-137.377



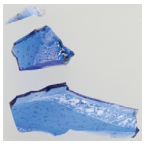
KHa 162
Föhr-Witsum, ALSH,
SH 2016-137.500



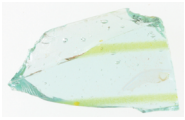
KHa 163
Föhr-Witsum, ALSH,
SH 2016-137.515



KHa 164
Föhr-Witsum, ALSH,
SH 2016-137.535



KHa 165
Föhr-Witsum, ALSH,
SH 2016-137.536



KHa 166
Föhr-Witsum, ALSH,
SH 2016-137.568

Glasprobentafel 4 Glasproben von der Nordsee. – (Fotos B. S. Majchczack; Tabelle K. Otten).



KHa 167
Köln, Heumarkt,
2454-6



KHa 168
Köln, St. Martin,
RGM Inv. 74,4467



KHa 169
Köln, St. Martin,
RGM Inv. 74,5393



KHa 170
Köln, St. Martin,
RGM Inv. 74,3354



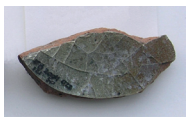
KHa 171
Köln, St. Martin,
RGM Inv. 74,5284.2



KHa 172
Köln, St. Martin,
RGM Inv. 76,1247.10



KHa 173
Köln, St. Martin,
RGM Inv. 74,2042



KHa 174
Köln, Bechergasse,
121-50



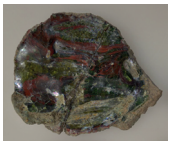
KHa 175
Köln, Philharmonie,
RGM Inv. 79,1611



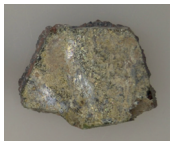
KHa 176
Köln, Antoniter-
straße, 302-13



KHa 177
Trier, Barbarather-
men, RLMT, PM
10610



KHa 178
Trier, Barbara-Ufer,
1991,15a



KHa 179
Trier, Barbara-Ufer,
1991,15b



KHa 180
Trier, Barbarathermen,
RLMT, EV 2003,217,
FNr. 7



KHa 181
Trier, Barbarathermen,
RLMT, EV 2003,217,
FNr. 13



KHa 182
Trier, Barbarathermen,
RLMT, EV 2003,
FNr. 13



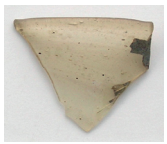
KHa 183
Bonn, Schwarzrheindorf,
RGZM Mainz, Inv. O.2690



KHa 184
Pfalz Ingelheim,
LM Mainz, IH-K3, G1232



KHa 185
Pfalz Ingelheim,
LM Mainz, IH-K3, G1254



KHa 186
Pfalz Ingelheim,
LM Mainz, IH-K8,
W320



KHa 187
Pfalz Ingelheim,
LM Mainz, IH-K8,
W334



KHa 188
Föhr-Nieblum,
ALSH, Goting
NF 152



KHa 189
Föhr-Nieblum,
ALSH, Goting
NF 152



KHa 190
Föhr-Nieblum,
ALSH, Goting
NF 152



KHa 191
Cuxhaven,
Altenwalde,
FSt-Nr. 60



KHa 192
Cuxhaven,
Altenwalde,
FSt-Nr. 60



KHa 194
Köln-Junkersdorf,
Grab 218,
RGM Inv. 51,463

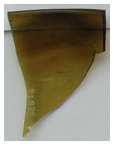


KHa 195
Köln-Junkersdorf,
Grab 220,
RGM Inv. 51,473

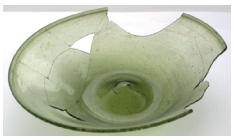
Glasprobentafel 5 Verschiedene Glasproben. – (Fotos KHa 177-182, RLMT; alle weiteren Fotos M. Dodt, B. S. Majchczack; Tabelle K. Otten).



