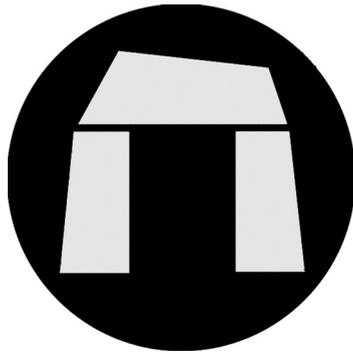


Archäologische Gesellschaft für Mecklenburg und Vorpommern e.V.



**Archäologische Berichte
aus Mecklenburg-Vorpommern**

Band 24 2017

Inhalt

Vorwort	4	<i>Peter Kaute</i> Schwerin Alter Garten 3 – Befunde und Fundmaterial aus dem Übergangsbereich zwischen Niederung und Schweriner See	52
<i>C. Michael Schirren</i> Keine Ente! Ein neolithischer Askos aus der Tollense bei Klempenow, Lkr. Mecklenburgische Seenplatte	5	<i>Klaus Bente, Christoph Berthold, Melanie Keuper, Axel Gerdes, Jörg Ansorge und Andreas König</i> Die Korallenperlenkette aus Greifswald von um 1300 – archäometrische Untersuchungen an <i>Corallium rubrum</i> aus einer mittelalterlichen Hansestadt	69
<i>Jens-Peter Schmidt</i> Ein neuer jungbronzezeitlicher Hortfund der Periode VI aus Malchin, Lkr. Mecklenburgische Seenplatte	11	<i>Heiko Schäfer</i> Pommersche und brandenburgische Denare aus Ramin und Rossow, Lkr. Vorpommern-Greifswald	80
<i>Elke Schanz</i> Ein neuer Typ! – Die bronzene Plattenfibel vom eisenzeitlichen Brandgräberfeld Schönfeld bei Demmin, Lkr. Mecklenburgische Seenplatte	24	<i>Stefanie Brüggemann</i> Mittelalterliche Kirchenbuden von St. Jakobi auf dem Stralsunder Grundstück Papenstraße 5-6	84
<i>Jens-Peter Schmidt</i> Ein Bronzebeschlag der römischen Kaiserzeit aus Basedow, Lkr. Mecklenburgische Seenplatte	29	<i>Gunnar Möller</i> Zingel, Störtenwall und Renneboom – Die einstige Stralsunder Landwehr	94
<i>Normen Posselt und Ronald Borgwardt</i> Zwei frühmittelalterliche Schwerter aus dem Tollensetal bei Weltzin, Lkr. Mecklenburgische Seenplatte	37	<i>Jörg Ansorge</i> Die Siegelstempel zweier Werlescher Zeitgenossen des frühen 14. Jahrhunderts – Der Ritter Johann von Cremun und der Güstrower Dompropst Borchard	108

<i>Uwe Weiß und Heiko Schäfer</i> Ein Hohlpfennigfund aus der Mitte des 14. Jahrhunderts vom Kirchhof in Stuer, Lkr. Mecklenburgische Seenplatte	116	<i>Nick Dobusch</i> Mecklenburgische Bouteillen in Preußen trotz Einfuhrverbot	178
<i>Jörg Ansoerge</i> Töpfer vor dem Semlower Tor in Stralsund	124	<i>Volker Häußler und Alexander Schacht, C. Michael Schirren, Jens Ulrich</i> Der Tradition verpflichtet	183
<i>Heiko Schäfer</i> Ein Kachelfund mit Importen aus der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts vom Anklamer Pferdemarkt	146	<i>Ulrich Schoknecht</i> Neue Literatur	188
<i>Arne Homann</i> Spanische Uniformknöpfe – Zeugen einer Episode der Napoleonischen Kriege	153	<i>Frank Nikulka</i> Arbeitsbericht der Archäologischen Gesellschaft für Mecklenburg und Vorpommern e.V. für das Jahr 2016	200
<i>Hasso Zwahr</i> Die Glashütte Bresewitz, Lkr. Mecklenburgische Seenplatte – ihre Geschichte und Glassiegel	159	Anschriften der Autoren Hinweise an die Autoren	204 206

Die Korallenperlenkette aus Greifswald von um 1300 – archäometrische Untersuchungen an *Corallium rubrum* aus einer mittelalterlichen Hansestadt

The coral pearl necklace from Greifswald from around 1300 – archaeometric investigations on *Corallium rubrum* from a medieval Hanseatic town

Klaus Bente, Christoph Berthold, Melanie Keuper, Axel Gerdes,
Jörg Ansorge und Andreas König

Auszug

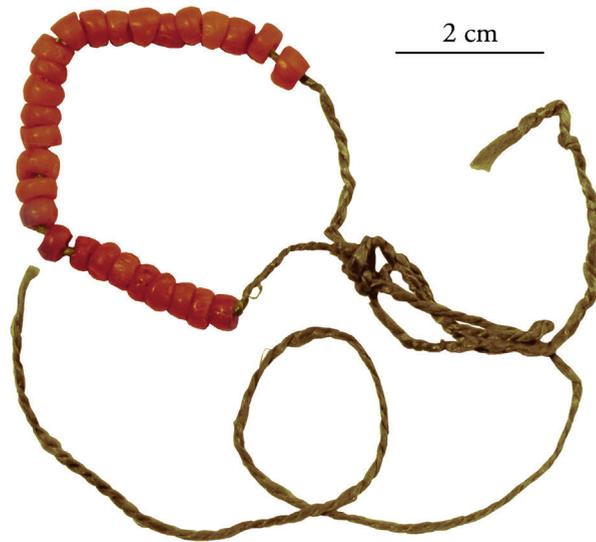
Eine Korallenperlenkette aus der Hansestadt Greifswald (Mecklenburg-Vorpommern, Deutschland) von um 1300 wurde zerstörungsfrei beziehungsweise minimalinvasiv archäometrisch untersucht. Als Material der Perlen wurde rote Edelkoralle (*Corallium rubrum*) bestimmt, die mit großer Sicherheit aus dem Mittelmeer stammt, was Hinweise auf die damaligen Handelswege auch nach Mitteleuropa liefert. Es konnten die für *Corallium rubrum* typischen hohen Magnesiumgehalte mit Röntgendiffraktion und die für die rote Farbe verantwortlichen Polyene mit Ramanspektroskopie nachgewiesen werden. Zudem konnte das für die Edelkoralle charakteristische vorwiegend dichte Volumengefüge mittels μ -Computer-Röntgentomographie festgestellt werden. Ergänzend durchgeführte massenspektroskopische Analysen zur Strontium- und Bor-Isotopie weisen auf rezente Bildungen unter marinen Bedingungen hin. Diese Ergebnisse wurden mit Korallenartefakten aus weiteren Hansestädten verglichen, die als Belege für ihre ökonomische und kulturelle Vernetzung zu gelten haben. Vergleichend wurden zudem als Koralle bezeichnete Artefakte der Eisenzeit und von Ethnographica aus Afrika untersucht. Die konkreten und vergleichenden Studien bieten referenzierbare Daten von *Corallium rubrum*, die auch für die Differenzierung von originär roten beziehungsweise weißem oder möglicher-

weise anthropogen gebleichten *Corallium rubrum* beziehungsweise von neomorphen Kalziten aus Aragonit, aber auch von chemisch sedimentären Kalziten genutzt werden können.

