

Stephanie Mildner, Ulrich Schüssler, Frank Falkenstein, Helene Brätz

Bronzezeitliches Glas im westlichen Mitteleuropa – Funde, Zusammensetzung und die Frage nach seiner Herkunft

Zusammenfassung

Mit neuen chemischen Analysen an den blauen Glasperlen der Mittel- und Spätbronzezeit (14.–9. Jh. v. Chr.), die aus Gräbern, Horten und Siedlungen im westlichen Mitteleuropa bekannt sind, ließ sich neben den beiden bekannten Glastypen, dem magnesiumreichen Natron-Kalk-Glas (HMG) und dem gemischt-alkalischen Glas (LMHK) erstmals eine neue Glasgruppe identifizieren. Ihre Zusammensetzung basiert mit deutlich höheren Kaliumgehalten auf einer anderen Alkaliquelle. Wie die Stoffmengenverhältnisse von Natrium zu Kalium in verschiedenen Pflanzenaschen zeigen, kann von der Verwendung einer binnenländischen Pflanzenasche, vermutlich Farnkraut ausgegangen werden. Zudem liefern die Analysen neue Erkenntnisse bezüglich einer bislang vermuteten Herkunft der HM-Gläser aus Ägypten oder dem Nahen Osten. Mithilfe der Elementverteilungen von Chrom, Lanthan, Titan und Zirkon, die über die verwendeten Sande eine regionale Typisierung zulassen, konnte nachgewiesen werden, dass das vorwiegend im nördlichen Mitteleuropa vorkommende HM-Glas weder mit ägyptischem noch mit mesopotamischem HM-Glas vergleichbar ist, also allem Anschein nach nicht aus diesen Regionen importiert wurde.

Glasfunde zwischen Zentralalpen und Ostsee

Während bis weit ins 20. Jh. hinein die Vorgeschichtsforschung davon ausging, das bronzezeitliche Glas nördlich der Alpen sei durchwegs aus dem Orient (Mestorf 1900) oder dem mediterranen Raum, hauptsächlich aus Ägypten (Reinecke 1911; Gessner 1947) importiert, sind es vor allem die weitreichend bekannten „Pfahlbauperlen“,⁵⁴ die Anlass zu neuen Denkansätzen lieferten. Haevernick, die sich 1949 mit dem umfangreichen Glasperlenensemble aus dem späturnfelderzeitlichen Hortfund von Allendorf (Stadtallendorf) in Hessen (Ha B3) auseinandersetzte, ging im Gegensatz zur geläufigen Meinung von einer lokalen Produktion in Mitteleuropa aus. Sie stützte sich dabei vor allem auf die gehäuft in den Schweizer Seeufer-siedlungen vorkommenden spätbronzezeitlichen Pfahlbauperlen (Haevernick 1949/50, 215 f.; 1978). Vergleichbare Glasfunde aus dem italischen und griechischen Raum anführend,

folgte der Widerspruch von Reinecke, der eine lokale Herstellung der spätbronzezeitlichen Glasperlen nördlich der Alpen entschieden ablehnte (Reinecke 1957). Damit entbrannte eine bis heute anhaltende Diskussion über den Ursprung des ältesten echten Glases im westlichen Mitteleuropa.

Inzwischen hat sich der überlieferte Fundstoff erheblich vermehrt, ebenso wie das Interesse an der Klärung der Herkunftsfrage. Die Vielfältigkeit des Fundmaterials und sein gehäuftes Vorkommen in reich ausgestatteten Gräbern der Hügelgräber- und Urnenfelderzeit Mitteleuropas lassen erahnen, dass es sich um wertvolle Objekte handelte, die hinsichtlich ihrer Exklusivität und Kostbarkeit mit Bernstein und Gold vergleichbar waren. In der späten Mittelbronzezeit (Bz C2, Per. II) markieren sowohl in Nord- als auch in Süddeutschland einfarbig blaue kugelige bis ringförmige Perlen das Einsetzen dieser Schmuck- und Trachtbestandteile. Mit einer beträchtlich erhöhten Anzahl an überlieferten Glasfunden aus der Urnenfelder- und jüngeren Nordischen Bronzezeit (Bz D-Ha B, Per. III–V) zeigte sich auch das Form- und Farbspektrum deutlich erweitert. So finden wir nun neben einfarbigen kleinen Ringchenperlen, größeren Ringperlen und kugeligen Perlen auch einige zweifarbige oder polychrome Perlentypen unterschiedlichster Form und Größe. Immer noch am weitesten verbreitet sind dabei die Pfahlbautönnchen und so genannten Noppenperlen⁵⁵, daneben frühe Augenperlen, wie sie aus späteren eisenzeitlichen Fundkomplexen reichlich bekannt sind, aber auch rundliche oder röhrenförmige Perlen mit einzeln umlaufenden Streifen in gerader oder gewellter Linie und mit Tupfen verzierte und gerippte Perlen. Auch wenn sich die Grundfarbe der meisten Perlen auf ein durchscheinendes Blau beschränkt, so zeigt sich dieses jedoch in seiner ganzen Bandbreite, von verschiedenen grünblauen Tönen über hell- bis dunkelblau hin zu violettblau. Gelbe, braune, schwarze oder grüne Perlen sind hingegen selten anzutreffen, ebenso wie farbige Verzierungen. Die dekorativen Verzierungen in Form von Spiralfäden, Streifen, Augen oder Tupfen sind überwiegend weiß oder farblos ausgeführt (Abb. 1).

54 Die Bezeichnung „Pfahlbauperlen“ wurde 1949 von Haevernick in die Forschung eingeführt, zuvor aber bereits 1936 im Rahmen einer Unterhaltung mit E. Vogt formuliert (Haevernick 1949/50, 214 Anm. 54) und bezeichnet einen Perlentyp von meist tonnen- bis spindelförmiger Gestalt mit einer weißen, spiralig um den Perlenkörper verlaufenden Glasfadeneinlage. Auch der gleichbedeutende Begriff „Pfahlbautönnchen“ findet in der Literatur gern Verwendung (Haevernick 1978, 146).

55 Der Begriff „Noppenperle“ bezeichnet einen nach seiner plastischen Verzierung benannten Perlentyp. Auf einer blauen Ringperle sind in regelmäßigem Abstand vier Noppen aufgesetzt, die aus einer weißen rundlichen Glasauflage mit einem zentral aufgesetzten blauen Glaskropfen bestehen. Weil ihr Verbreitungsgebiet weitgehend mit dem der Pfahlbauperlen übereinstimmt, wies Haevernick (1978, 146) ihnen den Namen „Pfahlbaunoppenperlen“ zu. Die vereinfachte Bezeichnung „Noppenperlen“ basiert auf den Ausführungen von Schöbel (1996, 106) zu den Perlen aus Hagnau am Bodensee.