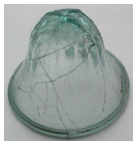
KHa 196
Köln-Junkersdorf,
Grab 232,
RGM Inv. 51,511



KHa 197
Köln-Junkersdorf,
Grab 419,
RGM Inv. 51,879



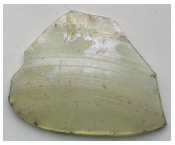
KHa 198
Köln-Junkersdorf,
Grab 164,
RGM Inv. 51,312



KHa 199
Köln-Junkersdorf,
Grab 510,
RGM Inv. 51,1049



KHa 200
Köln, Am Domhof,
FB 2013.010
FZ 52861



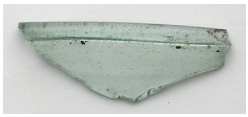
KHa 201
Köln, Am Domhof,
FB 2013.010
FZ 52816



KHa 202
Groß Strömken-
dorf, ALM 2016/
1112, 34



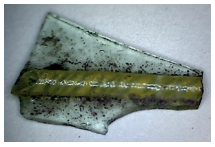
KHa 203
Groß Strömken-
dorf, ALM 2016/
1109, 131



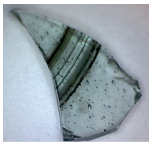
KHa 204
Groß Strömkendorf,
ALM 2017/458,5



KHa 205
Groß Strömken-
dorf, ALM 2017/
458,9



KHa 206
Groß Strömkendorf,
ALM 2017/458,7



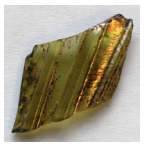
KHa 207
Groß Strömken-
dorf, ALM 2017/
458,2



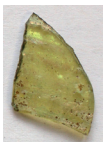
KHa 208
Groß Strömken-
dorf, ALM
2017/458,6



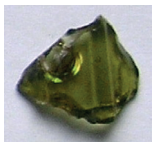
KHa 209
Paderborn,
Königstraße,
Mus. KpfP



KHa 210
Paderborn,
Königstraße,
Mus. KpfP



KHa 211
Paderborn,
Königstraße,
Mus. KpfP



KHa 212
Paderborn-Bal-
horn, Mus. KpfP,
FNr. 1975



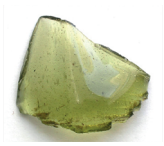
KHa 213
Paderborn-
Balhorn, Mus.
KpfP, FNr. 1623



KHa 214
Paderborn-Balhorn,
Mus. KpfP, FNr. 375



KHa 215
Beckum, Grab 35,
LM Münster,
Inv.-Jahr 1963



KHa 216
Rheine-Mesum,
LM Münster,
Mü.kz. 3711,27



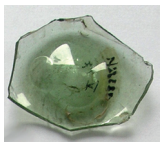
KHa 217
Kamen-Westick,
Mus. Hamm,
12376/1



KHa 218
Kamen-Westick,
Mus. Hamm,
12376/3



KHa 219
Kamen-Westick,
Mus. Hamm,
12377/1



KHa 220
Kamen-Westick,
Mus. Hamm,
12382/1



KHa 221
Kamen-Westick,
Mus. Hamm,
12394/1



KHa 222
Kamen-Westick,
Mus. Hamm,
12397/5



KHa 223
Berlin-Britz,
Mus. VFG Berlin,
Inv.-Nr. lf 16420



KHa 224
Andernach,
Mus. VFG Berlin,
Inv.-Nr. li 2282

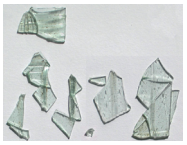
Glasprobentafel 5 Fortsetzung: Verschiedene Glasproben. – (Fotos M. Dodt, B. S. Majchczack; Tabelle K. Otten).



KHa 225
Kobern,
Mus. VFG Berlin,
Inv.-Nr. li 661



KHa 226
Worms
Mus. VFG Berlin,
Inv.-Nr. llc 443



KHa 227
Bonn-Bechlinghoven,
Ov 07/108,
St. 5-39



KHa 228
Bonn-Bechlinghoven,
Ov 07/108,
St. 120-23



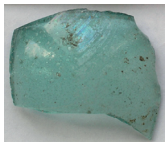
KHa 230
Mayen, »auf dem Glacis«
(1986/87), Fst. 86/23,
FZ 406-6



KHa 231
Mayen, »auf dem Glacis«
(1986/87), Fst. 87/1,
FZ 476-3



KHa 232
Mayen, »auf dem
Glacis« (1986/87),
Fst. 87/1, FZ 476(c)



KHa 233
Mayen, »auf dem
Glacis« (1986/87),
Fst. 87/9, FZ 513-7



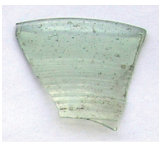
KHa 234
Duisburg-Serm,
StA Duisburg, NI
2014/3032,1-2



KHa 235
Duisburg-Serm,
StA Duisburg, NI
2014/3032,1-2



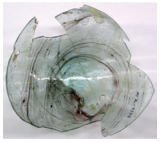
KHa 236
Köln-Porz, RLMB,
Inv.-Nr. 74.4106b



