

# DER BINNTAL-SMARAGD ALS JUWEL

Michael S. Krzemnicki  
und George Bosshart

**Die Gemmologie ist die Wissenschaft der Edelsteine. Edelsteine werden heute sowohl mit klassischen als auch mit modernen wissenschaftlichen Untersuchungsmethoden analysiert, um wichtige Fragen zu Farbursachen, Nomenklatur und Genese beantworten zu können.**

**Der Fund von Smaragd im Binntal ist sowohl für den Mineralogen als auch für den Gemmologen äusserst bemerkenswert. Zum Einen finden sich also auch in der Schweiz Smaragde, welche, wenn auch nicht in Grösse und Qualität, so doch in ihren optischen Eigenschaften durchaus vergleichbar sind mit jenen aus den berühmten Vorkommen von Kolumbien. Zum Anderen macht das gemeinsame Auftreten von Smaragd und Aquamarin in ein und demselben Kristall diesen Fund weltweit einzigartig.**

## Gemmologische Kurzbetrachtung über den Smaragd, der im Binntal gefunden wurde

Im Frühsommer 2001 erhielt einer der Autoren, Michael S. Krzemnicki, von Thomas Mumenthaler und Alfred Frey einige kleine Mineralstufen, welche sich schon auf den ersten Blick Aufsehen erregend präsentierten. Die kleinen, zum Teil perfekt ausgebildeten, hexagonalen Kristalle liessen nicht nur die Herzen der stolzen Mineralienfinder höher schlagen, sondern auch die von uns Gemmologen. Zuweilen traten die Kristalle auch als mehrfach deformierte (gebrochene), im Nebengestein eingewachsene Kristallsäulen von teilweise deutlicher Grünfärbung und guter Durchsichtigkeit auf. Es bestätigte sich schnell, dass es sich bei diesen Kristallen um kleine Smaragde handelte. Dies hatte ja schon eine erste chemische Analyse von Philipp Häuselmann, unter Leitung von Prof. Thomas Armbruster, gezeigt.

### Gemmologisch spektakulär

Als Smaragd wird jene grüne Varietät von Beryll ( $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$ ) bezeichnet, welche ihre Farbe ganz oder teilweise dem Einbau von Chrom- und Vanadium-Spuren auf Aluminium-Gitterplätzen verdankt (Webster, 1997). Diese Definition unterscheidet also den Smaragd vom grünen Beryll, welcher durch die kombinierte Absorption von zweiwertigem Eisen und dreiwertigem Eisen zustande kommt (Ursache der hellblauen Farbe des Aquamarins bzw. der gelben Farbe des Heliodors). Die sichere Unter-

scheidung von Smaragd und grünem Beryll erfolgt deshalb mit chemischen und spektroskopischen Untersuchungen.

Weil der Fund der Binntaler Smaragde auch in gemmologischer Hinsicht spektakulär ist, liessen wir Autoren uns schnell begeistern, eine eingehende edelsteinkundliche Untersuchung des Materials vorzunehmen. Diese Untersuchungen wurden am Schweizerischen Gemmologischen Institut SSEF in Basel, am Mineralogischen Institut der Universität Basel und im Gübelin Gem Lab in Luzern durchgeführt. Eine umfassende Publikation über die Smaragde aus dem Binntal ist in Vorbereitung und wird im Journal of Gemmology in England erscheinen.

### Zerstörungsfreie Untersuchungen

Zuerst trafen wir aus dem umfangreichen Probenmaterial von Mineralstufen, kleinen Kristallprismen und Kristallbruchstücken eine geeignete Auswahl von 20 Proben. Davon waren 16 durchsichtig bis durchscheinend. Alle Proben wurden anschliessend mit zerstörungsfreien, gemmologischen Mitteln untersucht. Mit der hydrostatischen Waage erfolgte eine Dichtebestimmung an den grösseren Einzelkristallen. Zusätzlich wurden an einzelnen geschliffenen Proben mit dem Refraktometer die Lichtbrechung und Doppelbrechung ermittelt. Die recht hohen Dichtewerte (bis  $2.74 \text{ g/cm}^3$ ) zeigen

an, dass die Berylle vom Feldbach beträchtliche Mengen an formelfremden Spurenelementen enthalten. Unter der langwelligen UV-Lampe (365 nm) wiesen einzelne Proben eine schwach rötliche Fluoreszenz auf, unter der kurzwelligen Röhre (254 nm) dagegen keine.