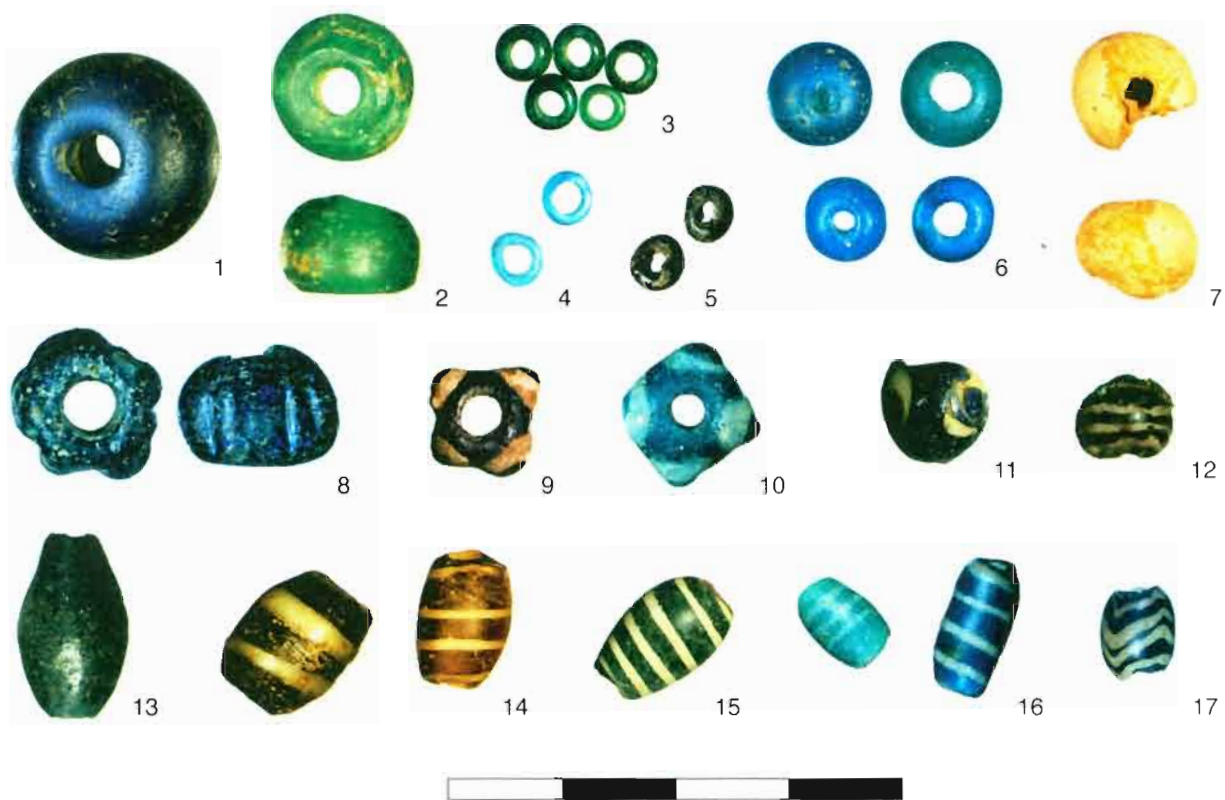


Abb. 1: Auswahl mittel- und spätbronzezeitlicher Glasperlen aus Deutschland und Österreich. 1 Oberegging, Lkr. Weilheim-Schongau; 2 Nareln, Lkr. Uelzen; 3 Grundfeld-Reundorf, Lkr. Lichtenfels; 4; 5 Augsburg-Haunstetten I, Stadt Augsburg; 6 Wendelstein, Lkr. Roth; 7 Wellendorf-Nareln, Lkr. Uelzen; 8 Reutlingen, Lkr. Reutlingen; 9 Bergheim, Lkr. Waldeck-Frankenberg; 10; 16 Hagnau-Burg, Bodenseekreis; 11 Innsbruck-Wilten, Stadt Innsbruck; 12, 13 Innsbruck-Mühlau, Stadt Innsbruck; 14 Deutsch-Evern, Lkr. Lüneburg; 15 Volders, Bez. Innsbruck Land; 17 Röhild, Lkr. Hildburghausen. M. 3:2

Bisheriger Kenntnisstand zur Zusammensetzung der Gläser

Während bereits ab 1960 umfangreiche archäometrische Analysen an eisenzeitlichen Glasartefakten aus Europa zu verzeichnen sind (vgl. Hahn-Weinheimer 1960), wurden die bronzezeitlichen Glasperlen erst ab den späten 1980er-Jahren Gegenstand der analytischen Glasforschung.⁵⁶ Henderson (1988; 1989; 1993) lieferte erste Analysen von Glasperlen aus dem Schweizer Seengebiet, die er mit Proben aus Irland, Südengland, Dänemark, Norditalien und der damaligen Tschechoslowakei in einen gesamteuropäischen Kontext stellte. Damit gelang es ihm erstmals, das gemischt-alkalische Glas mit

niedrigem Magnesium- und hohem Kaliumgehalt (LMHK = *low-magnesium-high-potassium*) als charakteristischen Glasstyp für Europa herauszustellen, denn in Ermangelung von Vergleichsfunden im östlichen Mittelmeerraum, wo das magnesiumreiche Natron-Kalk-Glas (HMG = *high-magnesium glass*) vorherrschte, war von einer eigenständigen Erzeugung dieser Glaszusammensetzung innerhalb Europas, etwa in der Schweiz oder in Norditalien auszugehen (Henderson 1988, 448). Mit dem Nachweis der Verarbeitung von LMHK-Glas in Frattesina bei Poviglio (Veneto) und weiteren Glasverarbeitungsspuren in Mariconda di Melara, 35 km westlich von Frattesina gelegen, findet diese Annahme weitere Bestätigung (Brill 1992, 11).