KHa 237
Köln-Porz, RLMB,
Inv.-Nr. 74.4106a



KHa 238
Kamen-Westick,
AKZ 4411,4



KHa 239
Frankfurt-Nieder-
erlenbach, Mus. VFG
Frankfurt, 1986,
03.007.004 u. .016



KHa 240
Frankfurt-Har-
heim,Grab 59,
Mus. VFG
Frankfurt



KHa 241
Frankfurt-Har-
heim, Grab 73,
Mus. VFG
Frankfurt



KHa 242
Karlburg,
1994, AAk,
Stadtmuseum
Karlstadt



KHa 243
Karlburg, Wüstung, 1991, AAk,
Stadtmuseum Karlstadt



KHa 245
Veitsberg,
AStM FZ 25752



KHa 247
Veitsberg,
AStM FZ 25751



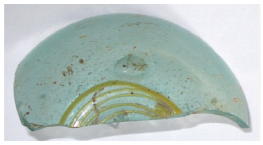
KHa 248
Enheim, Grab 37,
AStM 2006,4032h,
FZ 59298



KHa 249
Segnitz, Grab 38,
AStM FZ 59301



KHa 251
Eußenheim,
Grab 65, AStM
2000_4051_6



KHa 252
Bonn-Innenstadt,
RLMB, E-Nr. 2010/ 32,
FN 477



KHa 253
Bonn-Schwarz-
rheindorf, RLMB,
Inv.-Nr. 43.77

Glasprobentafel 6 Verschiedene Glasproben. – (Foto KHa 240, U. von Freeden; alle weiteren Fotos M. Dodt; Tabelle K. Otten).



KHa 254
Bonn-Schwarzrheindorf, RLMB, Inv.-Nr. 62.756



KHa 255
Wiesbaden, Dotzheimerstraße, SNA 13.468



KHa 256
Wiesbaden, Dotzheimerstraße, SNA 16.81b



KHa 257
Wiesbaden, Dotzheimerstraße, SNA 16.74



KHa 258
Krefeld-Gellep, Kastell, Mus. Burg Linn, Inv.-Nr. 84/205



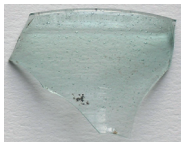
KHa 259
Krefeld-Fischeln, Grabung 2012, Grubenhaus St. 1



KHa 260
Krefeld-Fischeln, Grabung 2012, Grubenhaus St. 1



KHa 261
Duisburg-Meiderich, Mus. Duisburg



KHa 262
Duisburg-Bruckhausen, StA Duisburg, NI 2009-113, FZ 84



KHa 263
Duisburg-Alsum, Grab 8, Mus. Duisburg, Inv. H19:45



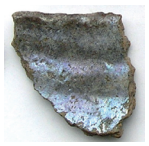
KHa 264
Kölner Dom, Domgrabung, DGF 7/5905



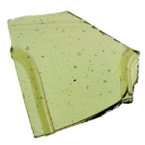
KHa 265
Kölner Dom, Domgrabung, DGF 5/52994



KHa 266
Slg. Diergardt, RGM Inv. 34,455



KHa 267
Köln, St. Kolumba, FB 74.03, RGM Inv. 74,8082



KHa 268
Amrum-Norddorf, ALSH, NF LA 127



KHa 269
Amrum-Norddorf, ALSH, NF LA 127,



KHa 272
Essen-Werden, Stadtarchäologie Essen, NI 2010/1025



KHa 274
Köln, St. Pantaleon, RGM Inv. 59,171

Glasprobentafel 6 Fortsetzung: Verschiedene Glasproben. – (Fotos M. Dodt, U. von Freeden, Fotos KHa 268-269: M. Segschneider; Tabelle K. Otten).

