

Kontinuität und Diskontinuität im Handwerk

Glasperlen als Indikator für Tradition und Innovation zwischen Spätantike und frühem Mittelalter¹

Christian Matthes

Prozesse, die den Übergang von der Spätantike zum frühen Mittelalter betreffen, sind aufgrund der geringen schriftlichen Überlieferungen schlecht zu fassen. Fragen nach Kontinuität und Diskontinuität sind daher nur schwer zu beantworten. Das gilt insbesondere auch für den west- und südwestdeutschen Raum nach dem Zusammenbruch des Weströmischen Reichs im 5. Jahrhundert. Es muß daher auf archäologische Quellen zurückgegriffen werden. Siedlungsplätze sind nur schwer zu greifen, weil sie vermutlich durch jüngere Bautätigkeiten oftmals beseitigt wurden oder keine stärkeren Bodeneingriffe beinhalteten. Somit blieben häufig nur die Gräberfelder als historische Quelle erhalten. Es herrschten vom 5. bis zum 7. Jahrhundert Körperbestattungen vor, die oftmals reichlich mit Trachtbestandteilen, Schmuck und Beigaben wie Geschirr ausgestattet worden waren, jedoch auch schon antiker Beraubung unterlagen.

Eine weit verbreitete Fundgattung in Frauen- und Kindergräbern sind Ketten, die überwiegend Glasperlen, aber auch Bernsteinperlen, Halbedelsteine und Bronzedrähte sowie aufgefundene „Antiquitäten“ wie zum Beispiel ein römisches Bleilot enthalten können (Abb.1).² Glasperlen stellen jedoch die überwiegende Mehrheit. Durch ihre Gleichförmigkeit und oft auch große Menge entzogen sie sich forschungsgeschichtlich lange Zeit einer griffigen Klassifikation. Abbrüche und Wiederaufnahme von Formen, Materialien und Techniken paßten nicht in die evolutionistischen Typologien der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts, so dass sie dort weitgehend ausgespart wurden. Bis auf einzelne Ausnahmen blieb dies auch bis in die 70er Jahre des 20. Jahrhunderts, als U. Koch anfang, Glasperlen intensiv zu bearbeiten.³ Der Wert der archäologischen Quelle Glasperlen wurde somit lange Zeit unterschätzt. Ihre weite Verbreitung ohne zeitliche oder regionale Beschränkungen quer durch alle gesellschaftliche Schichten machen sie jedoch zu einem hervorragenden Forschungsobjekt, das keinerlei sozialem Filter in der archäologischen Überlieferung unterliegt. Sie besitzen ein hohes Maß an Informationen zur Technologie der Zeit und können daher den Grad der überlieferten Traditionen und Innovationen deutlich machen.

An ihrem Beispiel wurde in einem von Archäologen der Humboldt-Universität zu Berlin und Materialwissenschaftlern der TU-Darmstadt durchgeführten Forschungsprojekt die Technologieentwicklung von der Spätantike (4./5. Jahrhundert) bis zum Anfang des 8. Jahrhunderts, der Merowingerzeit, verfolgt.⁴ Die Verbindung zwischen Archäologie und Materialwissenschaften ermöglichte ein Herangehen an das Forschungsobjekt auf zwei Ebenen. Die Archäologie beschäftigte sich mit

1 Der Bericht bezieht sich auf die Ergebnisse des interdisziplinären Projektes „Herstellungstechniken und Herstellungswerkstätten von frühmittelalterlichen Glasperlen aufgrund der farbgebenden Komponenten und Mineralien“ zwischen dem Lehrstuhl für Ur- und Frühgeschichte der Humboldt-Universität zu Berlin (C. Theune, J. Callmer, Ch. Matthes) und dem Fachbereich für Materialwissenschaften der TU Darmstadt (P. Hoffmann, M. Heck), das 1996–2000 lief und durch das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie im Rahmen des am Forschungszentrum Jülich GmbH angesiedelten Schwerpunktes „Einsatz neuer Technologien in den Geisteswissenschaften“ gefördert wurde. Es sei an dieser Stelle besonders Frau Kulig, Herrn Dr. Krebs und Herrn Dr. Husemann gedankt.

2 Zum Beispiel im Gräberfeld von Griesheim Grab 420: Matthes 1998, 71 f.

3 Ausführlich zur Forschungsgeschichte: Theune 2003, 565–567. Klassifikation merowingerzeitlicher Perlen: Koch 1977; Sasse/Theune 1996.