Der Hauptteil der 22 von Henderson untersuchten Glasperlen aus Hauterive-Champréveyres in der Schweiz entspricht mit 0,2–1,1 Gew. % Magnesium und 7,7–13,2 Gew. % Kalium dem charakteristischen LMHK-Glas. Daneben konnten erstmals auch die opak weißen Dekorationen der Pfahlbauperlen analysiert werden, welche sich in der Grundzusammensetzung zum LMHK-Glas der Perlenkörper nur durch erhöhte Calciumgehalte (3,6–13,0 Gew. % bei regulär 1,1–3,7 Gew. % CaO) und entsprechend geringere Kupfer- bzw. Kobaltwerte unterscheiden. Im Vergleich zu opak weißem Glas des 2. Jts. v. Chr. und jüngerem aus Ägypten (vgl. Shortland 2002)

⁵⁶ Mithilfe spektralanalytischer Untersuchungen an kleinen ringförmigen Glasperlen aus dem Urnengräberfeld von Volders bei Innsbruck (Tirol) versuchten Neuninger und Pitroni (1959) bereits Ende der 50er-Jahre die Herkunft der Perlen bzw. die Frage nach den färbenden Elementen zu klären. Die Zusammensetzung der Spurenelemente ergab eine Übereinstimmung zwischen den Perlen, den vom gleichen Gräberfeld stammenden Bronzen und dem Kupfer aus Lagerstätten der näheren Umgebung. Obwohl die gewonnenen Ergebnisse mehrdeutig und nicht mehr mit modernen Analysen vergleichbar sind, so können diese frühen Experimente doch als erster Versuch gewertet werden, der Herkunft solcher Glasperlen nachzugehen.

konnten trotz der erhöhten Calciumwerte weder typische Calcium-Antimonat-Kristalle noch erwähnenswerte Antimongehalte nachgewiesen werden (Henderson 1993, 112 f.). Die Frage nach den weiß-färbenden Zusätzen konnte damit nicht abschließend geklärt werden. Des Weiteren fanden sich zwei Perlen des Typs HMG, für die Henderson sowohl eine einheimische als auch eine nichteuropäische Herkunft für möglich hielt (Henderson 1993, 114). Es handelt sich um das Fragment einer durchscheinend türkisen Ringperle und um eine dunkelolivgrüne kugelige Perle mit Resten einer opak weißen, bandförmig umlaufenden Glasfadeneinlage am Bauch. Dieser Typ findet seine nächsten Parallelen innerhalb der Perlen des Hortfunds von Allendorf, welche 2006 im Rahmen einer archäometrischen Studie erneute Aufmerksamkeit erfuhren (Lorenz 2006). Von den insgesamt 51 typo-chronologisch untersuchten Glasperlen wurden 21 für chemische Analysen ausgewählt, um Fragen zu den Rohstoffen und des Rohglases sowie zur Herkunft der Perlen zu beantworten. Dabei konnten erneut sowohl das gemischt-alkalische Glas (LMHK) als auch das magnesiumreiche (HMG) sowie ein magnesiumarmes Natron-Kalk-Glas (LMG = *low-magnesium glass*) nachgewiesen werden. Der Vergleich der Analysen des LMHK-Glases mit jenen aus der Schweiz und aus Hessen, wo in einer Untersuchung durch Hartmann u. a. (1997) mit wenigen Proben sowohl der Typ HMG als auch das LMHK-Glas nachgewiesen wurden, erbrachte eine deutliche Übereinstimmung. Während das LMHK-Glas eine unabhängige Glasproduktion in Europa erwarten lässt, ist für das HM-Glas wohl von importierten Fertigprodukten aus dem Nahen Osten auszugehen (Hartmann u. a. 1997, 553; 555; Lorenz 2006, 79).

Das gleichzeitige Vorhandensein von Glas des Typs LMG in dem Ha B3-zeitlichen Hortfund deutet zunächst auf die in der jüngeren Glasforschung bereits theoretisch angenommene Übergangsphase von magnesiumreichem zu magnesiumarmem Natron-Kalk-Glas hin (Lorenz 2006, 78 f.). Erstaunlicherweise handelt es sich aber nicht um ein frühes typisches LM-Glas, denn es weist mit seinen leicht erhöhten Kalium- und Phosphorgehalten bei deutlich geringeren Calciumwerten eine unverkennbar andere Signatur auf als die ab dem 8. Jh. v. Chr. allgemein bekannten LM-Gläser. Bei etwa gleichhohen Natriumgehalten wird entsprechend für das Allendorfer LM-Glas eine Verwendung einer magnesiumarmen Pflanzenasche angenommen (Lorenz 2006, 66). Hierin könnte ein Hinweis darauf liegen, dass in dieser Übergangsphase kein unmittelbarer Rohstoffwechsel von Halophytenasche zu mineralischem Soda stattfand, sondern möglicherweise ein sukzessiver Wandel, bei dem Versuche mit anderen Rohstoffmixturen letztlich zu einem größeren Spektrum von Glaszusammensetzungen führte. Es handelt sich hierbei um drei augenscheinlich opak schwarze, rundliche Perlen, die jedoch, wie rezente Bruchflächen zeigen, aus durchscheinend olivgrünem Glas bestehen. Lorenz (2006, 75) hat hier mit 11,42–15,68 Gew. % Eisen als färbenden Bestandteil identifiziert. Perlen, die sowohl hinsichtlich ihrer Farbgebung als auch ihrer Zusammensetzung vergleichbar wären, konnten bisher nicht identifiziert werden. Schwarze bzw.

grüne Perlen sind zwar in Griechenland und Italien, aber auch in Mitteleuropa vereinzelt zu finden, das bereits oben erwähnte Exemplar aus Hauterive-Champrévevres in der Schweiz ist dagegen dem Typ HMG zuzuordnen, der Anteil des Eisenzuschlags fällt hier auch mit 7,1 Gew. % deutlich geringer aus.

Neue Untersuchungen an Glasperlen aus dem westlichen Mitteleuropa

Im Rahmen der Untersuchung des umfangreich mit Glasperlen ausgestatteten Hortfundes von Neustrelitz in Mecklenburg-Vorpommern (Per. III) wurde ein Teil der Perlen als kugelig und aus durchscheinend dunkelgrünem Glas bestehend beschrieben (Typ 4 nach Jantzen/Schmidt 1999, 72). Daher schien zunächst eine Ähnlichkeit mit den o. g. dunkelolivgrünen Perlen gegeben. Eine materialanalytische Untersuchung von wenigen ausgewählten Perlen aus dem Neustrelitzer Inventar zeigte jedoch, dass die Grünfärbung der Perlen offensichtlich auf einer starken Verwitterung beruht. Im Inneren der Perlen war ein kleiner Bereich frischen Glases erhalten, der bei genauerer Betrachtung nicht dunkelgrün sondern leuchtend blau erschien. Die Analysen ergaben bei sehr geringen Eisengehalten von 0,21–0,58 Gew. % ein mit Kupfer gefärbtes magnesiumreiches Natron-Kalk-Glas (HMG) (Mildner u. a. 2010, 51; 60).