Abstract

A coral bead chain from the Hanseatic City Greifswald (Mecklenburg-Vorpommern, Germany) from around 1300 was archaeometrically examined by non-destructive or minimally invasive methods. Thereby, this artefact was established as a genuine red coral from the Mediterranean Sea, and therefore corresponding trade routes towards central Europe can be suggested. For *Corallium rubrum* typical high magnesium contents were determined by μ -X-ray diffraction and polyenes as red dyes were detected by μ -Raman spectroscopy. Additionally, the characteristic dense volume structure of *Corallium rubrum* were imaged by high-resolution μ -X-ray computed tomography. Strontium and boron isotopies were determined by mass spectrometry being evident for a recent formation under marine conditions. These data are compared with coral artefacts from other Hanseatic cities proving their economic and cultural interdependencies. Related materials e.g. of Iron Age fibulae beads and from ethnographic objects from Africa, were additionally characterized for to differentiate

Abb. 1: Hansestadt Greifswald, Rakower Straße 12, Fpl. 70. Korallenperlenkette von um 1300 AD aus einer mit Exkrementen und Huminstoffen in tonigem Material gefüllten Latrinentalerungsgrube.



red *Corallium rubrum* from anthropogenic whitened or original white *Corallium rubrum*, neomorphic calcites from aragonite, as well as from chemical sedimentary calcites.

Problemstellung

Über viele Epochen und Regionen hinweg wurden wie auch im Mittelalter Süd- und Mitteleuropas rote Korallen als wertvolle profane oder sakrale Realien eingesetzt. Die augenscheinliche und kontextuelle Bestimmung solcher Artefakte als *Corallium rubrum* ist jedoch häufig nicht zutreffend beziehungsweise unsicher, da sie insbesondere wegen ihrer Farbe zum Beispiel mit Karneol oder auch mit künstlichen Materialien wie Glas oder Email verwechselbar sind. Die Bestimmung entsprechender Materialien zielt jedoch nicht nur auf deren Eigenschaften, Herkunft beziehungsweise Fertigung ab, sondern liefert Grundlagen unter anderem für kulturhistorische, ikonographische und handelsbezogene Interpretationsansätze. Für die Erfassung entsprechender Materialdaten sind archäometrische Untersuchungen unerlässlich, die in dieser Arbeit auf spätmittelalterliche Korallenperlen aus der Hansestadt

Greifswald und auf Vergleichsobjekte angewendet werden.

Beschreibung des Artefakts

In den Archäologischen Berichten aus Mecklenburg-Vorpommern beschrieben J. Ansorge und P. Kaute (1999) eine Korallenperlenkette (Inventarnummer ALM1997/ 500,682) aus der Hansestadt Greifswald von um 1300, die bei der Großgrabung des Landesamtes für Bodendenkmalpflege Mecklenburg-Vorpommern in einer Latrinentalerungsgrube in der Rakower Straße 12 (Fpl. 70) gefunden wurde. Dargelegt werden die optische Erscheinung des Objekts, der Fundort sowie die Zuordnung zu möglichen Handelswegen der Koralle aus dem Mittelmeer sowie ihre mythologische und ikonographische Deutung sowie Wirkungszuschreibungen hinsichtlich menschlicher Befindlichkeiten (Ansorge/Kaute 1999). Die insgesamt 27 polierten Perlenglieder bilden eine Kette der Länge von 8 cm mit einem Durchmesser von 2,5 cm. Die Perlen sind homogen rot, weisen jeweils Durchmesser von circa 3 mm und eine Dicke von 1–2 mm auf und sind senkrecht zur flachen Seite durchbohrt (Abb. 1).

Historischer Zusammenhang

Rosenkränze, Perlenhals- und -armketten, Besätze von Schmuck oder auch einzelne Perlen aus *Corallium rubrum* gehören zu den wert- und bedeutungsvollen archäologischen Funden des späten Mittelalters und der frühen Neuzeit in den Hansestädten. Solche Edelkorallen und ihre unterschiedliche Verwendung verdeutlichen dabei die sozialen, geistigen, modischen und stadtkulturellen Gegebenheiten und Gemeinsamkeiten dieser Städte. Aus der Mythologie der Medusa stammend, erlebte die rote Koralle als Material im späten Mittelalter und der Renaissance eine Blüte, um allerdings bis heute ihre besondere Wertschätzung nicht zu verlieren. Dabei sind rote Korallen auch eng mit der christlichen Mythologie verwoben und vollständig in den abendländisch-christlichen Kanon des vorreformatorischen Europas eingebunden gewesen, was sich neben den zumeist apotropäischen Realien, aber auch Zahnbeißern für Kinder, auch in der bildenden Kunst niederschlägt (unter anderem Grabner 1969; Hansmann/Kriss-Rettenbeck 1999; Lambacher 2013). Für die Hanse sind Korallen als repräsentativ für die ökonomischen Beziehungen und Handelswege mit dem mediterranen Raum und dabei besonders mit den oberitalienischen Städten zu betrachten. Vergleichbare rote Korallenartefakte sind aus weiteren deutschen Hansestädten der gleichen Epoche aus Lübeck vom Ende des 14. Jahrhunderts, nämlich ein Kloakenfund aus der Fronerei auf dem Schragen (Erdmann/Nitsch 1986; Schulz 1989) und aus dem Stadtweinhaus in Münster von um 1350 (Schultz 2008) bekannt, die sich in archäometrischer Bearbeitung befinden.

Archäometrischer Ansatz

Grundlage für archäometrische Untersuchungen an Artefakten aus *Corallium rubrum* spricht deren Skeletten ist ihre Charakteristik als natürliches Verbundmaterial (Bischoff et al. 1983; Stolarski/

