

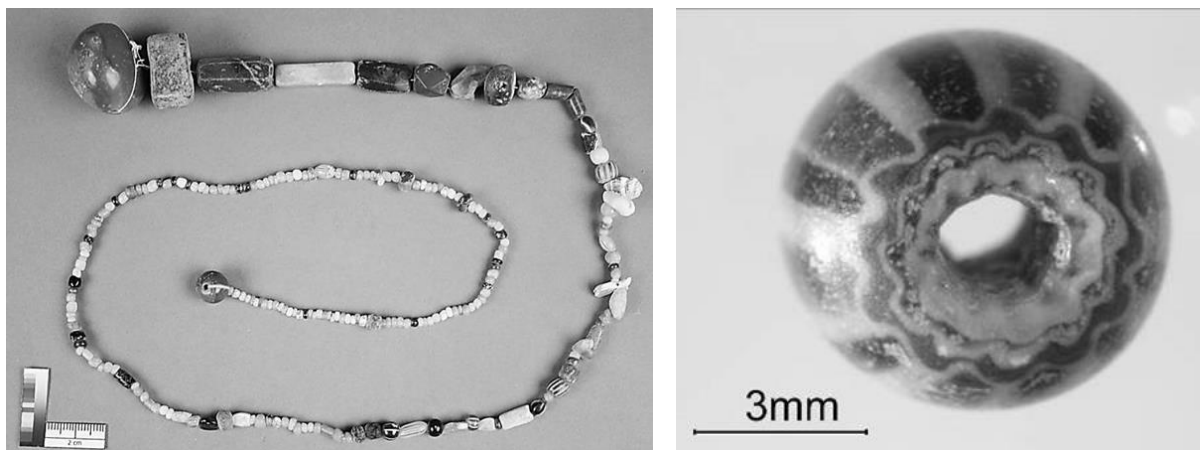
# CHARAKTERISIERUNG MITTELALTERLICHER GLASPERLEN AUS DEM HEILIGEN LAND

M. SCHULZE<sup>1</sup>, R. LEHMANN<sup>1</sup>, C. VOGT<sup>1</sup>, D. VIEWEGER<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Institut für Anorganische Chemie, Leibniz Universität Hannover; Callinstraße 9, 30167 Hannover, e-mail: jana.marie.schulze@stud.uni-hannover.de; lehmann@acc.uni-hannover.de*

<sup>2</sup>*Biblisch-Archäologisches Institut Wuppertal, Bergische Universität Wuppertal, Campus Freudenberg, Haus FD, Rainer-Gruenter-Str. 21, 42097 Wuppertal, e-mail: vieweger@bai-wuppertal.de*

Im Rahmen eines Kooperationsprojektes wurden 197 mittelalterliche Glasperlen, welche bei bibelarchäologischen Ausgrabungen auf dem Tall Zirā'a in Jordanien (Dreiländereck im Heiligen Land) gefunden wurden, bezüglich ihres Herstellungsortes, der farbgebenden Komponenten und Herstellungstechniken untersucht. Im Vordergrund der Arbeit stand dabei der Versuch einer Klärung der Produktionsstätten der Perlen. Aufgrund typologischer Merkmale, insbesondere der beiden Chevronperlen, kamen in erster Linie Venedig oder Amsterdam als Produktionsstätten in Frage (Abb. 1).