Dass wir für die späte Bronzezeit in Mitteleuropa nicht mehr nur von zwei Glastypen ausgehen können, lässt sich an Hand der neueren Glasforschung unterstreichen. So konnte im Rahmen eines laufenden Forschungsprojektes zu bronzezeitlichem Glas im westlichen Mitteleuropa⁵⁷ eine bereits in Frattesina festgestellte Glaszusammensetzung (Towle u. a. 2001, 20; Angelini u. a. 2004, 1179) auch innerhalb Deutschlands nachgewiesen werden (Mildner u. a. 2012, 198). Neben den endbronzezeitlichen Vergleichsfunden aus Frattesina⁵⁸ stammen die Exemplare in Deutschland aus Urnengräbern der Stufen Ha A/B bzw. der Montelius-Perioden IV–V sowie aus urnenfelderzeitlichen Siedlungszusammenhängen.⁵⁹ Dieses Glas zeigt zunächst wie das LMHK-Glas einen geringen Magnesium- und hohen Kaliumgehalt, ist aber dennoch nicht als gemischt-alkalisches Glas zu bezeichnen, da es mit durchschnittlich 1,2 Gew. % deutlich geringere Natriumwerte und mit 16,4 Gew. % bedeutend höhere Kaliumgehalte aufweist (Abb. 2, 3 und 4). Die Calciumgehalte schwanken sehr stark zwischen 1,7 und 13,0 Gew. %, sind aber im Vergleich zu mittelalterlichen Holzasche-Gläsern mit ähnlich hohen und höheren Kaliumwerten deutlich geringer (vgl. Wedepohl 2003). Entsprechend scheint

57 Von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördertes Forschungsprojekt der Universität Würzburg „Bronzezeitliches Glas zwischen Alpenkamm und Ostsee. Untersuchungen zur Herstellung und Distribution des ältesten Glases in Mitteleuropa.“

58 Fundstellen Frattesina: Sample 235 (Kat.-Nr. 27), 236 (Kat.-Nr. 23), 294 (Kat.-Nr. 3) (Towle u. a. 2001) und FRV4 (Angelini u. a. 2004).

59 Fundstellen Deutschland: Grundfeld-Reundorf (Bayern) Grab 23; Sirksfelde (Schleswig-Holstein) Grab 172; Kaspauer (Bayern).

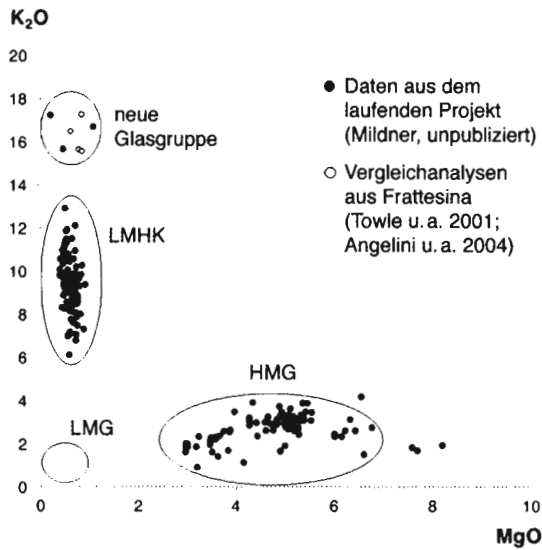


Abb. 2: Diagramm K_2O : MgO zur Klassifizierung der bronzezeitlichen Glastypeen im westlichen Mitteleuropa (nach Henderson 1988) mit Daten aus dem laufenden Projekt und Vergleichsanalysen aus Frattesina

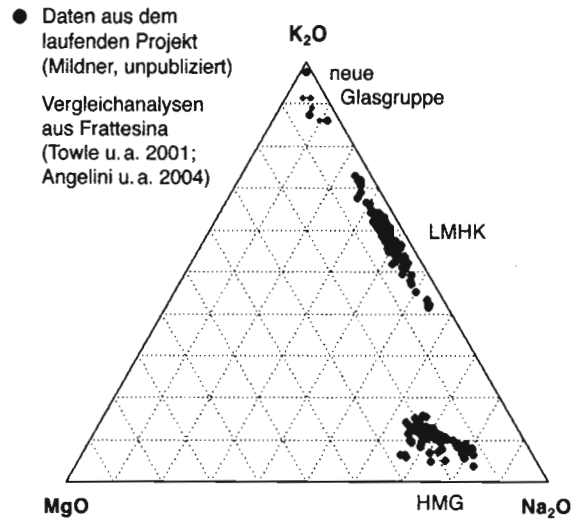


Abb. 3: Dreiecksdiagramm MgO , K_2O und Na_2O zur Klassifizierung der bronzezeitlichen Glastypeen im westlichen Mitteleuropa mit Daten aus dem laufenden Projekt und Vergleichsanalysen aus Frattesina

für diese neue Glasgruppe eine andersartige Alkaliquelle verwendet worden zu sein.

Für das gemischt-alkalische LMHK-Glas werden in der Glasforschung verschiedene Varianten der Alkaliquelle diskutiert (vgl. Henderson 1988; Brill 1992; Hartmann u. a. 1997). Grundsätzlich ist von einer Asche von binnenländischen Pflanzen auszugehen, bei der der Kaliumgehalt deutlich über dem Natriumgehalt liegt. Die niedrigen Magnesium- und Calciumwerte in Kombination mit geringen Phosphorgehalten deuten auf das Aufbereiten der Pflanzenasche hin (Lorenz 2006, 55). Detailliertere Aussagen können über den Vergleich von Mengenverhältnissen in Gläsern und Pflanzenaschen getroffen werden. So lässt sich das Stoffmengenverhältnis von Natrium zu Kalium der LMHK-Gläser nördlich der Alpen⁶⁰ mit einem durchschnittlichen Wert von 0,64 (0,28–0,99 bei $n = 120$) beschreiben.⁶¹ Die von Bezborodov (1975) vorgelegten Analysen von binnenländischen Pflanzenaschen⁶² zeigen hingegen bei dem Verhältnis von Natrium zu Kalium mit 0,1–0,4 deutlich geringere Werte. Weil aber im charakteristischen LMHK-Glas ein gegenüber den binnenländischen Pflanzenaschen höherer Natriumgehalt im Glas festzustellen ist, postuliert Lorenz die Verwendung einer Mischsubstanz aus natriumreicher maritimer und natriumarmer binnenländischer Pflanzenasche (Lorenz 2006, 58).

