

C. RÖSCH, R. HOCK, U. SCHÜSSLER  
Mineralogisches Institut der Universität Würzburg

P. YULE  
Institut für Ur- und Frühgeschichte der Universität Heidelberg

## **Präislamische Schmuckperlen aus dem Oman - Erste Ergebnisse mineralogisch-materialkundlicher Untersuchungen**

### **1. Zum archäologischen Kontext**

Seit Mitte der 70er Jahre werden im Oman unter der Leitung des Deutschen Bergbaumuseums Bochum archäologische Untersuchungen durchgeführt. In Gräberfeldern der Umgebung der Samad Oase, etwa 100 km von Muscat entfernt, wurden neben vielen anderen Objekten über 8000 Schmuckperlen aus präislamischer Zeit geborgen. Nach archäologischer Bestandsaufnahme des Perlenfundes und ersten Voruntersuchungen einiger Perlen am REM des Bergbaumuseums (Rehren, pers. Mitt.) wird im laufenden Projekt eine repräsentative Auswahl von 80 Perlen unter materialkundlichen Gesichtspunkten am Mineralogischen Institut Würzburg untersucht. Die Perlen stammen überwiegend aus der Samad-Periode (300/100 v. Ch. bis 900 n. Ch.; Yule 1993), z. T. aus älteren Perioden. Die Ergebnisse können zur Beantwortung folgender Fragen beitragen: Welche Materialien wurden für die Perlenherstellung verwendet? Welche technischen Verfahrensweisen wurden angewendet? Lassen sich Material und/oder Herstellungstechniken mit der zeitlichen Entwicklung korrelieren? Stammen die Perlen aus heimischer Produktion oder sind sie Importware? Gab es eine präislamische Kunstindustrie im Oman? Ergeben sich Hinweise auf Handelswege?

### **2. Untersuchungsmethoden**

Im Vordergrund der Untersuchungen steht, neben der Aufnahme eines repräsentativen Datensatzes, die Suche nach Meßmethoden, die auf zerstörungsarmem oder zerstörungsfreiem Wege eine möglichst umfassende Charakterisierung des Materials zulassen. Elektronenstrahl-Mikroanalytik und Röntgendiffraktometrie erweisen sich dabei als effektiv.

Für die Mikrosondenanalytik werden Perlen mit glatter Oberfläche an einer Stelle kaum sichtbar aufpoliert, Perlen mit rauher oder alterierter Oberfläche werden an unauffälligen Stellen leicht angeschliffen und poliert. Die Untersuchung auf chemische Inhomogenitäten (Einzelminerale, Entmischungen, Sandwichaufbau, konzentrische Schichtung, Einschlüsse) erfolgt im Rückstreuелеktronenbild, die qualitative Bestimmung des Elementinhalts jeweils durch wellenlängendispersive Scans. Danach werden quantitative Messungen der registrierten Elemente durchgeführt.

In der Röntgenbeugung werden neben konventioneller Probenpräparation (Pulver) zerstörungssarme bis zerstörungsfreie Methoden versucht. Scheibenförmige Perlen werden dabei

mit einem höhenverstellbaren Probenhalter auf den Fokussierkreis des Diffraktometers gebracht. Kugel- oder zylinderförmige Perlen werden mit Hilfe eines Motors um ihre Symmetrieachse so gedreht, daß die Oberfläche wiederum auf dem Fokussierkreis liegt. Durch die Drehung wird eine Pulvermittelung simuliert. Die so erhaltenen Beugungsdiagramme erlauben in den meisten Fällen eine erfolgreiche Identifikation der kristallinen Zusammensetzung der Perlen.

### 3. Erste Ergebnisse der Materialuntersuchungen:

*Basisches bis ultrabasisches Material:* Die bislang untersuchten Perlen dieser Materialgruppe bestehen aus Chloritschiefer, Amphibol-Chlorit-Fels und Serpentin. Bei den Chloriten handelt es sich um Sheridanit, Klinochlor und Ripidolit, bei den Amphibolen um Aktinolith und aktinolithische Hornblende. Akzessorien sind Titanit, Ilmenit und Zirkon.

Zieht man die Geologie des Oman in Betracht, dann läßt sich das verwendete Material zwanglos aus den basischen bis ultrabasischen Gesteinsserien des Semail-Ophiolitkomplexes beziehen. Parallelen zu Gefäßen aus Steatit und Chloritfels, die seit Mitte des 3. Jt. v. Ch. aus blackwall-Gesteinen des Ophiolits hergestellt wurden (David et al. 1990), sind offensichtlich.

*Granat:* Eine kirschrote Granatperle besteht aus den Endgliedern Pyrop (44 Gew.-%), Almandin (43 Gew.-%), Grossular (6 Gew.-%), Andradit (5 Gew.-%) und Spessartin (2 Gew.-%). Die pyropbetonte Zusammensetzung ist für viele granatführende Gesteine untypisch und läßt auf einen eklogitfaziell oder granulitfaziell geprägten Metamorphit als Muttergestein des Granats schließen.

*Tonperlen:* Zwei gelbgrüne, bislang als Nephrit (Aktinolith) charakterisierte Perlen bestehen aus mehreren unterschiedlichen Mineralen mit Si-Al-Na und Si-Al-K betonter Zusammensetzung in sehr feinkörniger Struktur. Chemismus und Röntgenbeugungsspektrum weisen auf eine Mischung von Tonmineralen und Albit hin, keinesfalls auf Nephrit. Eine rotbraune, als Terrakotta bezeichnete Perle besteht aus einer Mischung von Dolomit und Tonmineralen (Illit). Ilmeniteinschlüsse wurden nachgewiesen. Die Mikrostruktur zeigt eine Versinterung des Materials.