Mazur 2005; Vielzeuf et al. 2008, 2010; Kupka et al. 2016), das aus einer mikroskopischen Verschränkung von organischer Matrix (Proteine) einschließlich der Polyene als Rotpigmente (Urmos et al. 1991; Karampelas et al. 2009) und von typischerweise hoch magnesiumhaltigen (Railsback 2006) Kalzitmesokristallen (HMC) besteht. Solche roten, als Koralle bezeichneten und vergleichbaren Artefakte liegen aus unterschiedlichsten Epochen und Regionen vor und wurden von uns mit mitteleuropäischen Funden von der Eisenzeit bis ins Mittelalter und der frühen Neuzeit sowie mit afrikanischen Ethnographica um 1800 verglichen. Dabei konnte festgestellt werden, dass koralline Artefakte als wenig bearbeitetes Material bis hin zu polierten beziehungsweise ornamentierten Perlen oder Besätze zum Beispiel auf Broschen oder Fibeln sowie als Kettenglieder vorliegen. Unsere Untersuchungen (Bente et al. 2012, 2014, 2015; Bente 2016) machen aber auch deutlich, dass die makroskopisch und kontextuell begründete Bezeichnung von Artefakten als *Corallium rubrum* einer archäometrischen Überprüfung bedarf, da teilweise alternative Materialien eingesetzt wurden, die mit *Corallium rubrum* verwechselt werden können und werden. So treten neben den tatsächlich roten bis hin zu rosa und nahezu weißen Edelkorallen beispielsweise in West- und Nordafrika weitere rote Materialien wie Karneol, Mennige, Email oder Glas (Bente et al. 2015) auf, die aufgrund ihrer roten Farbe irrtümlich als Koralle bezeichnet werden. In Abgrenzung hierzu (Schuler 1997) und auch im Vergleich mit Literaturdaten (Fürst 2010; Fürst et al. 2016) wurden weiße als Koralle bezeichnete Besätze aus der Eisenzeit untersucht (Bente 2016; Schrickel/Bente 2013; Schrickel et al. 2014). Diese weisen, wie in Fällen aus Süddeutschland (Langenau) und Österreich (Dürrnberg) die biogene Charakteristik von *Corallium rubrum*, das heißt hohe Magnesium-Gehalte und Polyene auf (Keuper et al. 2014, 2015), sind aber durchgehend weiß. Dies bedeutet, dass auch die Verwendung von ursprünglich rosa oder weiß-rot schattierten oder rein weißen Varianten von *Corallium*

rubrum, wie zum Beispiel „Engelshaut“, berücksichtigt werden muss (Kupka et al. 2016; Ruppenthal 2008). Inwieweit es sich bei diesen Besätzen um durch Diagenese oder Bodenlagerung oder intentionell gebleichtes ehemalig rotes *Corallium rubrum* handelt, ist derzeit noch nicht geklärt (Bente et al. 2015). Im Gegensatz dazu weisen die bisher von uns untersuchten weißen als Koralle bezeichneten Fibelbesätze der Latènezeit aus Mitteldeutschland die typische Charakteristik von *Corallium rubrum* nicht auf (Schrickel/Bente 2013). Weder konnten bei diesen Besätzen die typischen hohen Magnesium-Gehalte des Kalzits, noch Polyene als Rotpigmente nachgewiesen werden. Folglich kann es sich bei diesen Besätzen nicht um originär kalzitisches *Corallium rubrum* aus dem Mittelmeer handeln, sondern um möglicherweise herkunftsähnliche Koralle oder Meerwassermuscheln beide aus Aragonit, die zu neomorphem Kalzit umgebildet wurden (Budd 1988).

Als Referenzmaterial für unsere Untersuchungen sowie hinsichtlich einer verallgemeinerbar archäometrischen und materiellen Charakterisierung von Korallen und Korallendekor wurden unterschiedliche rezente rote Edelkorallen aus dem Mittelmeer (Deutsches Meeresmuseum, Stralsund, Senckenberg Naturhistorische Sammlungen Dresden) sowie im Handel erhältliches *Corallium rubrum* herangezogen.

Archäometrische Methoden

Hinsichtlich der besonderen chemischen (organische Matrix, roter Polylenfarbstoff) und biomineralischen (Magnesium-Gehalte der metastabilen mesokristallinen Kalzite) Eigenschaften von rotem *Corallium rubrum* und entsprechend der historischen und musealen Bedeutung der Artefakte wurden folgende zerstörungsfreie beziehungsweise minimalinvasive Untersuchungen durchgeführt:

1. Typischerweise zeichnen sich im Meerwasser metastabil gebildete biogene Korallenkalzite als sogenannte „High Magnesium Calcite (HMC)“

durch MgCO_3 Gehalte $> 8\%$ Mol% (Railsback 2006) aus. Korreliert mit chemischen Referenzdaten wurde mittels hoch orts aufgelöster und nicht-zerstörender Röntgenmikrodiffraction ($\mu\text{-XRD}^2$) über die Winkelposition des 104-Kalzit-Hauptreflexes der Magnesium-Gehalt des mesokristallinen biogenen Kalzits bestimmt (Goldsmith et al. 1961; Railsback 2006). Die Röntgendiffraktometermessungen zur Bestimmung der Winkelposition des Kalzit 104-Reflexes wurden mit einem Bruker D8-discover Mikrodiffraktometer durchgeführt, welches mit einer Co-Röntgenröhre, einem Graphitprimärmonochromator, einer Röntgenoptik mit $300\mu\text{m}$ Strahldurchmesser und einem großen zweidimensionalen VANTEC 500 Detektor ausgestattet ist ($\mu\text{-XRD}^2$) (Berthold 2017).

2. Mittels μ -Raman-Spektroskopie können die für vor allem rote aber auch weiße oder mutmaßlich gebleichte - Edelkorallen (Fürst 2010; Fürst et al 2016) typischen organischen Rotpigmente Polyene (Urmos et al. 1991) zerstörungsfrei identifiziert werden (Bente et al. 2014). Die raman-spektroskopischen Untersuchungen wurden mit einem μ -Ramanspektrometer der Firma Renishaw (InVia Reflex Raman Mikroskopie) mit einer Laserwellenlänge 532nm (grün) mit Rayleigh-Kantenfilter und Messung von 100 cm^{-1} bis 1800 cm^{-1} durchgeführt.

3. Mittels μ -Röntgencomputertomographie ($\mu\text{-X-ray-CT}$) kann die Dichte und damit die innere Struktur der Korallenobjekte mit im Inneren befindlichen gegebenenfalls reliktschen Strukturen zerstörungsfrei erfasst werden. (Bente et al. 2014). Die Untersuchungen wurden mittels W-Strahlung mit 140 kV , 0.1 mm Kupferfilter und einer Auflösung von $\sim 7\mu\text{m}$ Voxelkante durchgeführt.

4. Mittels minimalinvasiver Laserablations-ICP-Multikollektor-Massenspektrometrie (LA-ICPMS) mit Brennsots von 0.04 bis 0.1 mm Durchmesser wurden die Strontium- und Bor-Isotope des Karbonats gemessen, die eine Datierung und Zuordnung des Bildungsmilieus der Koralle ermöglichen (Gerdes et al. 2015).