4 Ausführlich: Matthes u.a. 2004.



Abb. 1: Merowingerzeitliche Perlenkette, Kre-feld Gellep-Grab 224, Perlenkombinationsgrup-pe H, Stufe 8-9, 620-670 n.Chr. (nach Siegmund 1995, 1998).

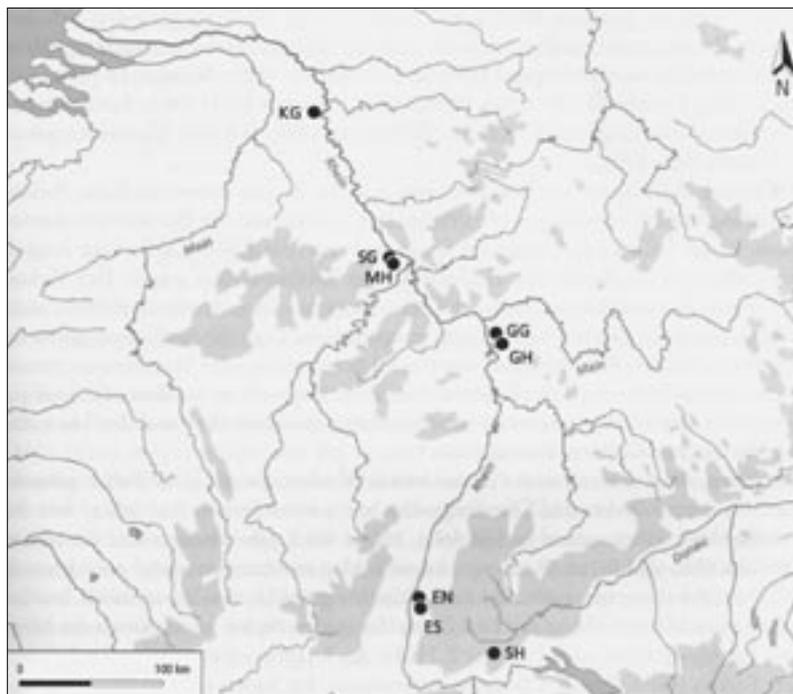


Abb.2: Fundplätze der untersuchten Perlen: KG: Krefeld-Gellep, SG: Saffig, MH: Miesenheim, GG: Groß Gerau, GH: Griesheim, EN: Eendingen, ES: Eichstetten, SH: Schleitheim.

dem „Makrokosmos“ der Glasperlen. Es wurden die äußerlichen Merkmale wie Farbe, Form, Größe, Dekor und Herstellungsspuren im Detail aufgenommen. Grundlage waren Perlen aus den Gräberfeldern Krefeld-Gellep, Saffig, Miesenheim, Groß Gerau, Griesheim, Eendingen, Eichstetten und Schleitheim (Schweiz) entlang des Rheins (Abb.2). Vergleicht man nun die Perlentypenzusammensetzung der Ketten aus den verschiedenen Gräbern erkennt man Gemeinsamkeiten und Unterschiede. Eine kombinationsstatistische Auswertung der Perlentypen und ihrer Fundplätze, die so genannte Seriation, ergab einen chronologisch zu deutenden kontinuierlichen Wandel in der Zusammensetzung der Ketten.⁵ Zwar können einzelne Typen Laufzeiten von bis zu drei Generationen haben, doch die spezifische Kombination der zahlreichen Einzeltypen zu einer Kette ist nur für eine kurze Zeitspanne von etwa einer Generation charakteristisch und bietet daher ein optimales Datierungsmittel.

Der „Mikrokosmos“ der Glasperlen wurde naturwissenschaftlich erforscht. Von besonderem Interesse waren die chemische Zusammensetzung der Perlen sowie Aussagen zu den enthaltenen kristallinen Phasen der Farbpigmente in der amorphen Glasmatrix. Um den Erhalt der Altertümer zu garantieren, mußten die Analyseverfahren überwiegend zerstörungsfrei arbeiten. Mit der Anwendung der Energiedispersiven Röntgenfluoreszenzanalyse (EDRFA) wurde diese Prämisse umgesetzt. Daneben kamen die Röntgendiffraktometrie (XRD), Rasterelektronenmikroskopie (REM), die Elektronenstrahlmikroanalyse (ESMA) und die Thermionenmassenspektrometrie (TIMS) zum Einsatz, die an wenigen Bruchstücken auch mal nicht-zerstörungsfrei arbeiten durften.

