

## Der Perlenstruktur auf der Spur

In den letzten Jahren hat der Handel mit echten Perlen einen erstaunlichen Aufschwung erlebt. Vor allem Salzwasserperlen aus dem persischen Golf sind bei einer kleinen, aber exklusiven Käuferschicht aus dem Mittleren Osten sehr beliebt.

Die Beliebtheit dieser Perlen widerspiegelt sich auch in der Arbeit am Schweizerischen Gemmologischen Institut SSEF, wo aktuell zahlreiche aussergewöhnliche Einzelperlen oder Perlenschmuckstücke zertifiziert worden sind (Abbildung 1). Diese sind später an Auktionen in der ganzen Welt zu Höchstpreisen versteigert worden. In diesem Sinne ist es natürlich klar, dass die Unterscheidung echter Perlen von den gezüchteten Perlen das entscheidende Kriterium für ihren Wert darstellt. Traditionellerweise wird diese Unterscheidung in den gemmologischen Labors mittels der Radiographie (Röntgenshattenbilder) durchgeführt. Dabei werden filigrane Unterschiede in den beobachteten inneren Strukturen zur Perlenbestimmung herangezogen.

Das Aufkommen von kernlosen Zuchtperlen, vor allem aus den grossen Austern der *Pinctada Maxima* aus Südostasien (im Handel als sogenannte Keshi-Zuchtperlen bekannt) hat gezeigt, dass die klassischen Ansätze zur Perlenidentifikation nicht immer genügen.



Abbildung 1: Aussergewöhnliches Collier aus echten Perlen, kürzlich untersucht und zertifiziert durch das Schweizerische Gemmologische Institut SSEF.

### Computertomographie – ein neuer Blick in Perlen

Die Computertomographie, auch bekannt als CT-Scan ist nicht neu. Hauptsächlich entwickelt in den 1970er-Jahren (Nobelpreis 1979 für den Physiker Allan M. Cormack und den Elektrotechniker Godfrey Hounsfield), hat sich diese Methode relativ rasch in der medizinischen Forschung und Diagnostik durchgesetzt, war es so doch möglich, Abläufe und Zustände im menschlichen Körper direkt und ohne chirurgische Eingriffe zu studieren. Mit der Weiterentwicklung der Methode – sprich einer unglaublichen Verfeinerung der Auflösung von zirka fünf Millimetern auf wenige Mikrometer (0,001 mm) – sind heutzutage ganz andere Fragestellungen lösbar. Eine Computertomographie beinhaltet immer zwei Schritte; das Scannen des Objekts und nachträglich ein Rekonstruieren eines virtuellen Querschnittes mittels Computer. In Bezug auf Perlen heisst dies, dass ein gebündelter Röntgenstrahl die Perle durchstrahlt, während sich diese um ihre eigene Achse dreht. Dabei werden in kurzen Abständen zahlreiche einzelne Röntgenshattenbilder auf einer hochempfindlichen Detektorplatte aufgezeichnet.

Die so entstandenen Schattenbilder werden dann in einem zweiten Schritt mit dem Computer zu einem dreidimensionalen Modell der untersuchten Perle rekonstruiert. Die Auflösung dieses virtuellen dreidimensionalen Computermodells wird im Gegensatz zu flachen Bildern, wo wir von Pixeln sprechen, in Voxeln angegeben (dreidimensionaler Pixel). Mit verschiedenen Programmen kann man nun virtuelle Querschnitte in drei Dimensionen durch die Perle studieren, ja sogar wie in einem Film eine virtuelle Fahrt durch das Innere der Perle unternehmen. Ganz ähnlich wie die Radiographie, ist auch die Mikro-Compu-

tomographie eine sehr visuelle Methode zum Beobachten von Feinstrukturen in einer Perle, ganz im Unterschied zu anderen Verfahren wie zum Beispiel der Röntgenfluoreszenz, welche kein Bild, sondern chemische Messdaten liefert.

### Mikro-Computertomographie einer Perle

Eine Mikro-Computertomographie einer Perle ist ein rekonstruiertes dreidimensionales Modell, berechnet aus einer Vielzahl einzelner Röntgenshattenbilder, welche nur feine unterschiedliche Grauwerte zeigen. Die virtuellen Querschnitte einer Perlentomographie (Abbildung 2) sind deshalb ebenfalls in Grauschattierungen gehalten; sie können aber, falls sinnvoll, am Bildschirm künstlich eingefärbt werden.