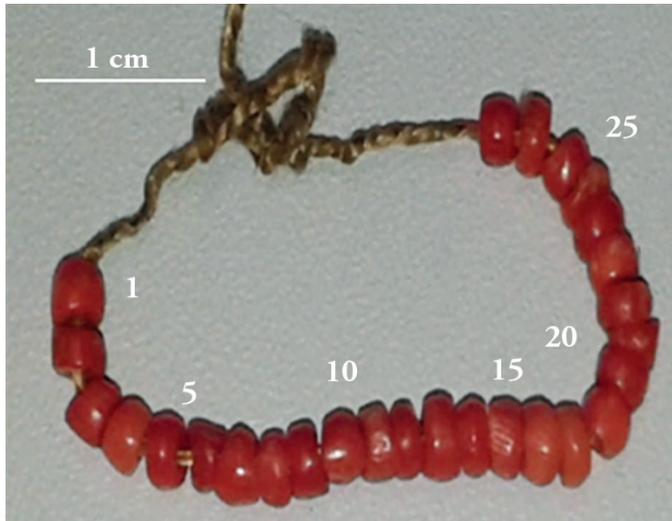


Abb. 2: Hansestadt Greifswald, Rakower Straße 12, Fpl. 70. Korallenperlenkette mit Nummerierung der Perlen.

Ergebnisse der Röntgenbeugungsuntersuchungen und Ramanspektroskopie

Den dargelegten Charakteristika folgend wurde die Korallenkette aus Greifswald zerstörungsfrei beziehungsweise minimalinvasiv analysiert, die Ergebnisse sind im Folgenden zusammengestellt. Dazu sind die exemplarisch vermessenen Perlen anhand eines Fotos mit Nummerierung (Abb. 2) verdeutlicht.

Diese Ergebnisse wurden mit Daten heutiger roter Edelkorallen aus dem Mittelmeer, mit Daten von Broschenbesätzen des Fundes aus dem Stadtweinhaus in Münster von um 1350 (Schultz 2008) sowie von roten Korallenperlen aus einer Kloake auf dem Schragen der Hansestadt Lübeck vom Ende des 14. Jahrhunderts und zudem mit Artefakten aus Afrika von um 1800 verglichen.

Der Beugungswinkel des für den Magnesium-Einbau in das Kalzitgitter signifikanten 104-Reflexes zeigt bei allen analysierten Perlen Verschiebungen zu größeren Winkelwerten, das heißt kleineren Gitterkonstanten aufgrund des kleineren Ionenradius des Magnesium-Kations. Typische Er-

gebnisse dieser Messungen an drei ausgewählten Perlen sind in Abb. 3 dargestellt. Aus diesen Werten lassen sich für die Korallenperlen aus Greifswald MgCO_3 -Gehalte von circa 10–13 Mol% mit einer Genauigkeit von ± 2 Mol % berechnen. Gegenläufige Effekte auf die Peaklage des 104-Reflexes typischerweise durch Einbau des größeren Strontium-Kations können aufgrund der geringen Strontium-Gehalte vernachlässigt werden.

Die Spektren der ramanspektroskopischen Messungen zeigten bei allen Perlen die beiden sehr starken, für Polyene typischen, umhüllenden Banden bei circa 1132 cm^{-1} und circa 1521 cm^{-1} . In Abb. 4 sind die deckungsgleichen typischen Spektren einiger Perlen dargestellt. Nach Berechnungen von Barnard/De Waal repräsentieren diese umhüllenden Banden Polyenmischungen mit effektiven C-Doppelbindungszahlen (N_{eff}) von $9 < N_{\text{eff}} < 11$ (Barnard/de Waal 2006). Die für Kalzit typische Bande bei circa 1080 cm^{-1} zeigt geringe, aber messbare Verschiebungen, die dem schon bei den $\mu\text{-XRD}^2$ -Messungen bestimmten Magnesium-Gehalt entsprechen. Bei sogenannten weißen Korallenbesätzen aus der Eisenzeit Mitteldeutschlands ließen sich keine

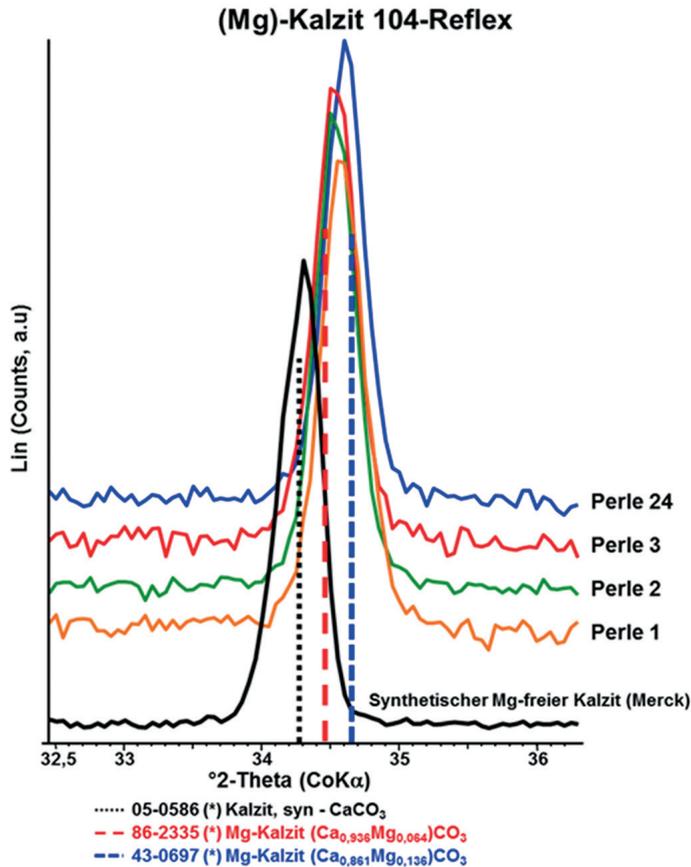


Abb. 3: Typische XRD-Diagramme des 104-Reflexes von vier repräsentativen Perlen 1, 2, 3 und 24 aus Greifswald mit Magnesium (Mg)-Gehalten von circa 10-13 Mol% aufgrund der 104-Reflexposition. Zusätzlich sind die theoretischen 104-Reflexpositionen von zwei Magnesium-Kalziten mit unterschiedlichen Magnesium-Gehalten sowie die eines magnesiumfreien Kalzites aus der PDF-4-Datenbank des ICDD (International Centre of Diffraction Data) eingezeichnet. Zur Referenzierung ist zudem das gemessene XRD-Diagramm eines synthetischen magnesiumfreiem Kalzit von Merck dargestellt.

für Polyene typischen Ramanbanden und mittels Röntgendiffraktion nur magnesiumfreier Kalzit nachweisen, während diese Eigenschaften bei ähnlichen Objekte aus Süddeutschland (Langenau) und Österreich (Dürrenberg) vorhanden sind.

Anhand von Grauwert optimierten Computertomographischen Schnitten lässt sich die Über-

einstimmung der Struktur einer exemplarischen Korallenperle (Abb. 5) der Kette (Perle 1; Dm. 2-3 mm; L. 5 mm) mit einem Korallenast eines rezenten *Corallium rubrum* (Abb. 6) belegen. Beide zeigen ein dichtes, zum größten Teil homogenes Gefüge der Skelette, die in Hohlräumen typische Arrangements konzentrischer Mikrostrukturen (Abb. 5 und 6) aufweisen.