Insgesamt wurden 1493 Perlen mit der EDRFA untersucht. Das Problem der zunächst durch ihre runde Form erzeugten weiten Streuung der Meßstrahlung konnte durch den Einsatz besonderer Blenden und Filter zur größten Zufriedenheit gelöst werden. Des weiteren bereitete die oberflächliche Korrosionsschicht, die auch bei scheinbar gut erhaltenen Perlen vorhanden war, Schwierigkeiten. Es wurden zur chemischen Unterscheidung verschiedener Perlentypen daher nur Substanzen eingesetzt, die sich in verschiedenen Messungen an korrodierten und korrosionsfreien, angeschliffenen Proben als einheitlich erwiesen. Ferner wurden drei Messungen pro Perle vorgenommen, um Inhomogenitäten im Glas gemittelt zu relativieren.⁶

⁵ Vgl. Matthes 1998; Matthes u. a. 2004; Sasse/Theune 1996; Siegmund 1995; 1998.

⁶ Heck 2000.

Glasperlen bestehen aus dem Grundglas der sogenannten Glasmatrix und den in ihr enthaltenen farbgebenden Komponenten. Das Grundglas unterscheidet sich in seiner Zusammensetzung mit SiO₂: 68%, Na₂O: 18% und CaO: 8% in keiner Weise von Gläsern der römischen Antike.⁷ Die über die gesamte Untersuchungszeit des 5.–7. Jahrhunderts im gesamten Untersuchungsgebiet vom Nieder- bis zum Hochrhein gleichbleibende Glasmatrix zeigt, dass Rohglas zentral in antiker Tradition hergestellt worden ist und zwar nach Rezepturen, die schon in der römischen Kaiserzeit verwendet wurden. Hier ist also eine eindeutige Technologiekontinuität zu sehen. Offen ist nach wie vor, woher dieses Grundglas stammt, da es für die Merowingerzeit keinerlei archäologischen Beleg in Form eines Glasofens gibt, in dem aus den Rohstoffen Sand, Soda und Kalk das Glas erschmolzen wurde. Bei kritischer Betrachtung fehlt dieser sogar für die römische Kaiserzeit in den germanischen Provinzen, da die dort gefundenen Glasöfen eher auf eine Glasverarbeitung denn auf eine Glasherstellung schließen lassen.⁸

Unterschiede sind jedoch in der Zusammensetzung der farbgebenden Komponenten bei allen Farben festzustellen. Zwar wurden die Perlen einer Farbgruppe mit den gleichen Pigmenten gefärbt, doch gibt es starke Abweichungen bei der Quantität der einzelnen Komponenten. Signifikant von einander zu unterscheidende Perlentypen wurden dabei in Gruppen (Cluster) eingeteilt.⁹

An diesem Punkt kam es zur Synthese der archäologischen und chemisch-analytischen Vorgehensweisen. Die ermittelten Cluster wurden über den Fundplatz der Perlen mit archäologischen Methoden wie der Kartierung in einen zeitlich-räumlichen Zusammenhang gestellt. Bei den merowingerzeitlichen Perlen ließen sich chronologisch-chorologische Strukturen feststellen. Damit erhielt man zunächst Aussagen über Absatzgebiete bestimmter Produktionseinheiten, da offensichtlich ein identisches Rohglas verwendet wurde, die Methode, es einzufärben, aber räumlich unterschiedlich war. Man muß also davon ausgehen, dass der Einfärbeprozess des Glases von der Rohglasherstellung getrennt war. Das eingefärbte Glas wurde dann zu Glasperlen weiterverarbeitet. Die folgende Tabelle zeigt die Aufteilung der Cluster jeweils verschiedener Farbe in drei Gruppen unterschiedlicher Verbreitungsweise:

7 Hoffmann u. a. 1999; 2000.

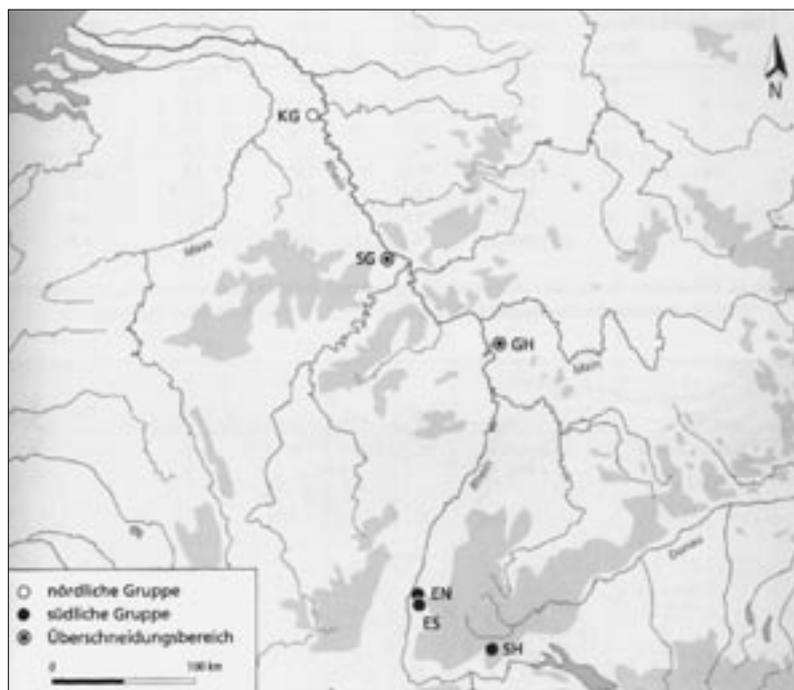
8 Ausnahme mag der von den Ausgräbern als Rohglasofen interpretierte Fund eines spätrömischen Ofens im Hambacher Forst sein (Gaitzsch u. a. 2000).

9 Eine signifikante Unterscheidung in verschiedene Cluster erfolgte dann, wenn zwischen zwei Clustern das Dreifache der mittleren Standardabweichung festgestellt wurde (3-Sigma-Kriterium). Heck 2000, 93.

Farbe	Färbung	Anzahl der Cluster in ihrer Verbreitung		
		überregional	regional	lokal
gelb	Bleistannat (PbSnO ₃)	4	7	
weiß	Zinnoxid (SnO ₂)	2		1
dunkelgrün	CuO, PbO, MnO, Fe ₂ O ₃	2		1
hellgrün	PbSnO ₃ (gelb) + Cu ₂₊ -Ionen (blau) = grün	1		2
orange	Cuprit (Cu ₂ O)	3	1	4
braun	elementares Kupfer (Cu)	2	5	2

Tabelle 1: Farbgebende Komponenten bei Glasperlen und ihre räumliche Verteilung.

Abb.3: Unterschiedliches Absatzgebiet grüner Perlen.



Unterschiedliche Absatzgebiete sind am deutlichsten bei grünen Perlen zu erkennen. Bleioxidreiche Varianten traten nur vom Nieder- bis zum Mittelrhein (Abb. 3: Offene Kreise), bleioxidarme hingegen vom Ober- bis zum Mittelrhein auf (Abb. 3: Gefüllte Kreise).

Aber auch zeitliche Variationen ließen sich feststellen. Cluster mit überregionaler Verteilung waren grundsätzlich unabhängig von der Farbe älter als solche mit regionaler Verbreitung. Diese setzten in der Regel erst mit Beginn des 7. Jahrhunderts ein. Langlebige Perlenzusammensetzungs-mischungen, wie die eines Clusters bei den gelben Perlen, der sich bis in die frühe Völkerwanderungszeit zurückverfolgen ließ, nahmen quantitativ so stark ab, dass man davon ausgehen kann, dass sie nicht mehr produziert wurden. Die in den jüngeren Gräbern noch auffindbaren Exemplare werden durch persönliche Weitergabe „verspätet“ ins Grab gelangt sein. Bei gelben Perlen konnte weiterhin eine tendenzielle Zunahme des Bleioxidgehaltes festgestellt werden. Möglicherweise sind dies Ansätze zu Vereinfachungen im Schmelzverfahren, da das Bleioxid die Verarbeitungstemperatur sinken läßt. Aus Tabelle 2 wird ersichtlich, wie bei den gelben Perlen aus einer einheitlichen und langlebigen Produktion viele lokale Produktionsstätten entstanden.