In der neuen Glasgruppe könnte sich entsprechend der Hinweis auf die bloße Verwendung von binnenländischer Pflanzenasche, tendenziell von Farnkraut widerspiegeln. Das Mengenverhältnis von Natrium zu Kalium von 0,01–0,13 im Glas lässt sich gut mit dem von Farnasche korrelieren (Abb. 5).⁶³ Die vergleichsweise niedrigen Magnesium- und Calciumwerte⁶⁴ können hier ebenfalls durch das Aufbereiten der Pflanzenasche erklärt werden. Da sich die Farnaschen allerdings auch in Abhängigkeit vom Standort deutlich unterscheiden kön-

	SiO_2	Na_2O	MgO	K_2O	CaO
HMG ($n=78$)	59,74–70,87 ($\bar{x}=64,48$)	10,55–22,09 ($\bar{x}=18,05$)	2,97–8,20 ($\bar{x}=4,83$)	0,90–4,19 ($\bar{x}=2,67$)	4,08–9,29 ($\bar{x}=6,28$)
LMHK ($n=102$)	68,65–77,22 ($\bar{x}=74,51$)	3,96–9,32 ($\bar{x}=6,26$)	0,39–0,91 ($\bar{x}=0,62$)	6,10–12,93 ($\bar{x}=9,37$)	1,08–5,33 ($\bar{x}=1,93$)
neue Glasgruppe ($n=3+4$)	63,94–79,00 ($\bar{x}=71,08$)	0,22–2,07 ($\bar{x}=1,18$)	0,20–1,08 ($\bar{x}=0,68$)	15,60–17,30 ($\bar{x}=16,39$)	1,68–3,83 ($\bar{x}=2,81$) und 8,95 und 13,02

Abb. 4: Grundzusammensetzung der bisher im laufenden Projekt analysierten mittel- und spätbronzezeitlichen Glastypeen (Mildner, unpubliziert) inklusive der vier Glasobjekte aus Frattesina (s. Anm. 56), die der neuen Glasgruppe zuzuordnen sind

60 Zugrunde liegende Daten: LMHK-Gläser von Hauterive-Champréveires (Henderson 1993) und Allendorf (Lorenz 2006, 45) sowie von 102 LMHK-Gläsern aus Deutschland und Österreich (Mildner, unpubliziert).

61 Das Stoffmengenverhältnis von Natrium zu Kalium wird über den Faktor $F = Na_2O/K_2O$ angegeben.

62 Hier sind die Pflanzenaschen von Eiche, Buche (Laub und Stamm), Weizen (Stroh und Körner), Gerste (Körner), Farnkraut und Heidekraut untersucht (Lorenz 2006, 56 Tab. 15 nach Bezborodov 1975).

63 Die ebenfalls mit $Na_2O/K_2O = 0,1$ ausgewiesene Asche von Weizenkörnern kommt auf Grund der zu hohen Phosphorgehalte nicht infrage, ebenso die Asche von Buchenlaub, da diese zu geringe Kaliumwerte aufweist (Lorenz 2006, 56 Tab. 15 nach Bezborodov 1975).

64 Während die Perle aus Grundfeld-Reundorf gut zu den Objekten aus Frattesina passt, lassen sich die übrigen beiden Fundstücke wegen ihrer hohen Calciumwerte noch einmal von diesen separieren.

	Farnkraut (nach Bezborodov 1975)	Farnkraut Italien (nach Ashtor/ Cevidalli 1983)	Farnkraut England (nach Wegstein 1996)	Farnkraut Hessen (nach Jackson u. a. 2000)
Na ₂ O	4,60	0,59	2,24	0,10
K ₂ O	42,80	36,50	37,30	51,70
MgO	7,60	11,60	4,88	7,20
CaO	14,10	25,60	9,02	8,80
Na ₂ O/ K ₂ O	0,10	0,01	0,06	0,001

Abb. 5: Grundzusammensetzung von Farnaschen, Oxide in Gew. % (Daten entnommen aus: Wedepohl 2003, 184 Tab. 7 A; Lorenz 2006, 56 Tab. 15)

nen, wäre diese These mit zukünftigen Analysen von weiteren Pflanzenaschen zu überprüfen.

Erwähnenswert sind in diesem Zusammenhang auch die transluzenten blauen Glasperlen aus dem Gräberfeld von Volders bei Innsbruck (Tirol).⁶⁵ Ihrer Grundzusammensetzung nach sind sie eindeutig dem gemischt-alkalischen LMHK-Glas zuzuweisen, auffällig ist jedoch auch hier das Stoffmengenverhältnis zwischen Natrium und Kalium. Bei leicht höheren Natriumgehalten gegenüber Kalium lässt sich ein Durchschnittswert (n = 7) von 1,22 für Na₂O/K₂O ermitteln. Entsprechend der Ansicht von Lorenz (2006, 58) kann hier von einem anderen Mischungsverhältnis der Alkaliquellen ausgegangen werden, möglicherweise auch nur im Rahmen einer einzelnen Glasfertigungscharge, denn Vergleichsfunde für diese Glasgruppe sind bisher nur vereinzelt zu finden. Unter den Funden aus Frattesina konnte ein unregelmäßiges Bruchstück, vielleicht das Fragment eines Glasbarrens oder ein Verarbeitungsabfall untersucht werden, das eine annähernd identische Grundzusammensetzung aufweist, sich aber gegenüber den Perlen aus Volders hinsichtlich seiner Farbe, die als durchscheinend Wasserfarben beschrieben wird, und den entsprechenden Kupferwerten unterscheidet.⁶⁶ Dass hierin ein Rohglas und sein Endprodukt vorliegen, ist durchaus denkbar und würde einen Distributionsweg von Frattesina nach Volders bezeugen. Leider fehlen in Frattesina umfangreiche Spurenelementanalysen, die diese Frage endgültig klären könnten.

Gerade die Spurenelemente und die Seltenerdelemente können bei der Herkunftsfrage hilfreich sein. So könnten beispielsweise die Elemente As, Ni, Sn, Zn, Sb und Pb als Begleitelemente von Kupfer und Kobalt Aufschluss über die färbenden Bestandteile und damit auf lagerstättenbedingte Charakteristika der jeweils verwendeten Färbestoffe geben. Andere Ele-

65 Im Rahmen des DFG-Forschungsprojektes wurden fünf kleine Ringchenperlen aus Grab 340 sowie eine Pfahlbauperle aus Grab 375 und eine verschmolzene Perle aus Grab 201 analysiert.