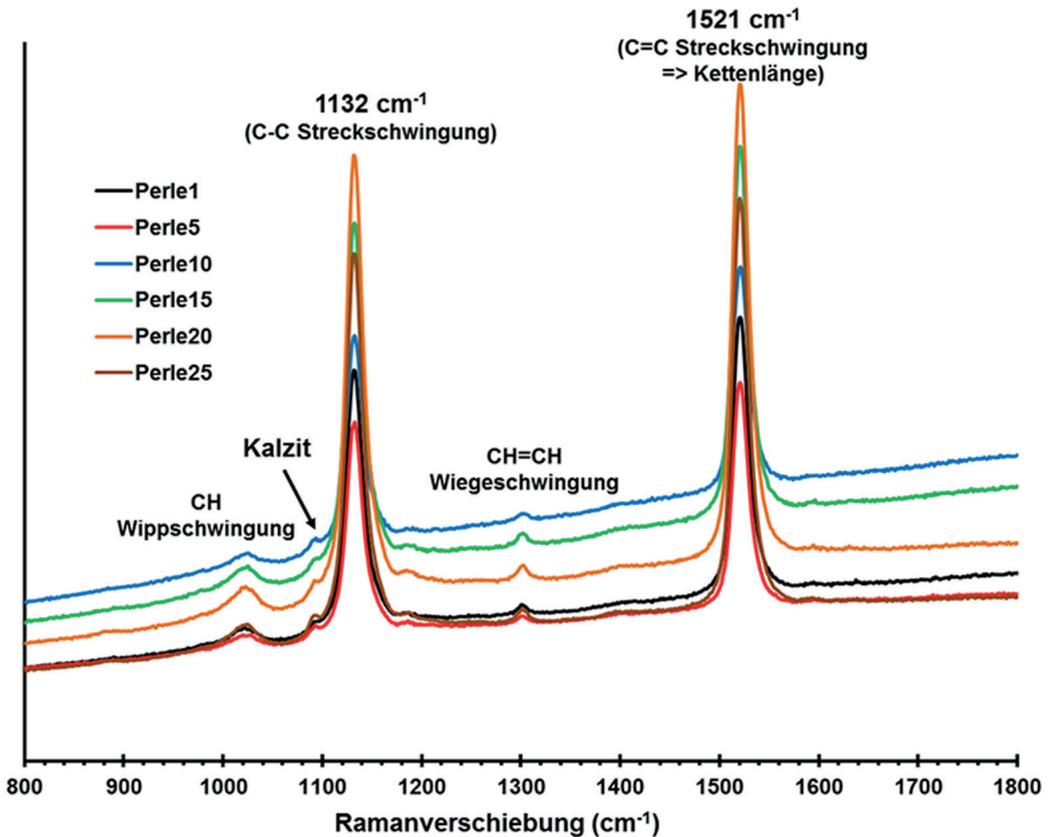


Abb. 4: Exemplarische Raman-Spektren der Greifswalder Korallenperlenkette (Perlen 1, 5, 10, 15, 20, 25) mit den für Polyene typischen starken Banden bei ca. 1132 cm^{-1} und ca. 1521 cm^{-1} entsprechend einer C-Doppelbindungszahl von $N_{\text{eff}} \sim 10$.

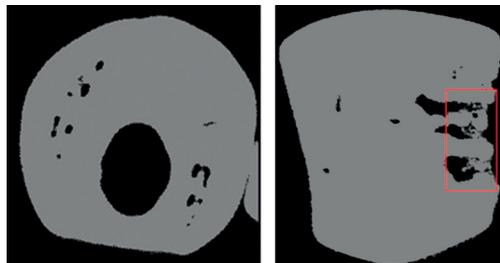


Abb. 5: Zwei senkrecht zueinander stehende Schnitte (Bildbreite 3 mm beziehungsweise 2 mm) der Computer-Tomographischen-Animation der Perle 1. In den Quer- (links) und Längsschnitten (rechts) sind Hohlräume sichtbar. Im leicht schrägen Querschnitt (links) sind zusätzlich die zentrale Durchbohrung und im roten Rechteck des rechten Bilds ein typisches Arrangement konzentrisch koralliner Struktur in den Hohlräumen von *corallium rubrum* sichtbar.

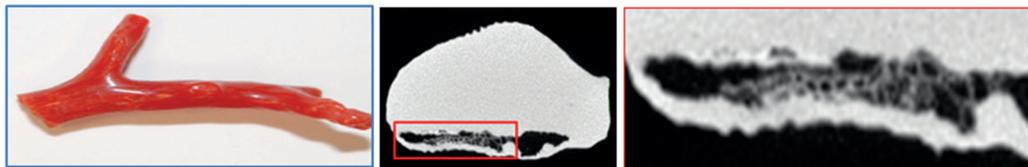


Abb. 6: Ast eines rezenten *Corallium rubrum* (links; L. 20 mm; größter Querschnitt 1,5 mm) und dessen CT-Querschnitt (Mitte; Bildbreite 1,5 mm) mit Arrangements konzentrischer koralliner Struktur in einem Hohlraum (rotes Rechteck, Mitte) und dessen vergrößerter Ausschnitt (rechts; Bildbreite etwa 1 mm) in Übereinstimmung mit der Struktur der Korallenperle in Abb. 5 (Bild rechts).

Vergleichsmessungen am Korallenschmuck aus den Hansestädten Lübeck und Münster

Im Zuge der Messungen an der Greifswalder Perlenkette wurden vergleichende zerstörungsfreie Röntgenbeugungsmessungen und ramanspektroskopische Untersuchungen an roten Korallenperlen der Hanse aus einer Kloake auf dem Schrang in Lübeck von Ende des 14. Jahrhunderts sowie an den Korallen der Broschen aus dem Stadtweinhaus in Münster von um 1350 durchgeführt. Auch hier konnten mittels μ -XRD² anhand der 104-Reflexposition Magnesium-Gehalte zwischen circa 10-13 Mol% (Berthold et al. 2017, 2017a) sowie mittels Ramanspektroskopie die für *Corallium rubrum* typischen Polyene mit $N \sim 10$ als Rotpigment bestimmt werden. Damit liefern diese ergänzenden Vergleichsdaten weitere Einblicke in die kulturellen und Handelsbeziehungen der Hanse.