Es wurden also in mehrfacher Hinsicht Veränderungen bei Produktionsprozessen deutlich. Neben der überlieferten Produktion in antiker Tradition, die im 5. und 6. Jahrhundert fortlebte, traten seit der Zeit um 600 kleinere Werkstätten mit eigenen Rezepturen auf. Im Verlauf des 7. Jahrhunderts fand also eine Regionalisierung in den Perlenproduktion statt. Dieser Prozeß ist auch für andere Schmuck- und Trachtgegenstände der Zeit beobachtet worden.¹⁰

Die nur wenigen bisher bekannten direkten archäologischen Nachweise einer Perlenproduktion in Maastricht, Wijndaldum, Rijnsburg (alle Niederlande), Dunmisk (Nordirland), Beverly (Groß Britannien) und Schleithem (Schweiz) geben wichtige Hinweise zur Glasfärbung.¹¹ Vornehmlich handelt es sich dabei um Tiegelbruchstücke aus Abfallgruben oder Siedlungsfunden. Ein Fragment mit gelber Schmelze aus Schleithem (Schweiz) wurde im Rahmen des Projektes untersucht.¹² Es enthielt das Pigment Bleistannat, ein Blei-Zinnoxid. Die Zusammensetzung entsprach dem von Perlen aus dem Gräberfeld des gleichen Fundortes, so dass man davon ausgehen muß, dass das gelbe Farbpigment für die Perlen auch in oder bei Schleithem hergestellt worden ist. Die Perlen setzten sich

10 Vgl. Christlein 1978 (1991) 101, Abb. 75 zu Schmuckarbeiten aus einer Hand.

11 Maastricht: Sablerolles/Henderson/Dijkman 1997; Wijndaldum: Sablerolles 1999; Henderson 1999; Rijnsburg: Sablerolles 1999, 268; Dunmisk und Beverly: Henderson 1988; 1993; Schleithem: Höneisen 1999.

12 Heck/Rehren/Hoffmann 2002.

Nr.	AM						JM					Pb	As/Sb	Cu	Verbreitung	Werkstatt	n	
	I	I	II	II	III	III	I	I	II	II	III							III
Cluster 1	[dunkel]						[hell]					sehr wenig	kein		überregional Rhein	Schleitheim: Pigment Maastricht (?)	203	
Cluster 2	?	[dunkel]						[hell]					wenig	kein		überregional Rhein	Maastricht? Süddeutschl.?	316
Cluster 3+4	E.						[dunkel]					viel bis sehr viel	kein		überregional Ober- bis Niederrhein	?	139	
Cluster 11	[dunkel]						E.					wenig	kein	viel	regional Ober- bis Mittelrhein	?	41	
Cluster 7	[dunkel]						E.					viel	wenig	viel	lokal-regional Oberrhein	Perlenwerkstatt? Ort?	7	
Cluster 6	[dunkel]						E.					wenig	wenig		regional Oberrhein	?	90	
Cluster 5	[dunkel]						E.					sehr viel	viel		regional Hochrhein - Rhein-Main	Breisgau ?	90	
Cluster 8+10	[dunkel]						E.					sehr viel	sehr viel		lokal-regional Oberrhein	Perlenwerkst. Rhein-Main-Gebiet?	80	
Cluster 9	[dunkel]						E.					wenig	sehr viel		regional Ober- bis Mittelrhein	Breisgau ?	57	

E. = Ende der Stufe, dunkel = Hauptlaufzeit, hell = Nachlaufzeit, n = Anzahl

Tabelle 2: Laufzeit, Charakteristik und Verbreitung der Cluster gelber Perlen (Datierung nach Ament 1977).

dabei aus ca. ¼ Soda-Kalk-Glas und ¾ bleioxidhaltiger Pigmentschmelze zusammen.

Es fiel auf, dass mit Beginn des 7. Jahrhunderts der durchschnittliche Arsen- und Antimonoxidanteil bei den gelben Perlen erheblich anstieg. Dies betraf besonders Perlen aus dem Verbreitungsgebiet des Oberrheins (Abb. 4). Beide Elemente sind in Erzgängen Begleiter des Bleis, das in oxidierter Form, wie oben dargestellt, einen Großteil des gelben Pigmentes ausmacht. Deshalb wurden einige Bleiisotopenanalysen durch J. Schneider, Gießen, vorgenommen. Auch hier trennten sich die Arsen- und antimonoxidhaltigen Perlen von den übrigen Stücken. Ferner bestanden hohe Übereinstimmungen mit Bleiisotopenvergleichsdaten aus dem Schwarzwald.¹³ Es ist also anzunehmen, dass das Bleioxid der arsen- und antimonhaltigen gelben Perlen aus einem Silber-Blei-Bergbau des Schwarzwaldes bzw. den damit verbundenen Verhüttungswesen stammt. Mögliche Bestätigung dafür ist ein im Tiegelmateriale von Schleithem gefundenes Silberkorn.¹⁴ So bilden die aus den gelben Perlen gewonnenen Analysedaten möglicherweise den frühesten Beleg für mittelalterlichen Silber-Blei-Bergbau im Schwarzwald, der schon Anfang des 7. und nicht erst im 8. oder gar 9. Jahrhundert einsetzte. In Sulzburg wiesen Radiokarbondatierungen möglicherweise schon auf diesen Zeitpunkt hin, konnten aber im direkten archäologischen Beleg nicht bestätigt werden.¹⁵