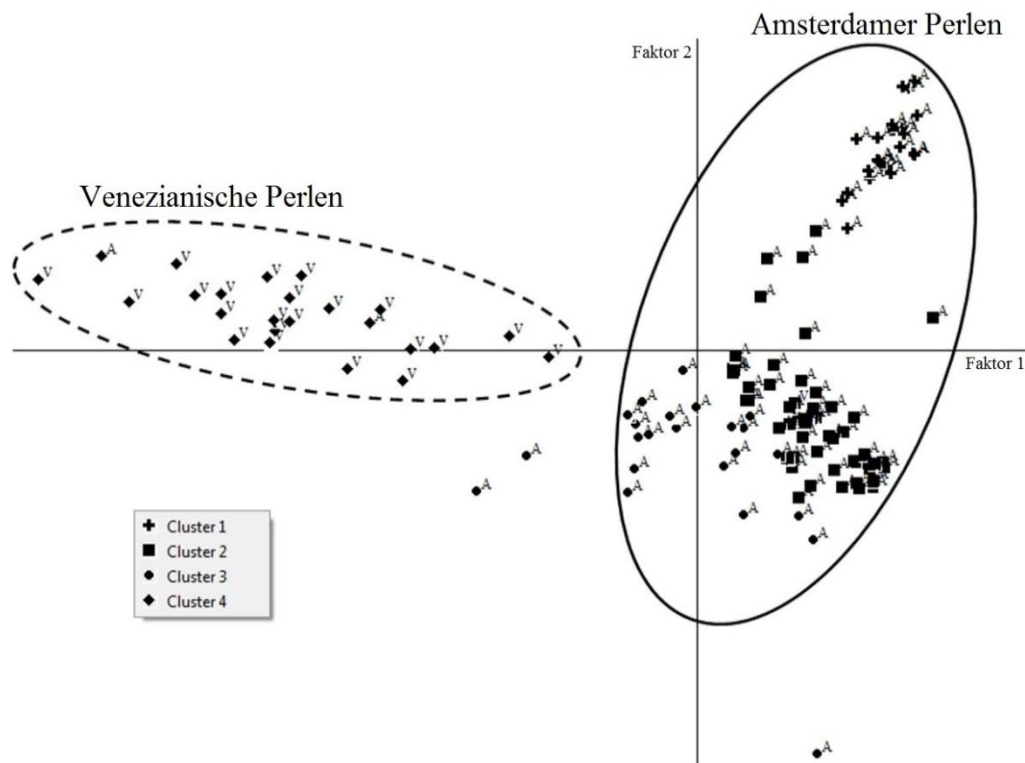


**Abb. 1** Links: Ein Teil des aus insgesamt 920 Perlen bestehenden Perlenkomplexes, der während der Frühjahrskampagne 2009 auf dem Tall Zirā'a in Jordanien gefunden wurde. Rechts: Chevron Perle, die auf eine mögliche Produktion der Perlen in Venedig oder Amsterdam hindeutete (Fotos: HTW Berlin).

Zum Einsatz kamen sowohl traditionelle als auch modernste Analysetechniken (p-RFA,  $\mu$ -RFA, PIXE, ns-LA-ICP-QMS, fs-LA-ICP-MC-MS), welche wichtige Erkenntnisse zu den genannten Fragestellungen liefern konnten.

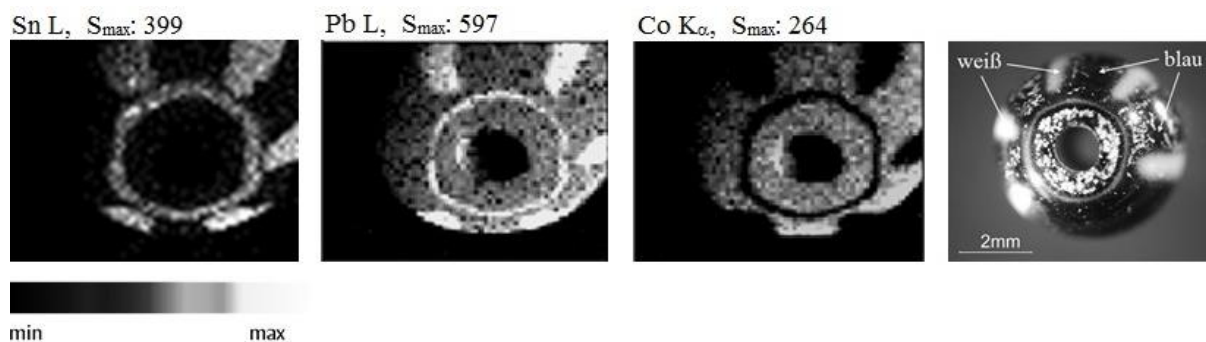
Für eine mögliche Bestimmung der Produktionsstätten wurden im *Allard Pierson Museum Amsterdam* p-RFA-Messungen an 191 Glasperlen venezianischer, amsterdamer und islamischer Herkunft aus der Sammlung von W.G.N. van der Sleen durchgeführt.

Bereits mittels p-RFA war es möglich, über die Sn/Pb-Korrelation und somit die Qualität des Glases, eine venezianische Herkunft der Perlen vom Tall Zirā'a nahezu auszuschließen. Clusteranalysen zeigten eine deutliche Trennung von Perlen aus Venedig und Amsterdam in separaten Clustern (Abb. 2).