Ergebnisse der Strontium- und Bor-Isotopenmessungen

Zusätzlich zu diesen Untersuchungen wurden Strontium (Sr)- beziehungsweise Bor (B)-Isotope der Korallenperlen auch im Vergleich mit rezenten Korallen mittels Laserablations-ICP-Multikollektor-Massenspektrometrie (La-ICPMS) bestimmt (Gerdes et al. 2015). Die $^{87}\text{Sr}/^{88}\text{Sr}$ Werte der Greifswalder Korallenperlen sind mit 0.70921(2) eindeutig rezent sprich sie entsprechen „modern

sea water“. Die Korrelation der Bor-Gehalte von 10.35 ± 0.67 ppm mit der Bor Isotopie $\delta^{11}\text{B}$ von 20.47 ± 0.67 weist für die Korallenkette aus Greifswald auf ein biomineralisches Wachstum unter rezent marinen Bedingungen hin. Diese Strontium- und Bor-Isotopien sind in Übereinstimmung mit heutigem *Corallium rubrum*, für die von uns exemplarische Bor-Gehalte von 11.84 ± 0.67 ppm und eine Bor-Isotopie $\delta^{11}\text{B}$ von 17.94 ± 0.67 bestimmt wurden. Sie sind zudem in Übereinstimmung mit Isotopendaten von weiteren von uns untersuchten weißem Korallenschmuck oder gegebenenfalls „whitened“ eisenzeitlichen Korallenbesätzen aus Süddeutschland sowie aus Dürrnberg bei Hallein/Österreich (Bente et al. 2014).

Hiervon signifikant abweichend sind die für die Datierung mittels Strontium-Isotopie sowie die für kontinentale Bor-Isotopien und Bor-Gehalte charakteristischen Werte fossiler, sprich erdzeitlicher Korallen (Gerdes et al. 2015).

Fazit

Die Glieder der Korallenperlenkette aus der Hansestadt Greifswald bestehen eindeutig aus *Corallium rubrum*. Es konnten die für *Corallium rubrum* typischen hohen Magnesium-Gehalte im Kalzit von 10 bis 13 Mol% und Polyene mit C-Doppelbindungen von $N \sim 10$ als rotes Farbpigment nachgewiesen werden. Die Rotfärbung ist demnach nicht auf Eisengehalte zurückzuführen.

Die innere Struktur der tomographisch untersuchten Perlen besteht aus typischerweise dichtem Skelettmaterial, welches in sporadisch auftretenden Hohlräumen die typisch lokal begrenzten Arrangements konzentrisch koralliner Strukturen aufweist. Diese Daten sowie die Strontium- und Bor-Isotopenwerte bestätigen die Perlen der Korallenkette als rezentes, marin gebildetes *Corallium rubrum* wohl aus dem Mittelmeer, woraus entsprechende Handelswege nach Mitteleuropa abzuleiten sind.

Archäometrische Untersuchungen zum Zusammenhang der „Korallenkultur“ in Hansestädten werden – neben der Korallenperlenkette aus Greifswald – derzeit auch an Korallenbesätzen auf Broschen von um 1350 aus dem Stadtweinhaus in Münster sowie an roten Korallenperlen aus einer Kloake auf dem Schranken der Hansestadt Lübeck vom Ende des 14. Jahrhunderts durchgeführt (Berthold et al. 2017; Berthold et al. 2017a). Diese Ergebnisse stimmen mit den Daten der Perlenkette aus Greifswald überein und erweitern die Kenntnisse über die kulturellen und Handelsbeziehungen der Hanse. Zur Referenzierung wurden auch Daten roter, als Koralle bezeichnete Ethnographica aus dem Königreich Benin und Algerien (um 1800) untersucht. Hier wurden neben tatsächlichen Edelkorallen auch mit diesen verwechselbare rote Materialien wie Karneol, Glas oder Email beziehungsweise Menige (Bente et al. 2015) bestimmt.

Die vorliegenden Ergebnisse und Vergleichsstudien dienen nicht nur konkreten Erkenntnissen, sondern auch der Referenzierung fossiler sowie rezenter roter und weißer Korallen und entsprechender Artefakte, die im Zusammenhang sogenannter weißer Korallenbesätze aus Österreich, Süd- und Mitteleuropa untersucht wurden.

Als allgemein archäometrisches Fazit ist zu ziehen, dass komplexe Zusammenhänge und Erkenntnisse wie im vorliegenden Falle ausschließlich durch methodenkombinierte materialwissenschaftliche Charakterisierungen erbracht werden können (Bente 2016; Bente et al. 2015; Schrickel/Bente et al. 2014).

Danksagung

Zur archäometrischen Untersuchung wurden Artefakte vom Landesamt für Kultur und Denkmalpflege Mecklenburg-Vorpommern, namentlich Dr. D. Jantzen, sowie vom Landschaftsverband Westfalen-Lippe – LWL Museum für Kunst und Kultur, namentlich MA S. Kötz sowie Krallenperlen aus Lübeck durch Dr. M. Schneider (Fachbereich Kultur- und Denkmalpflege) zur Verfügung gestellt. Afrikanische Ethnographica wurden von Dr. S. Dolz (Staatliche Ethnographische Sammlungen Sachsen) bereitgestellt. Rezente Korallen aus dem Mittelmeer und Exempel aus dem Pazifik wurden von der Firma A. Ruppenthal KG (Idar-Oberstein) bezogen sowie von Dr. G.-B. Reinicke (Deutsches Meeresmuseum, Stralsund) und Dipl. Biol. A. Weck-Heimann, Dr. K. Schniebs (Senckenberg Naturhistorische Sammlungen, Dresden) und W. Schlaupitz (Hauptzollamt Dresden) bereitgestellt. Dankenswerterweise standen Dr. E. Rosenstock (Freie Universität Berlin), Prof. Dr. G. Sobott (Naumburg) und M. Schrickel, M. A. (Luxemburg) für das Lektorieren des Manuskripts zur Verfügung.

Abbildungen:

Jörg Ansorge (Abb. 1); Christoph Berthold (Abb. 2).

Literatur

- Ansorge, J./Kaute P., Eine Korallenperlenkette aus Greifswald von um 1300. – Archäologische Berichte aus Mecklenburg-Vorpommern 6, 1999, 125–128.
- Barnard, W./de Waal, D., Raman investigation of pigmentary molecules in the molluscan biogenic matrix. – Journal of Raman Spectroscopy 37 (1-3), 2006, 342–352.
- Bente, K./Schrickel, M./Franz, A., Archäometrische Studien an Mitteldeutschen Korallenfibeln – eine Zwischenbilanz – METALLA Sonderheft 5, Bochum 2012, 28–31.