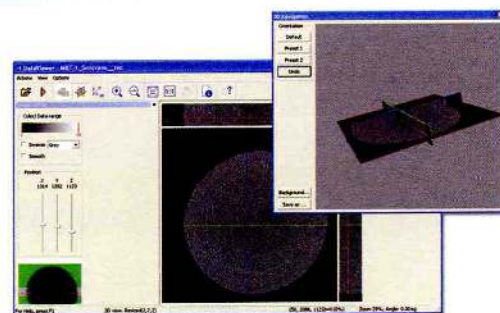


Abbildung 2: Mit speziellen Computerprogrammen lassen sich virtuelle Querschnitte durch die rekonstruierte Perle abbilden.

Genau wie bei Radiographien werden Bereiche geringer Röntgenabsorption (z.B. Risse, Kernbereich reich an organischer Substanz) dunkler sein als dichte Bereiche (Perlmutter-schichten). Aber im Gegensatz zur traditionellen Röntgenshattenmethode (Radiographie), bei der ein dreidimensionales Volumen mit seinen dreidimensionalen Strukturen auf die Ebene des Röntgenfilms komprimiert wird, können mit der Tomographie Raumstrukturen im Detail abgebildet und studiert werden.

Abbildung 3 zeigt Tomographie-Querschnitte durch das Zentrum von drei unterschiedlichen Perlen: Links eine echte Perle, in der Mitte eine kernlose Zuchtperle und rechts eine Zuchtperle mit Kern. Die echte Perle zeigt eine ringartige Struktur, vergleichbar mit einer Zwiebel, mit einem winzigen dunklen Punkt im Kern. In der Abbildung nur schwach erkennbar, wird diese kleine Kernzone beim virtuellen Durchfahren (scrollen) durch die Perle deutlich sichtbar. Am Rand sind dunkle Kreisbögen zu erkennen, welche anzeigen, dass die äusseren Perlmutter-schichten relativ schlecht angewachsen sind. Die kernlose Zuchtperle (Mitte) zeigt im Zentrum eine gebogene, dunkle Hohlstruktur, welche auf das zusammengekrümmte, transplantierte Mantelepithel zurückzuführen ist, welches den Perlsack geformt hat und worin die kernlose Zuchtperle entstand. Diese feine Struktur ist auf eine traditionelle Radiographie kaum erkennbar, kann nun aber in der Tomographie in drei Dimensionen genauestens studiert werden. Vergleichbar gut lässt sich diese Struktur ansonsten nur durch das Aufschneiden der Perle (siehe kleines Bild in Abbildung 3) untersuchen – was der Perlenhandel natürlich gar nicht schätzen würde. Die Zuchtperle mit Kern (rechts) zeigt einen Kern, welcher durch das Bohren der Perle in zwei Teile gespalten wurde. Obwohl im Inneren also beschädigt, wird dies auf die Perlenoberfläche und -stabilität kaum einen Einfluss haben.



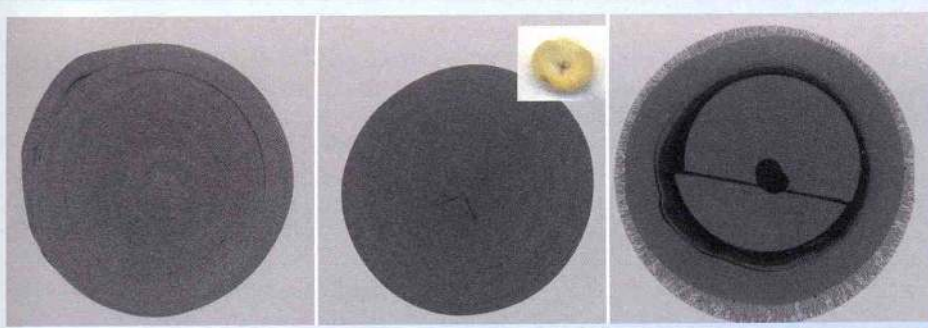


Abbildung 3: Röntgen-Mikrotomographischer-Querschnitt durch eine echte Perle (links), eine kernlose Zuchtperle mit charakteristisch gekrümmter „Schnäuzchenstruktur“ (Mitte) und eine Zuchtperle mit Kern (rechts), der beim Bohren allerdings gespalten wurde.