*Smektitperlen:* Eine Besonderheit sind ursprünglich als "Fritte" bezeichnete Tonperlen, deren Grundmaterial aus Mg-Silikat besteht. Die Perlen sind aus drei fast transparenten, konzentrischen Schalen aufgebaut, die sich chemisch durch unterschiedliche Anteile anderer Elemente (Ca, Na, Mn) unterscheiden. Zwischen der mittleren und der äußeren Lage befindet sich eine Blattgoldschicht. Röntgenpulveraufnahmen von Bruchstücken der Perle zeigen eine stark asymmetrische Form einiger Beugungsreflexe, die für zweidimensional fehlgeordnete Kristallstrukturen typisch ist. Dies und die chemische Zusammensetzung legen den Schluß nahe, daß diese Perlen im wesentlichen aus einem turbostratischen Tonmineral der Smektitgruppe (Hectorit oder Stevensit) bestehen. Die gemessenen Netzebenenabstände  $d$  stimmen gut mit  $d$ -Werten des natürlichen Stevensit, noch besser jedoch mit den  $d$ -Werten eines synthetisch im Sol-Gel Verfahren hergestellten Mg-Silikates (Strese & Hofmann 1941) überein. Heutige Technologie kennt gerade die Mg-Smektite als Bildner steifer, optisch klarer Gele. Spekulativ ist die Frage, ob damals ein Verfahren bekannt

war, das Ausgangsmaterial der Perlen in Sol-Gel Prozessen zu synthetisieren oder zumindest vorhandene Tone ohne Brand so aufzubereiten, daß fast transparente Perlen hergestellt werden konnten.

**Karbonatperlen:** Als Hauptbestandteile von zwei Perlen wurden Calcit, Aragonit, z.T. Dolomit und Ton festgestellt. Eine weitere Perle besteht aus Calcit, Aragonit, Quarz und Glas. Das Auftreten von Glas im Inneren der Perle läßt den reinen Natursteincharakter fraglich werden.

**Quarzperle:** Eine bislang als Glasperle bezeichnete Perle ergab beim Röntgen ein eindeutiges Quarzspektrum, allerdings mit einem deutlichen Cristobalit-Peak, was anzeigt, daß die Perle bei hoher Temperatur gebrannt wurde.

**Glasperlen:** Die meisten der bislang untersuchten Glasperlen sind makroskopisch homogen. Einige weisen im Mikrobereich Inhomogenitäten auf, bedingt durch unvollkommene Mischung oder durch Entmischung metallischer Nebenelemente (Fe, Cu, Sn, Sb, Ni, Pb). Durch gezielte Verarbeitung verschiedener Glasschmelzen wurden mehrfarbige Sandwich-Gläser hergestellt. Auffallend bei allen Glasperlen ist das Auftreten von Cl als Nebenelement mit Gehalten zwischen 0.4 und 3.5 Gew.-%. Die meisten homogenen Perlen sind als Kalknatron-Gläser zu bezeichnen, wobei die Konzentration der Hauptoxide SiO<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>O ( $\pm$  K<sub>2</sub>O), CaO und auch der Nebenelemente TiO<sub>2</sub>, SnO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, FeO, CuO von Perle zu Perle stark variiert. In Bleiglas-Perlen wurden PbO-Gehalte von 33 bis 40 Gew.-% und CuO-Gehalte von 4 bis 9 Gew.-% festgestellt. In Kristallglas-Perlen liegen die PbO-Gehalte zwischen 6 und 17 Gew.-% und die CuO-Gehalte zwischen 1.6 und 2.5 Gew.-%. Die verschiedenfarbigen Bereiche zweier Sandwich-Perlen stimmen in der Zusammensetzung der Hauptelemente weitgehend überein und können als Kalknatron-Gläser bezeichnet werden. Die Farbvariationen werden durch unterschiedliche Gehalte an Nebenelementen (hpts. Mn, Sn) erzeugt.

**Metallperlen:** Bei den bisher analysierten Perlen ist das ursprüngliche Material wegen deutlicher, verwitterungsbedingter Alteration nur noch reliktsch vorhanden. Es handelt sich entweder um reines Ag oder um Ag mit Au-Anteilen von 3 bis 4 Gew.-% und Cu-Anteilen um 1.5 Gew.-%. Bei einer Doppelkugelperle mit Zwischensteg bestehen die Kugeln aus reinem Ag, der Zwischensteg aus Ag mit Au-Anteilen bis 36 Gew.-%. In alterierten Bereichen der Silberperlen zeigt sich eine deutliche Cl-Zufuhr (Cl bis 13 Gew.-%). Die gleichzeitig niedrigen Analysensummen lassen eine Wasseraufnahme annehmen. Eine Bildung von Metallchloriden und Metallhydrochloriden bei Verwitterung archäologischer Proben wurde von Schüssler (1993) am Beispiel eines Cu-Siegels aus Mesopotamien beschrieben.

#### **Literatur:**

- DAVID, H. et al.(1990): C. R. Acad. Sci. Paris, 311 ser.II: 951-958  
STRESE, H. & HOFMAN, U. (1941): Z. anorg. allg. Chem., 247: 65-95  
YULE, P. (1993): Proc. Sem. Arab. Stud., 23: 141-153  
SCHÜSSLER, U. (1993): Baghdader Forschungen, 15: 215-219