Alle Einfärbeprozesse vom Perlenglas sind eng mit anderen Hochtemperaturtechnologien verbunden. Ein Tiegelfragment mit gelbem Glas aus Wijndaldum (Niederlande) war in einer Abfallgrube mit Produktionsresten eines Schmiedes/ Bronzegießers vergesellschaftet.¹⁶ Bei weißen Perlen weist eine hohe Korrelation von Blei- und Zinnoxid auf eine gemeinsame

¹³ Matthes u. a. 2004, 133.

¹⁴ Heck/Rehren/Hoffmann 2002, Abb.1.

¹⁵ Steuer 1999, 49–58.

¹⁶ Sablerolles 1999, 264.

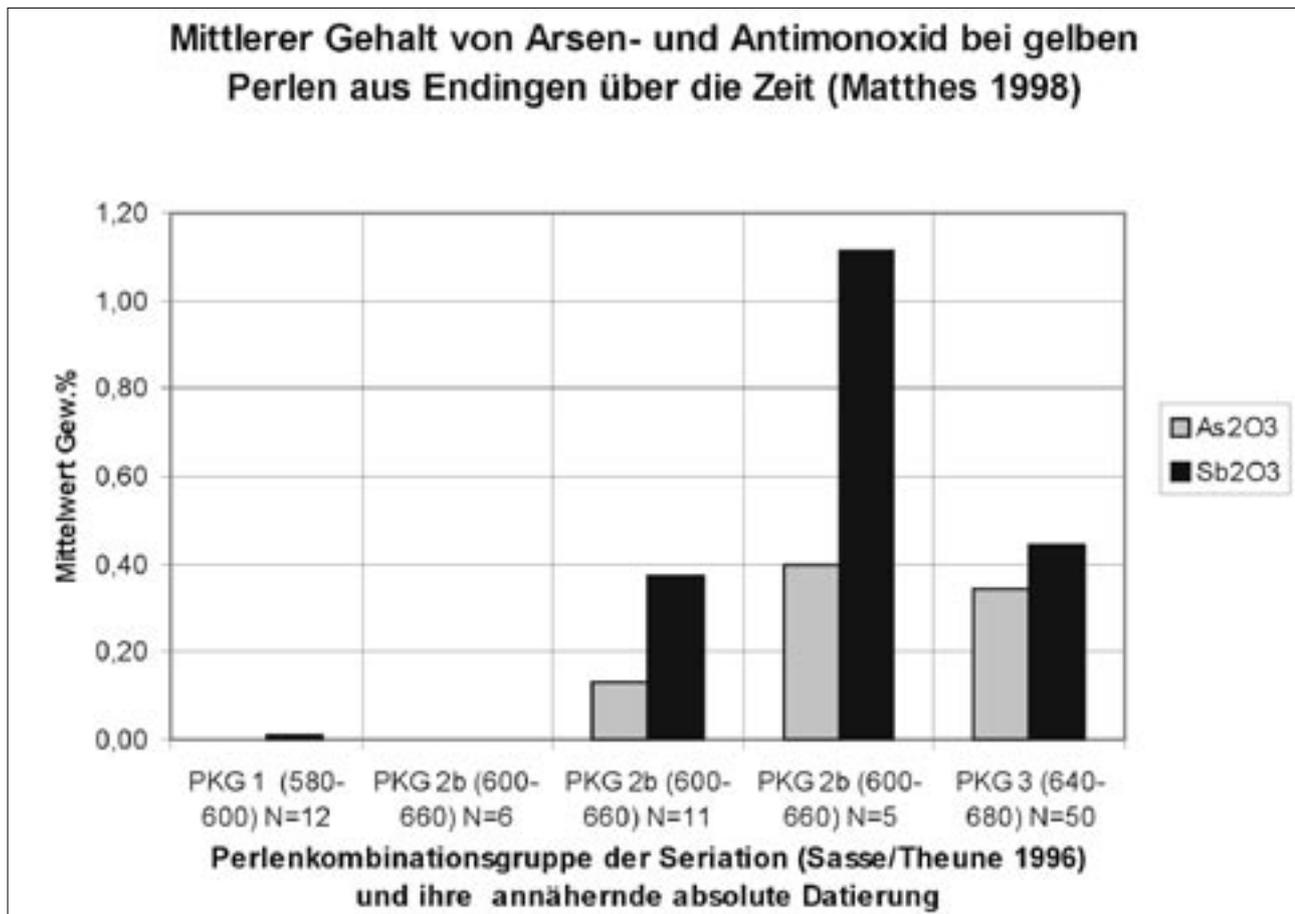


Abb.4: Anstieg der Arsen- und Antimonoxidwerte in gelben Glasperlen vom Oberrhein am Ende der Jüngerer Merowingerzeit.

Zugabe hin. Das Mengenverhältnis beider zueinander entspricht dem von Weichlot.¹⁷ Bei braunen Perlen konnte aufgrund von Gefügeuntersuchungen gezeigt werden, dass das zur Kupferreduktion eingesetzte Eisenoxid ursprünglich aus einer Rennofenschlacke stammt.¹⁸ Zinnoxideinschlüsse in Kupferverbindungen bei braunen, orangefarbenen und grünen Perlen lassen an eine Mitverwendung von Bronzen als Kupferrohstoff denken.¹⁹ Dies alles sind deutliche Hinweise auf ein Zusammenwirken von metall- und glasverarbeitenden Handwerksbetrieben.