66 Sample 226 (Kat.-Nr. 11) (Towle u. a. 2001, 28; 39).

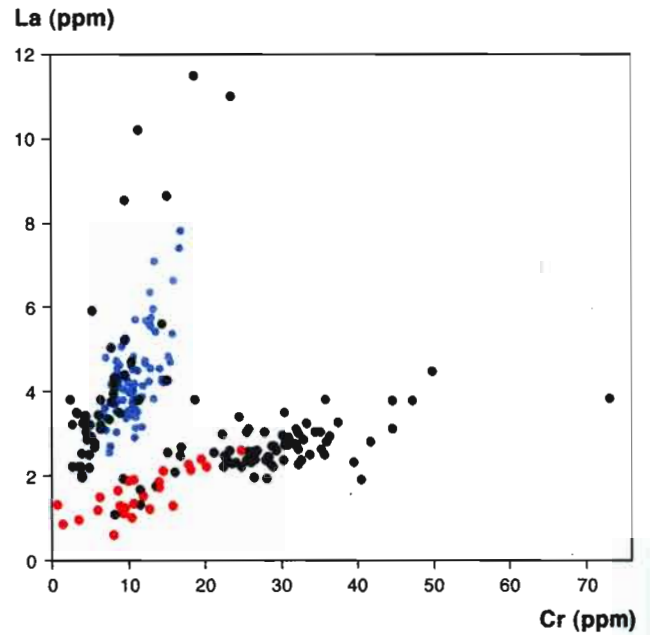


Abb. 6: Gehalte von Chrom und Lanthan in ägyptischen (blau), nordmesopotamischen (rot) und mykenischen (grün) HM-Gläsern der 1. Hälfte des 2. Jt. v. Chr., kombiniert mit Daten von zeitgleichen mitteleuropäischen HMG-Perlen (schwarze Symbole) und jüngeren mitteleuropäischen LMHK-Gläsern (graue Symbole) aus dem laufenden Projekt

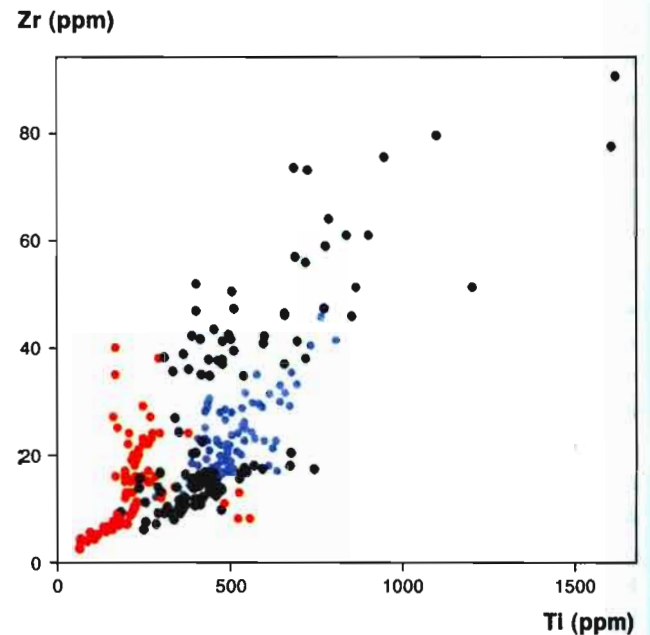


Abb. 7: Gehalte von Titan und Zirkon in ägyptischen (blau), nordmesopotamischen (rot), südmesopotamischen (orange) und mykenischen (grüne Symbole) HM-Gläsern der 1. Hälfte des 2. Jt. v. Chr., kombiniert mit Daten von zeitgleichen mitteleuropäischen HMG-Perlen (schwarze Symbole) und jüngeren mitteleuropäischen LMHK-Gläsern (graue Symbole) aus dem laufenden Projekt

mente wie z. B. Zr, Ti, Sr, Nb, Y, Ba oder die Seltenerd-elemente lassen sich nicht mit den Färbestoffen, sondern mit dem verwendeten Sand oder in geringen Maßen mit den Flussmitteln in Verbindung bringen. Hinweise auf die zur Glasherstellung verwendeten Sande können beispielsweise die in Verbindung mit bestimmten Schwermineralen auftretenden Elemente liefern, die einen regionalgeologisch charakteristischen Fingerabdruck des verwendeten Sandes liefern.

In einer Studie zur Spurenelementverteilung in ägyptischen und mesopotamischen spätbronzezeitlichen Glasobjekten wurden unter anderem die Elemente Titan, Zirkon, Chrom und Lanthan als wichtige Unterscheidungsmerkmale herangezogen (Shortland u. a. 2007). Das Kovariationsdiagramm von Chrom mit Lanthan zeigt sowohl für ägyptisches blaues und farbloses Glas als auch für nordmesopotamisches blaues Glas jeweils eine positive Korrelation sowie eine interne Gleichartigkeit der Fundstellen. Grundsätzlich sind jedoch zwei deutlich voneinander getrennte Verteilungsmuster für die beiden Regionen festzustellen, die auf der Andersartigkeit der geologischen Situation mit den entsprechend beeinflussten Sanden basiert (Shortland u. a. 2007, 786). Dass für eine eindeutige Beurteilung nicht nur zwei Elemente verglichen werden dürfen, zeigt das Diagramm Titan gegen Zirkon. Hier scheinen geringfügige Überlappungen zwischen beiden Fundregionen feststellbar. Mit der Bestätigung durch die Ergebnisse aus der Kovariation von Chrom mit Lanthan kann jedoch für beide Fundgruppen von einer unterschiedlichen Herkunft des Sandes und damit von verschiedenen Glasprovinzen ausgegangen werden. Offensichtlich ist auch keines der zur Analyse ausgewählten Gläser in die jeweils andere Region verhandelt worden.

Ein Vergleich mit diesen ägyptischen und mesopotamischen, aber auch mit mykenischen Gläsern, alle vom Typ HMG, vermag nun auch erste neue Erkenntnisse zur Herkunft der mitteleuropäischen HM-Gläser zu liefern. Die ägyptische Vergleichsgruppe enthält dabei Funde aus Amarna und Malkata, die nordmesopotamische Gruppe umfasst Funde aus Nuzi und Tell Brak,⁶⁷ eine zusätzliche südmesopotamische Gruppe Funde aus Nippur.⁶⁸ Die sehr heterogene Gruppe der mykenischen Gläser enthält Funde aus Pylos und Tiryns sowie mykenische Objekte aus dem J. P. Getty-Museum,⁶⁹ ergänzt durch drei Glasplättchen aus dem Martin-von-Wagner-Museum in Würzburg, die im laufenden Projekt zusätzlich analysiert werden konnten. Leider stehen nicht für alle Proben Werte von Lanthan und Chrom zur Verfügung.