### Herausmodellieren von inneren Perlstrukturen

Obwohl schon das virtuelle Durchlaufen einer Perle mittels der Tomographie eine Fülle von Informationen liefert, lassen sich sogar einzelne definierte Strukturen mittels eines speziellen Computerprogramms – ähnlich wie beim CAD-Zeichnen – herausmodellieren und dann von allen Seiten betrachten. Dazu muss der Umriss einer Struktur anhand unterschiedlicher Grauwerte in den Tomographie-Querschnitten zuerst definiert werden. Die ursprünglichen Grauwerte werden dabei binärisiert, um ein reduziertes Schwarz-Weiss-Bild zu erhalten. Danach berechnet das Programm die Oberfläche der dreidimensionalen Struktur. Auf dem Bildschirm lässt sich sodann die definierte Raumstruktur in jede Raumrichtung rotieren. Um dies zu veranschaulichen, wurde die bereits beschriebene kernlose Zuchtperle weiterbearbeitet. Die zentrale gekrümmte „Schnäuzchen“-Struktur, welche so typisch ist für kernlose Zuchtperlen, wurde als Raumstruktur modelliert (Abbildung 4).

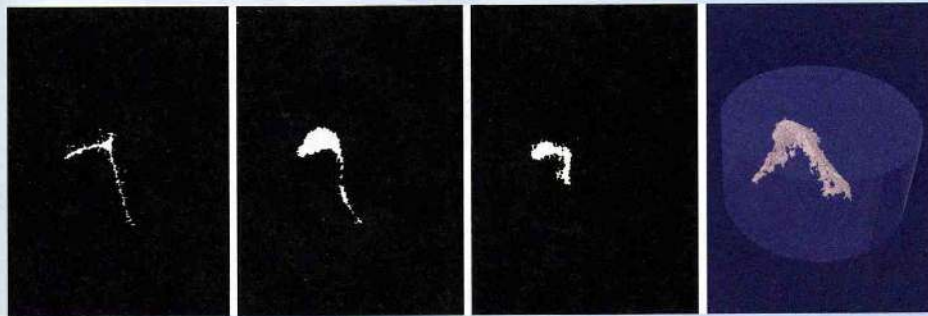


Abbildung 4: Drei Querschnitte durch die kernlose Zuchtperle. Die weissen Umrisse verdeutlichen die charakteristische gekrümmte „Schnäuzchen“-Struktur in solchen kernlosen Zuchtperlen. Rechts eine dreidimensional heraus modellierte „Schnäuzchen“-Struktur. Bilder: © SSEF

### Mikro-Computertomographie im SSEF-Labor

Seit August bietet das SSEF als erstes Labor weltweit die Mikro-Computertomographie als Dienstleistung für die Perlenprüfung an. Die Untersuchung ist aufwendig, dauert für eine Perle rund zwei Stunden und ist dementsprechend auch nicht billig. Da echte Perlen mit der Radiographie aber im Normalfall schon schlüssig von Zuchtperlen unterschieden werden können, wird die Tomographie nur in Einzelfällen und an hochwertigen Perlen angewandt. Dort ist der Preisunterschied zwischen einer echten Perle und einer Zuchtperle so hoch, dass diese wissenschaftliche Untersuchungsmethode gerechtfertigt erscheint. In Zukunft wird sich die Mikro-Computertomographie in der Perlenprüfung weiter durchsetzen, obwohl auch diese Methode nicht in allen Fällen Gewähr bietet, eine echte Perle von einer Zuchtperle unterscheiden zu können. Basierend auf den zahlreichen Perlentomographien, welche das SSEF seit letztem Jahr durchgeführt hat, sind die Verantwortlichen positiv überrascht, welcher Reichtum an Details an inneren Strukturen in den Perlen erkennbar wird. Weitere Informationen zu diesem Thema sind auf der SSEF-Webseite unter der Rubrik „News“ zu finden.

Dr. Michael S. Krzemnicki

Info  
Swiss Gemmological Institute SSEF  
Falknerstrasse 9, 4001 Basel  
Telefon 061 262 06 40  
Telefax 061 262 06 41  
gemlab@ssef.ch  
www.ssef.ch

System 75™  
Ohrlochstechen ohne Schmerzmittel

Die grossen Vorteile für die Kleinen:

- ⊗ Kein Schmerz beim Stechen
- ⊗ Kein Knall am Ohr
- ⊗ Schöne Medizinalstecker
- ⊗ Äusserst hygienisch
- ⊗ Mehr Ertrag und zufriedene Kunden

Jetzt kostenlos testen

Überzeugen Sie sich selbst: 041 781 10 00



Einfach  
testen

zane

Telefon 041 781 10 00

Demo + kostenlose Schulung

Zanella Fashion + Design GmbH  
Portplatz 2, CH-6220 Cham