- Bente, K./Berthold, C./Schricket, M./Wendling, H./Ende, M., White coral beads of Latène and Hallstatt age: original color or decolorated material? – 92nd Annual Meeting of the Deutsche Mineralogische Gesellschaft (DMG), Jena 2014, 81.
- Bente, K./König, A./Dehn, F./Krüger, P./Wirth, R./Hirsch, D./Münster, T./Berthold C., Vergleichende computertomographische und elektronenmikroskopische Studien zu eisenzeitlicher Korallenzier. – METALLA Sonderheft 7, Archäometrie und Denkmalpflege 2015, Mainz 2015, 59–61.
- Bente, K./Wirth, R./Berthold, C./Schreiber, A./Keuper, M., Microstructural and chemical mechanisms of the transformation of red (*Corallium rubrum*) to white corals. – GEOBER-LIN, 2015, Session B6-02, 81.
- Bente, K./Berthold, C./Dolz, S./Gerdes A., Archäometrische Charakterisierung von rotem Schmuckdekor historischer Ethnographica aus dem Königreich Benin (Nigeria), Tunesien und Algerien. – METALLA Sonderheft 7, Archäometrie und Denkmalpflege 2015, Mainz 2015, 24–26.
- Bente, K., Korallenschmuck zwischen Latène und früher Neuzeit - Archäometrie als Spurensuche auch in MV. Vortrag 58. Regionaltagung für Ostmecklenburg und Vorpommern. Neubrandenburg April 2016.
- Berthold, C./Bente, K./Schneider M., Archäometrische Charakterisierung von hansestädtischem Korallenschmuck aus einer Kloake der Fronerei auf dem Schragen zu Lübeck, in Vorbereitung (2017).
- Berthold, C./Bente, K./Kötz, S., Archäometrische Charakterisierung von Korallenschmuck aus dem Stadtweinhaus in Münster, in Vorbereitung (2017a).
- Bischoff, W.D./Bischoff, F.C./Mackenzie, F., Biogenically produced magnesian calcite: inhomogeneities in chemical and physical properties; a comparison with synthetic phases. – American Mineralogist 68, 1983, 1183–1188.
- Budd, D.A., Petrographic products of freshwater diagenesis in Holocene ooid sands, Schooner Cays, Bahamas. – Carbonates and Evaporites 3, 1988, 143–164.
- Erdmann, W./Nitsch, H., Spätmittelalterliche und frühneuzeitliche Perlen aus einer Kloake der Fronerei auf dem Schragen zu Lübeck. – Lübecker Schriften zur Archäologie und Kulturgeschichte 12, 1986, 137–165.
- Fürst, S., Die südwestdeutschen Korallenfunde der Hallstatt- und Frühlatènezeit im Spiegel Raman - spektroskopischer Analysen. – Magister Thesis Universität Mainz. Mainz 2010.
- Fürst, S./Müller, K./Gianni, L./Paris, Bellot-Gurlet, L./Pare, Ch. F.E./Reiche, I., Raman Investigations to Identify *Corallium rubrum* in Iron Age Jewelry and Ornaments. – Minerals 2016 (6), 2016, 1–23. <http://www.mdpi.com/2075-163X/6/2/56/pdf>.
- Gerdes, A./Bente, K./Berthold C., Sr- und B-Isotopie zum Korallendekor latène- und hallstattzeitlicher Fibeln und korrelierbare Objekte. – METALLA Sonderheft 7, Archäometrie und Denkmalpflege 2015, Mainz 2015, 47–48.
- Goldsmith, J.R./Graf, D.L./Heard, H.C, Lattice constants of calcium magnesium carbonates, American Mineralogist, Volume 46, 1961, 453–457.
- Grabner, E., Die Koralle in Volksmedizin und Volksglaube. – Zeitschrift für Volkskunde 65 (2), 1969, 183–195.
- Hansmann, L./Kriss-Rettenbeck, L., Amulett, Magie, Talisman. Hamburg 1999.
- Karampelas, S./Fritsch, E./Mévellec, J-Y./Sklavounos, S./Soldatos, T., Role of polyenes in the coloration of cultured freshwater pearls European. – Journal of Mineralogy 21, 2009, 85–97.
- Keuper, M./Berthold, C./Bente, K./Nickel, K.G., Ramanspektroskopische Differenzierung von organischen Pigmenten in biomineralischem Verbund. – 92. Annual Meeting of the Deutsche Mineralogische Gesellschaft (DMG), Jena, 2014, 80.

- Keuper, M./Bente, K./Berthold, C./Wendling, H./Teschner, U./Münster, T., Provenance and color of Latène and Hallstatt period fibulae beads. – METALLA Sonderheft 7, Archäometrie und Denkmalpflege 2015, Mainz 2015, 58.
- Kupka, T./Buczek, A./Broda, M.A./Szostak, R./Lin, H.M./Fan, L.W./Wrzalik, R./Stobinski, L., Modeling red coral (*Corallium rubrum*) and African snail (*Helix aspersa*) shell pigments: Raman spectroscopy versus DFT studies. – Journal of Raman Spectroscopy 2016. DOI 10.1002/jrs.4922.
- Lambacher, L., 3.1.9. Rassel und Zahnbeißer für Kinder. – Kühne, H./Bünz, E./Müller, Th., Alltag und Frömmigkeit am Vorabend der Reformation in Mitteldeutschland. Katalog zur Ausstellung „Umsonst ist der Tod“. Petersberg 2013, 137–138.
- Railsback, L.B., Solubility of common carbonate minerals. Some Fundamentals of Mineralogy and Geochemistry LBR 820HMC-LMCSolubilities05 4/95; rev. 10/2006. <http://www.gly.uga.edu/railsback/Fundamentals/820HMC-LMCSolubilities05LS.pdf> (abgerufen am 04.04.2017).
- Ruppenthal A., Die Welt der Edelsteine, Berichte 40. Woche, 2008.
- Schricket, M./Bente, K., Bedeutung und Bedeutungsverlust roter Korallen. Historische und naturwissenschaftliche Studien zur materiellen Kultur eisenzeitlicher Fibeln mit Perlenbesatz. – H. Meller (Hrsg.), Tagungen des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle (Saale) Band 10. Rot - die Archäologie bekennt Farbe. 5. Mitteldeutscher Archäologentag 2012 (Halle, Saale), 2013, 341–352.
- Schricket, M./Bente, K./Berthold, C./Grill, W./Teschner, U./Sarge, C./Hoppe Th., Vergleichende archäometrische Untersuchungen an mitteldeutschen Korallenfibeln. Fragestellung und methodischer Überblick. In: Hornung, S. (Hrsg.), Produktion Distribution Ökonomie - Siedlungs- und Wirtschaftsmuster der Latènezeit, Akten des internationalen Kolloquiums in Otzenhausen, 28.-30. Oktober 2011. – Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie, Band 258. Rahden/Westfalen 2014, 67–91.
- Schuler, T., Röntgendiffraktometrische Untersuchungen an drei latènezeitlichen Schmuckeinlagen. Alt-Thüringen 31, 1997, 57–63.
- Schultz, A. K., Der Schatzfund aus dem Stadtweinhaus Münster/Westfalen: Hort eines Goldschmieds, Händlers oder jüdischen Pfandleihers – Archäologie und mittelalterliches Handwerk. - Soester Beiträge zur Archäologie 9, 2008, 285–293.
- Schulz, C., Mediterrane Importstücke aus einer Kloake in der Fronerei in Lübeck. – Hamburg Serie NS 9, 1989, 293–300.
- Stolarski, J./Mazur, M., Nanostructure of biogenic versus abiogenic calcium carbonate crystals. – Acta Palaeontologica Polonica 50 (4), 2005, 847–865.
- Urmos, J./Sharma, S.K./Mackenzie, F.T., Characterization of some biogenic carbonates with Raman spectroscopy. – American Mineralogist 76, 1991, 641–646.
- Vielzeuf, D./Garrabou, J./Baronnet, N./Grauby, O./Marschal, Ch., Nano to macroscale biomineral architecture of red coral (*Corallium rubrum*). – American Mineralogist 93, 2008, 1799–1815.
- Vielzeuf, D./Floquet, N./Chatain, D./Bonneté, F./Ferry, D./Arrabou, J./Stolper E., Multi-level modular mesocrystalline organization in red coral. – American Mineralogist 95, 2010, 242–248.