Eine kombinierte Betrachtung der beiden Kovariationsdiagramme (Abb. 6 und 7) veranschaulicht deutlich, dass abgesehen von einzelnen Exemplaren der Großteil der mitteleuropäischen HMG-Perlen nach dem jetzigen Datenstand weder mit den ägyptischen Glasfunden noch mit den Funden aus Nord-

und Südmesopotamien in Verbindung zu bringen ist. Zwar zeigen sich im Diagramm Lanthan gegen Chrom noch Ähnlichkeiten zwischen den mitteleuropäischen und den mesopotamischen HM-Gläsern, deutliche Unterschiede kommen aber insbesondere im Diagramm Zirkon gegen Titan zum Ausdruck. Hinsichtlich der Gläser aus dem mykenischen Bereich bezogen sich Walton u. a. (2009) auf das Chrom-Lanthan-Kovariationsdiagramm von Shortland u. a. (2007), als sie die mykenischen Gläser in zwei Gruppen unterteilten und dabei die kobaltgefärbten Glasobjekte als Rohglasimporte aus dem ägyptischen, die kupfergefärbten hingegen aus dem mesopotamischen Bereich interpretierten (Walton u. a. 2009, 150 f.). Im Titan-Zirkon-Diagramm liegen, die kobaltgefärbten mykenischen Gläser im Bereich des ägyptischen Feldes. Ein Import des kobaltgefärbten mykenischen Glases aus Ägypten ist damit sehr wahrscheinlich. Für die kupfergefärbten mykenischen Gläser ist hier hingegen eine deutlichere Überschneidung mit der südmesopotamischen Gruppe festzustellen. Im Diagramm Lanthan gegen Chrom fehlen die südmesopotamischen Werte, was eine endgültige Interpretation erschwert, denn die kupfergefärbten mykenischen liegen hier nun randlich im Bereich der mitteleuropäischen HM-Gläser.

Ergebnisse

Das HM-Glas aus dem westlichen Mitteleuropa ist nach den vorliegenden Vergleichsdaten insgesamt weder ägyptischen noch mesopotamischen Ursprungs. Weiterhin ergibt sich keine Ähnlichkeit mit den mykenischen Gläsern.

Vergleicht man die mitteleuropäischen HM-Gläser mit den mitteleuropäischen LMHK-Gläsern, dann zeigt sich auch hier keine Übereinstimmung. Es ist daher unwahrscheinlich, dass diese beiden Glastypen aus derselben Quellregion stammen. Da für die LMHK-Gläser eine Herkunft aus dem südlichen Mitteleuropa oder Norditalien angenommen wird (Henderson 1993, 114; Lorenz 2006, 77), und überdies auch erste Hinweise auf eine dezentrale Produktion zu finden sind (Angelini u. a. 2009, 335), sollten die HMG-Perlen mit ihren separaten und relativ eng begrenzten Streufeldern (Abb. 6 und 7) eher nicht aus diesen Bereichen stammen.

Der Großteil der mitteleuropäischen HMG-Perlen, die im laufenden Projekt untersucht wurden, stammt aus Fundkomplexen im nördlichen Deutschland. In Mittel- und Süddeutschland ist dieser Typ bisher nur vereinzelt nachgewiesen, denn dort dominieren die LMHK-Perlen. Möglicherweise zeichnet sich damit eine eigenständige „nordische“ Gruppe von HM-Glas ab, ihre Herkunft bleibt aber zunächst ungeklärt. Die Hauptgruppe der mitteleuropäischen HMG-Perlen datiert in die Zeit zwischen 1500 und 1050 v. Chr. Eine weitere Gruppe von HMG-Perlen ist jünger (jüngste Urnenfelderzeit und Übergang zur Hallstattzeit, um 800/750 v. Chr.). Sie unterscheidet sich ganz deutlich von der Hauptgruppe und liegt im Chrom-Lanthan-Diagramm (Abb. 6) bei hohen Lanthanwerten deutlich über dem ägyptischen Feld, im Zirkon-Titan-Diagramm bei hohen Zirkon- und Titanwer-

67 Ägyptische und Nordmesopotamische Daten für Diagrammgrundlage entnommen aus Shortland u. a. 2007.

68 Daten für Diagrammgrundlage entnommen aus Walton u. a. 2012.

69 Daten für Diagrammgrundlage aus entnommen aus Polikreti u. a. 2011 (Pylos) und Walton u. a. 2009 (Tiryns und Getty-Museum).

ten im Überlappungsbereich mit dem ägyptischen Feld und dem mykenischen Hauptfeld. Eine klare Herkunftsbestimmung ist daher auch für diese Gläser noch nicht möglich. Die hier vorgestellten Vergleiche basieren auf wenigen Spurenelementen, gemessen an Proben aus einigen ausgewählten Fundorten. Eine Herkunft des mitteleuropäischen HM-Glases aus anderen Gebieten des Mittelmeerraumes oder des Nahen Ostens ist durchaus denkbar und wäre zu prüfen. Leider liegen von zahlreichen Regionen wie z. B. der Türkei oder der Levante keine oder unzureichende Glasanalysen zum Vergleich

vor. Meist sind nur die Hauptelemente analysiert, es fehlt dagegen eine ausführliche Spurenelement-Analytik. Hier wäre bei weiterführender Analytik mit interessanten Ergebnissen zu rechnen. Letztlich kann auch eine heimische Herstellung nicht völlig ausgeschlossen werden. Dafür würden die relativ einfachen Formen der Perlen sprechen, im Vergleich zu den deutlich vielfältigeren Formen gleichalter Perlen aus dem östlichen Mittelmeerraum. Produktionsreste wurden in der Fundregion der Perlen im nördlichen Deutschland bislang allerdings nicht entdeckt.