**Abb. 2** Cluster mit insgesamt 124 Glasperlen, die im *Allard Pierson Museum Amsterdam* mittels p-RFA untersucht wurden (22 Elemente: P, S, Cl, K, Ca, Ti, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, As, Se, Cd, Sn, Sb, Pb, Co, Rb, Sr, Zr, keine Gewichtung, Clustermethode: Quadratsumme). Die Perlen sind venezianischer (V: 23 Perlen) oder amsterdamer (A: 101 Perlen) Provenienz. Die Clusteranalyse zeigt eine signifikante Differenzierung zwischen Perlen aus Venedig und Amsterdam.

Weitere Clusteranalysen mit zusätzlichen 38 Perlen islamischer Herkunft und 197 Perlen vom Tall Zirā'a zeigten Ähnlichkeiten der Perlen vom Tall Zirā'a mit Perlen amsterdamer und islamischer Herkunft. Die venezianischen Perlen zeigten hingegen deutliche Unterschiede, wodurch eine venezianische Herkunft der Perlen vom Tall Zirā'a mit großer Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden kann. Die Analysen mittels p-RFA ermöglichten zudem Rückschlüsse auf die farbgebenden Komponenten, die auch mittels  $\mu$ -RFA eindrucksvoll durch Elementverteilungskarten veranschaulicht werden konnten. An einer blauen Perle mit weißen Streifen konnten beispielsweise Co (blau) sowie Pb und Sn (weiß) als farbgebende Elemente nachgewiesen werden (Abb. 3).



**Abb. 3** Elementverteilungskarten einer blauen Perle mit weißen Streifen. Messparameter: Amplitudenzeit: 10,0  $\mu$ s; Röhrenparameter: 40 kV, 400  $\mu$ A; Matrix: 64x50; Netto-Messzeit: 300 msec; Bildmaßstab: 5,29 x 5,14 mm; Messpunkt Abstand in x-Richtung: 83  $\mu$ m, Messpunkt Abstand in y-Richtung: 103  $\mu$ m, X-ray Spotsize: 50  $\mu$ m,  $S_{max}$  = Maximalintensität.

Zur Verifizierung wurden an einigen Perlen  $\mu$ -PIXE Messungen durchgeführt, die wie auch die Elementverteilungskarten der  $\mu$ -RFA unter anderem Informationen zur Homogenität des Glases liefern konnten. Mit  $\mu$ -PIXE konnten Korrelationen zu den eingesetzten Rohstoffen und den Herstellungstechniken erhalten werden.

Mittels ns-LA-ICP-QMS wurde der Spurenelementfingerabdruck von 83 Perlen vom Tall Zirā'a ermittelt. Durch Anlegen einer Tiefenskala für die ablatierten Laserkrater an das erhaltene Messsignal konnte beispielhaft die Dicke der Korrosionsschicht bestimmt werden, welche in der Regel lediglich 20  $\mu\text{m}$  betrug.

Zusätzlich wurden mittels fs-LA-ICP-MC-MS Pb-Isotopenverhältnisse an ausgewählten Perlen gemessen, um so die Rohstoffherkunft der untersuchten Perlen zu bestimmen. Für die Perlen zeigten sich teilweise deutlich unterschiedliche Rohstoffquellen, die auf mehrere Produktionsstätten hindeuten.

Ein wichtiges Gesamtergebnis der Analysen ist, dass die Perlen vom Tall Zirā'a in ihrer gefundenen Komposition frühestens aus dem 17. Jh. stammen können, da die Technik zur Herstellung von Chevronperlen erst zu dieser Zeit von Venedig nach Amsterdam gebracht wurde. Islamische Imitationen von Chevronperlen konnten in den untersuchten Museumsbeständen sowie der gängigen Literatur nicht identifiziert werden. Weiterhin wurden die Perlen höchstwahrscheinlich aus verschiedenen Produktionsstätten zusammengetragen, wobei ein Teil der Rohstoffe wohl aus mitteleuropäischen Gebirgen stammt. Die Ergebnisse der Pb-Isotopie zeigten eine Korrelation der Rohstoffherkunft mit den Hauptfarben der Perlen. Hierbei bilden die blauen und grünen Perlen eine eigene enge Gruppe, welche deutlich von der ebenfalls engen Gruppe der gelben Perlen abgegrenzt werden kann. Offenbar wurde für die verschiedenen Farben Blei/Bleiglas aus unterschiedlichen Rohstoffquellen eingesetzt.