Die Untersuchung hat einen wichtigen Beitrag zu Fragen der Kontinuität antiker Kultur im frühen Mittelalter geliefert. Anhand der vorliegenden Analyse zu merowingerzeitlichen Glasperlen konnte nachgewiesen werden, dass es in technologischer Hinsicht keinen Bruch von der Spätantike zum frühen Mittelalter gegeben hat, sondern zumindest bis in das 6. Jahrhundert hinein alte Techniken fortgesetzt wurden. Folglich kann man von Kontinuität sprechen. Erst mit dem 7. Jahrhundert setzte eine Periode der stärkeren Regionalisierung ein. Dieser Prozeß spiegelt sich auch bei anderen handwerklich hergestellten Gegenstände der Zeit wieder. Eine größere Bandbreite bei der Zusammensetzung der farbgebenden Komponenten der Perlen deutet auf eine Abkehr von antiken Traditionen, aber auch auf eine größere Experimentierfreudigkeit hin. Es handelt sich hierbei keinesfalls um einen technologischen Bruch, also eine Diskontinuität, sondern um Innovationen, die alt bekanntes mit neuem verbindet. Ursache hierfür könnte eine rückläufige Verfügbarkeit des Kalk-Soda-Glases und anderer Rohmaterialien sein. Möglicherweise steht am Ende dieses Prozesses die Einführung des hochmittelalterlichen Waldglases. Der mit Hilfe der gelben Glasperlen indizierte merowingerzeitliche Silber-Blei-Bergbau im Schwarzwald und der sich in der Glasfärbung widerspiegelnde hohe materialtechnische Kenntnisstand deuten an, dass das frühe Mittelalter in seinem technologischen Stand unterschätzt wurde.