Literatur

- Angelini u. a. 2004
I. Angelini/G. Artioli/P. Bellintani/V. Diella/M. Gemmi/A. Polla/A. Rossi, Chemical Analyses of Bronze Age Glasses from Frattesina di Rovigo, Northern Italy. *Journal Arch. Scien.* 31, 2004, 1175–1184.
- Angelini u. a. 2009
I. Angelini/A. Polla/B. Giussani/P. Bellintani/G. Artioli, Final Bronze-Age Glass in Northern and Central Italy. Is Frattesina the Only Glass Production Centre? In: J.-F. Moreau/R. Auget/J. Chabot/A. Herzog (Hrsg.), *Proceedings/Acts – 36th International Symposium on Archaeometry/36^e Symposium International d'Archéométrie*, Québec City/Québec, Canada, 2–6 May/mai, 2006. *Cahiers d'archéologie du CELAT 25* (Québec 2009) 329–337.
- Brill 1992
R. H. Brill, Chemical Analyses of Some Glasses from Frattesina. *Journal Glass Stud.* 34, 1992, 11–22.
- Gessner 1947
V. Gessner, Vom Problem der spätbronzezeitlichen Glasperlen. In: W. Drack/P. Fischer (Hrsg.), *Beiträge zur Kulturgeschichte*. Festschrift Reinhold Bosch zu seinem sechzigsten Geburtstag (Aarau 1947) 80–98.
- Haevernick 1949/50
T. E. Haevernick, Hals- und Haarschmuck. In: O. Uenze, *Der Hortfund von Allendorf*. *Prähist. Zeitschr.* 34/35, 1949/50 (1953), 213–217.
- Haevernick 1978
T. E. Haevernick, Urnenfelderzeitliche Glasperlen. *Zeitschr. Schweizer. Arch. u. Kunstgesch.* 35, 1978, 145–157.
- Hahn-Weinheimer 1960
P. Hahn-Weinheimer, Die spektrochemische Untersuchung von Glasarmringen und Ringperlen der Mittel- und Spätlatènezeit. In: T. E. Haevernick, *Die Glasarmringe und Ringperlen der Mittel- und Spätlatènezeit auf dem europäischen Festland* (Bonn 1960) 266–272.
- Hartmann u. a. 1997
G. Hartmann/I. Kappel/K. Grote/B. Arndt, Chemistry and Technology of Prehistoric Glass from Lower Saxony and Hesse. *Journal Arch. Scien.* 24, 1997, 547–559.
- Henderson 1988
J. Henderson, Glass Production and Bronze Age Europe. *Antiquity* 62, 1988, 435–451.
- Henderson 1989
J. Henderson, The Scientific Analysis of Ancient Glass and its Archaeological Interpretation. In: J. Henderson (Hrsg.), *Scientific Analysis in Archaeology and its Interpretation* (Oxford 1989) 30–62.
- Henderson 1993
J. Henderson, Chemical Analysis of the Glass and Faience from Hauterive-Champréveyres, Switzerland. In: A.-M. Rychner-Faraggi, *Hauterive-Champréveyres 9. Métal et parure au Bronze final*. *Arch. Neuchâtoise* 17 (Neuchâtel 1993) 111–117.
- Jantzen/Schmidt 1999
D. J. Jantzen/J.-P. Schmidt, Ein Hortfund der Periode III aus Neustrelitz, Lkr. Mecklenburg-Strelitz. *Jahrb. Bodendenkmalpf. Mecklenburg-Vorpommern* 47, 1999, 7–127.
- Lorenz 2006
A. Lorenz, Der spätbronzezeitliche Hortfund von Stadtallendorf unter besonderer Berücksichtigung seiner Gläser. *Arch. Ber.* 20 (Bonn 2006).
- Mestorf 1900
J. Mestorf, Glasperlen aus Frauengräbern der Bronzezeit. *Mitt. Anthr. Ver. Schleswig-Holstein* 13, 1900, 3–14.
- Mildner u. a. 2010
S. Mildner/F. Falkenstein/J.-P. Schmidt/U. Schüssler, Materialanalytische Untersuchungen an ausgewählten Glasperlen des bronzezeitlichen Hortfundes von Neustrelitz, Lkr. Mecklenburg-Strelitz. *Jahrb. Bodendenkmalpf. Mecklenburg-Vorpommern* 57, 2010, 43–63.
- Mildner u. a. 2012
S. Mildner/U. Schüssler/F. Falkenstein, Bronzezeitliches Glas zwischen Alpenkamm und Ostsee. Untersuchungen zur Herstellung und Distribution des ältesten Glases in Mitteleuropa. In: F. Schlütter/S. Greiff/M. Prange (Hrsg.), *Archäometrie und Denkmalpflege 2012. Jahrestagung an der Eberhard Karls Universität Tübingen*, 28.–31. März 2012. *Metalla Sonderheft 5* (Bochum 2012) 197–199.
- Neuninger/Pittioni 1957
H. Neuninger/R. Pittioni, Woher stammen die blauen Glasperlen der Urnenfelderkultur? *Arch. Austriaca* 26, 1959, 52–66.
- Polikreti u. a. 2001
K. Polikreti/J. M. A. Murphy/V. Kantarelou/A. G. Karydas, XRF Analysis of Glass Beads from the Mycenaean Palace of Nestor at Pylos, Peloponnesus, Greece. New Insight into the LBA Glass Trade. *Journal Arch. Scien.* 38, 2011, 2889–2896.
- Reinecke 1911
P. Reinecke, Glasperlen vorrömischer Zeiten aus Funden nördlich der Alpen. *AuhV* 5, 1911, 60–72.
- Reinecke 1957
P. Reinecke, Zu den Glasperlen des Schatzfundes von Allendorf. *Germania* 35, 1957, 18–22.
- Schöbel 1996
G. Schöbel, Siedlungsarchäologie im Alpenvorland IV. Die Spätbronzezeit am nordwestlichen Bodensee: Taucharchäologische Untersuchungen in Hagnau und Unteruhldingen 1982–1989 (Stuttgart 1996).
- Shortland 2002
A. Shortland, The Use and Origin of Antimonate Colorants in Early Egyptian Glass. *Archaeometry* 44, 4, 2002, 517–530.
- Shortland u. a. 2007
A. Shortland/N. Rogers/K. Eremin, Trace Element Discriminants Between Egyptian and Mesopotamian Late Bronze Age Glasses. *Journal Arch. Scien.* 34, 2007, 781–789.
- Towle u. a. 2001
A. Towle/J. Henderson/P. Bellintani/G. Gambacurta, Frattesina and Adria. Report of Scientific Analysis of Early Glass from the Veneto. *Padusa N. S.* 37, 2001, 7–68.
- Walton u. a. 2009
M. S. Walton/A. Shortland/S. Kirk/P. Degryse, Evidence for Trade of Mesopotamian and Egyptian Glass to Mycenaean Greece. *Journal Arch. Scien.* 36, 2009, 1496–1503.
- Walton u. a. 2012
M. S. Walton/K. Eremin/A. Shortland/P. Degryse/S. Kirk, Analysis of Late Bronze Age Glass Axes from Nippur. A New Cobalt Colourant. *Archaeometry* 54, 2012, 835–852.