Anschriften der Autoren

Dr. Jörg Ansoerge, Dorfstraße 7, 18519 Horst
ansoerge@uni-greifswald.de

Prof. Dr. Klaus Bente,
Competence Center Archaeometry - Baden-Württemberg (CCA-BW) Universität Tübingen,
Wilhelmstraße 56, 72074 Tübingen
klaus.bente@ifg.uni-tuebingen.de
und

Institut für Mineralogie, Kristallographie und
Materialwissenschaft (IMKM), Scharnhorststraße 20,
04275 Leipzig
bente@rz.uni-leipzig.de

Dr. Christoph Berthold,
Competence Center Archaeometry - Baden-Württemberg (CCA-BW) Universität Tübingen,
Wilhelmstraße 56, 72074 Tübingen
christoph.berthold@uni-tuebingen.de

Ronald Borgwardt, Steinstraße 38, 17091 Kriesow
OT Fahrenholz

Stefanie Brüggemann, Langenstraße 52,
18439 Stralsund
stefaniebrueggemann67@gmx.de

Nick Dobusch
nickdobusch@web.de

Dr. Axel Gerdes, Geozentrum der Goethe-Universität
Frankfurt, Facheinheit Mineralogie
gerdes@em.uni-frankfurt.de

Volker Häußler, Ehm-Welk-Anger 26,
18225 Ostseebad Kühlungsborn

Arne Homann M. A., Alte Döhrener Straße 47,
30173 Hannover
ArneHomann@gmx.de

Dipl.-Geograph Peter Kaute, Dorfstraße 48,
17509 Lodmannshagen
peter.kaute@gmx.de

Dr. Melanie Keuper, Angewandte Mineralogie,
Universität Tübingen, Wilhelmstraße 56,
72074 Tübingen
melanie.keuper@uni-tuebingen.de

Dr. Andreas König, Institut für Mineralogie,
Kristallographie und Materialwissenschaft (IMKM),
Scharnhorststr. 20, 04275 Leipzig
akoenig@uni-leipzig.de

Dipl.-Prähist. Gunnar Möller, Hansestadt Stralsund,
Bauamt, Untere Denkmalschutzbehörde,
Badenstraße 17, 18439 Stralsund
gmoeller@stralsund.de

Prof. Dr. Frank Nikulka, Universität Hamburg,
Archäologisches Institut, Vor- und
frühgeschichtliche Archäologie,
Edmund-Siemens-Allee 1 (West),
20146 Hamburg
frank.nikulka@uni-hamburg.de

Normen Posselt M. A.,
Georg-August-Universität Göttingen,
Seminar für Ur- und Frühgeschichte,
Nikolausberger Weg 15, 37073 Göttingen
normen_posselt@yahoo.com

Alexander Schacht M. A., Untere Denkmal-
schutzbehörde, SB Denkmalpflege,
Am Wall 3-5, 18273 Güstrow
Alexander.schacht@lkros.de

Dr. Heiko Schäfer, LAKD M-V/LA
h.schaefer@kulturerbe-mv.de

Elke Schanz M. A., LAKD M-V/LA
e.schanz@kulturerbe-mv.de

Dr. C. Michael Schirren, LAKD M-V/LA
m.schirren@kulturerbe-mv.de

Dr. Jens-Peter Schmidt, LAKD M-V/LA
j.p.schmidt@kulturerbe-mv.de

Dr. Ulrich Schoknecht, Godower Weg 47,
17192 Waren/Müritz
ulrichflint@aol.com

Dipl.-Rest. (FH) Jens Ulrich, LAKD M-V/LA
j.ulrich@kulturerbe-mv.de

Uwe Weiß M. A., Kleine Burgstraße 2,
17192 Waren
proja.weiss@web.de

Dr. Hasso Zwahr, Feldstraße 12, 17509 Hanshagen
hzwahr@web.de

Hinweise an die Autoren

Texte:

- Dateiformat: Microsoft Word-Dateien
- ohne Layout, wie Absatzformatierungen, manuelle Silbentrennung etc.
- im Titel sollte stets der Ort aufgeführt werden, durch die Großkreise bedingt möglichst mit einem Bezug zur nächst gelegenen bekannten Ortschaft

Satzspiegel:

- Breite 6,6/13,6 cm
- Höhe 18 cm bei zweizeiliger Bildunterschrift

Abbildungen:

- Dateiformat: jpg, tif, psd (mit Ebenen)
- Strichzeichnungen in zu druckender Größe mit mindestens 600 dpi speichern
- Graustufen- und Farbbilder mit mindestens 300 dpi speichern
- mit Abbildungsnummern versehen
- bitte auf einwandfreie Qualität, Maßstabsangabe und Copyright achten

Abkürzungen

Abb. – Abbildung; AGMV – Archäologische Gesellschaft für Mecklenburg und Vorpommern e.V.; ALM – Archäologisches Landesmuseum Mecklenburg-Vorpommern; Bearb. – Bearbeiter(in); Br. – Breite; cm – Zentimeter; D. – Dicke; DAI – Deutsches Archäologisches Institut; DFG – Deutsche Forschungsgemeinschaft; Dm. – Durchmesser; erh. – erhalten; f. – folgende Seite; ff. – folgende Seiten; Fpl. – Fundplatz; g – Gramm; GOK – Geländeoberkante; GPS – Global Positioning System; H. – Höhe; HN – Höhennull; Hrsg. – Herausgeber; Kat. – Katalog; km – Kilometer; L. – Länge; LAKD M-V/LA – Landesamt für Kultur und Denkmalpflege Mecklenburg-Vorpommern, Landesarchäologie; LHAS – Landeshauptarchiv Schwerin; Lkr. – Landkreis; LPG – Landwirtschaftliche Produktionsgenossenschaft; m – Meter; M. – Maßstab; max. – maximal; MUB – Mecklenburgisches Urkundenbuch; n. Chr. – nach Christus; Nr. – Nummer; o. J. – ohne Jahr; o. M. – ohne Maßstab; RGZM – Römisch-Germanisches Zentralmuseum; RT – Reichstaler; StAS – Stadtarchiv Schwerin; St. – Stärke; T. – Tiefe; Taf. – Tafel; v. Chr. – vor Christus; VEG – Volkeigenes Gut; WK – Waldkante.