Abkürzungen

AKZ	LWL-Archäologie für Westfalen, Archäologische Denkmalpflege, Außenstelle Olpe
ALSH	Archäologisches Landesamt Schleswig-Holstein
ALM	Archäologisches Landesmuseum Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin
AStM	Archäologische Staatssammlung München
Brandt 2012	K. Brandt, Hollingstedt an der Treene. Ein Flusshafen der Wikingerzeit und des Mittelalters für den Transitverkehr zwischen Nord- und Ostsee (Neumünster 2012).
EV	Eingangsverzeichnis
FB	Fundbericht
FN, FNr	Fund-Nummer
Fst., FSt-N.	Fundstelle, Fundstellen-Nummer
FZ	Fundzettel
LM Mainz	Landesmuseum, Mainz
LM Münster	LWL-Museum für Kunst und Kultur, ehem. Landesmuseum, Münster
Mus. Duisburg	Kultur- und Stadthistorisches Museum, Duisburg
Mus. Hamm	Gustav-Lübcke-Museum, Hamm
Mus. KpfP	Museum in der Kaiserpfalz, Paderborn
Mus. VFG Berlin	Museum für Vor- und Frühgeschichte, Berlin
Mus. VFG Frankurt	Archäologisches Museum Frankfurt a. M., ehem. Museum für Vor- und Frühgeschichte, Frankfurt a. M.
Ov	LVR-Amt für Bodendenkmalpflege, Außenstelle Overath
RGM	Römisch-Germanisches Museum, Köln
RGZM Mainz	Römisch-Germanisches Zentralmuseum, Mainz
RLMB	LVR-LandesMuseum Bonn, ehem. Rheinisches Landesmuseum, Bonn
RLMT	Rheinisches Landesmuseum, Trier
SNA	Sammlung Nassauischer Altertümer, sam – Stadtmuseum am Markt, Wiesbaden
StA Duisburg	Stadtarchäologie, Duisburg

VERZEICHNIS DER AUTORINNEN UND AUTOREN

[Die Seite ist aus urheberrechtlichen Gründen nicht online.]

Florian Preiß
Deutsches Museum von Meisterwerken der
Naturwissenschaft und Technik
Museumsinsel 1
D - 80538 München
f.preiss@deutsches-museum.de

Alfred Schäfer
Römisch-Germanisches Museum der Stadt Köln
Roncalliplatz 4
D - 50667 Köln
alfred.schaefer@stadt-koeln.de

Martin Segschneider
Niedersächsisches Institut für historische Küstenforschung
(NIhK), Sachbereich Küsten- und Meeresarchäologie
Viktoriastr. 26/28
D - 26382 Wilhelmshaven
segschneider@nihk.de

Søren M. Sindbæk
Aarhus University
School of Culture and Society
Centre for Urban Network Evolutions (UrbNet)
Moesgaard Alle 20, Building 4230 / 2nd floor
DK - 8270 Højbjerg
farksms@cas.au.dk

Torben Sode
Højstrupvej 71
DK - 2700 Brønshøj
t.sode@mail.dk

Morten Søvsø
Museum of Southwest Jutland
Tangevej 6B
DK - 6760 Ribe
mosvs@sydvestjyskemuseer.dk

Sylwia Wajda
University of Warsaw
Institute of Archaeology
ul. Krakowskie Przedmieście 26/28
PL - 00-927 Warsaw
sylwia.wajda@gmail.com

Annemarieke Willemsen
Rijksmuseum van Oudheden
Rapenburg 28
NL - 2311 EW Leiden
a.willemsen@rmo.nl

Das durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft geförderte, auf sechs Jahre (2012-2018) ausgelegte Schwerpunktprogramm (SPP) 1630 »Häfen von der Römischen Kaiserzeit bis zum Mittelalter« führte mit den Forschungen zu frühmittelalterlichen Glasfunden an Häfen zu einer interdisziplinären und vernetzten Zusammenarbeit zwischen mehreren Projektgruppen – Rhein, Nordsee, Ostsee und Binnenhäfen. In den innerhalb des Schwerpunktprogramms stattfindenden Austausch wurden zudem externe Institutionen und Personen, die sich der Forschung zu Herstellung und Distribution der Gläser im frühen Mittelalter widmen, ergänzend einbezogen. Bei der Zusammenarbeit wurden unterschiedliche Regionen miteinander verbunden: das fränkische Reich sowie die Gebiete der Friesen, Sachsen, Wikinger und Slawen.
Ohne das SPP wären derartig vernetzte und weitreichende Forschungen nicht möglich gewesen.
Das Teilprojekt »Der frühmittelalterliche Hafen Kölns – Produktionsstätte und Exporthafen für Gläser« mit den dort erfassten Glaswerkstätten der Merowinger- und Karolingerzeit, die archäologisch und naturwissenschaftlich ausgewertet wurden, bildet in diesem Band den Ausgangspunkt für die Forschung zur frühmittelalterlichen Wirtschaftsgeschichte zum Thema Glas.
Die zwölf Beiträge gehen auf Vorträge zweier Tagungen zurück, die durch das Römisch-Germanische Museum der Stadt Köln (9.-10. November 2016) und die Sydvestjyske Museer in Ribe/Dänemark (20.-22. März 2018) ausgerichtet wurden.

Römisch-Germanisches Zentralmuseum
Leibniz-Forschungsinstitut für Archäologie

R G Z M