17 Heck 2000, 94.
18 Ebenda 117 f.
19 Ebenda 157 f.

- Ament, Hermann: Zur archäologischen Periodisierung der Merowingerzeit; in: *Germania* 55, 1977, 133–140.
- Christlein, Rainer: *Die Alamannen*. 3. durchges. Aufl. Stuttgart 1991.
- Gaitsch, Wolfgang/Follmann-Schultz, Anna-Barbara/Wedepohl, Karl Hans/Hartmann, Gerald/Tegtmeier, Ursula: Spätromische Glashütten im Hambacher Forst – Produktionsort der ECVA-Fasskrüge; in: *Bonner Jahrbücher* 200, 2000, 83–241.
- Heck, Martin: *Chemisch-Analytische Untersuchungen an frühmittelalterlichen Glasperlen*. Dissertation Darmstadt 2000, <http://elib.tu-darmstadt.de/diss/000065/>
- Heck, Martin/Rehren, Thilo/Hoffmann, Peter: Archäometrische Untersuchungen eines merowingerzeitlichen Tiegelfragments mit anhaftendem gelben Glas; in: Burzler, Anke/Höneisen, Markus/Leicht, Jakob/Ruckstuhl, Beatrice: *Das frühmittelalterliche Schleitheim – Siedlung, Gräberfeld und Kirche (Schaffhauser Archäologie 5)*. Schaffhausen 2002, 36–41.
- Henderson, Julian: Electron-Microprobe investigation of Early Irish glass and glassmaking practices; in: *Materials Issues in Art and Archaeology (Materials Research Society Symposium Proceedings 123)*. New York 1988, 141–146.
- Henderson, Julian: Aspects of Early medieval glass production in Britain; in: *Annales du 12^e Congrès de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre, Vienne/Wien 26-31 août 1991*. Amsterdam 1993, 247–259.
- Henderson, Julian: Scientific analysis of the glass and the glass-bearing artefacts: Technique, raw materials used and archaeological interpretation; in: Besteman, Jan C./Bos, Jurjen M./Gerrets, Danny A./Heidinga, H. Anthonie/de Koning, Jan: *The Excavation at Wijaldum, 1*. Rotterdam 1999, 287–298.
- Höneisen, Markus: Alamannen in Schleitheim: Von den Friedhöfen zu den Siedlungen; in: *Archäologie der Schweiz* 22, 1999, 145–152.
- Hoffmann, Peter/Bichlmeier, Stefan/Heck, Martin/Theune, Claudia/Callmer, Johan: *Glasmatrix der Perlen merowingerzeitlicher Frauengräber von Eichstetten und Endingen*; in: *Archäologisches Korrespondenzblatt* 29, 1999, 395–406.
- Hoffmann Peter/Bichlmeier, Stefan/Heck, Martin/Theune, Claudia/Callmer, Johan: *Chemical Composition of Glass Beads of the Merovingian Period from Graveyards in the Black Forest, Germany*; in: *X-Ray Spectrometry* 29, 2000, 92–100.
- Koch, Ursula: *Das Reihengräberfeld bei Schretzheim (Germanische Denkmäler der Völkerwanderungszeit A 13)*. Berlin 1977.
- Matthes, Christian: *Die Glasperlen des merowingerzeitlichen Gräberfeldes Griesheim*. Magisterarbeit Berlin 1998.
- Matthes, Christian/Heck, Martin/Theune, Claudia/Hoffmann, Peter/Callmer, Johan: *Produktionsmechanismen frühmittelalterlicher Glasperlen*; in: *Germania* 82, 2004, 109–157.
- Sablerolles, Yvette: *Beads of glass, faience, amber, baked clay and metal, including production waste from glass and amber bead making*; in: Besteman, Jan C./Bos, Jurjen M./Gerrets, Danny A./Heidinga, H. Anthonie/de Koning, Jan: *The Excavation at Wijaldum, 1*. Rotterdam 1999, 253–285.
- Sablerolles, Yvette/Henderson, Julian/Dijkman, Wim: *Early medieval glass bead-making in Maastricht (Jodenstraat 30), The Netherlands. An archaeological and scientific investigation*; in: *Freedon, Uta von/Wieczorek, Alfred (Hrsg.): Perlen. Archäologie, Techniken, Analysen. Akten des Internationalen Perlensymposiums in Mannheim vom 11. bis 14. November 1994 (Kolloquien zur Ur- und Frühgeschichte 1)*. Bonn 1997, 293–314.
- Sasse, Barbara/Theune, Claudia: *Perlen als Leittypen der Merowingerzeit*; in: *Germania* 74, 1996, 187–237.
- Siegmund, Frank: *Merovingian Beads on the Lower Rhine*; in: *Beads. Journal of Society of Beads Researchers* 7, 1995, 37–53, Tafel V und VI.
- Siegmund, Frank: *Merowingerzeit am Niederrhein. Die frühmittelalterlichen Funde aus dem Regierungsbezirk Düsseldorf und dem Kreis Heinsberg (Rheinische Ausgrabungen 34)*. Köln 1998.
- Steuer, Heiko: *Bergbau im frühen und hohen Mittelalter im Südschwarzwald*; in: *Früher Bergbau im südlichen Schwarzwald*; in: *Archäologische Informationen aus Baden-Württemberg* 41, 1999, 49–58.
- Theune, Claudia: *Perlen*; in: *Reallexikon der Germanischen Altertumskunde* 22. Berlin 2003, 564–587.