### Eine schöne Mischung!

Erste, halbquantitative Röntgenfluoreszenz-Untersuchungen zeigten, dass die grünen Proben aus dem Binntal neben den chemischen Hauptkomponenten des Berylls, Aluminium und Silizium, auch geringe Mengen an Eisen, Chrom und Vanadium enthalten. Zusätzlich sind Magnesium, Natrium und etwas Kalium vorhanden. Ferner wurden Spuren von Kalzium, Gallium, Zink, Cäsium, Rubidium, Zinn, Titan und weiteren metallischen Elementen identifiziert. Das Hauptelement Beryllium und andere leichte Elemente (z. B. Wasserstoff, Lithium und Kohlenstoff) lassen sich mit dieser Methode dagegen nicht bestimmen. Deshalb erreicht die Summe aller gemessenen chemischen Bestandteile (als Oxide

angegeben) nicht die idealen 100 Prozent.

Die Vanadium-Konzentrationen der Binntal-Smaragde sind durchwegs etwas höher als ihre Chrom-Gehalte. Mit Vanadium/Chrom-Verhältnissen zwischen zwei und sieben liegen sie im oberen Streubereich der kolumbianischen Smaragde (Vanadium/Chrom-Verhältnisse von etwa 0.1 bis 10, Bosshart, 1991, Schwarz, 1992) und viel höher als beispielsweise die Smaragde aus dem Habachtal oder Uralgebirge (Vanadium/Chrom-Verhältnissen typischerweise unter 0.2, Schwarz, 1991).

### Die farbgebenden Elemente

In unserer Studie wurden 16 Binntal-Proben mit Spektralphotometern auf ihr Absorptionsverhalten im ultravioletten, sichtbaren und infraroten Bereich untersucht. Besonderes Augenmerk galt auch ihren Farbeigenschaften. Für jede Mineralart lassen sich die im sichtbaren Spektralbereich (zwischen 380 und 760 nm) auftretenden Absorptionsbanden entweder ganz bestimmten Chromophoren (farb-

gebenden Elementen) oder so genannten Farbzentren (Gitterstörungen in der Kristallstruktur) zuordnen (Wood & Nassau, 1968).

Hier ein typisches Absorptionsspektrum kurz erläutert: In Smaragden gelten die Chromophoren Chrom und Vanadium als hauptsächliche Farbürsachen (mit stark untergeordnetem Einfluss von Eisen). Beide Elemente erzeugen im sichtbaren Spektralbereich zwei prominente Absorptionsbanden bei annähernd gleichen Wellenlängen (die beiden Maxima des Vanadium-Chrom-Spektrums liegen bei etwa 429 und 622 nm im violett-blauen und orange-roten Spektralbereich, siehe Bild Seite 27). Dementsprechend unterscheiden sich die reinen Chrom- und Vanadium-Farben von Beryllen nur wenig (leicht bläulich-grün beziehungsweise gelblich-grün). Chrom und Vanadium maskieren ihre Gegenwart in Smaragden also gegenseitig.

### Die Farbnuancen

Noch entscheidender für die Farbnuancen von Smaragden ist eigentlich, wo der tiefste Wert ihrer Absorptionskurve im Sichtbaren auftritt. So ähnlich sieht die beiden Smaragd-Arten chemisch und farblich sonst sind, mit einem Absorptionsminimum von etwa 520 nm unterscheiden sich die durchsichtigen Feldbach-Smaragde von den berühmten Vorbildern aus Kolumbien (Minima dort zwischen 500 und 505 nm). Verantwortlich für diese Verschiebung sind die braunen eisenhaltigen Beläge auf den Rissen der Binntal-Smaragde und nicht die Smaragd-Zusammensetzungen selbst. Eine Eigenheit der Chrom- und Vanadium-Spektren von Sma-

**Tabelle 2**  
**Gemmologische Eigenschaften der untersuchten Berylle**

|   |   |
|---|---|
| Anzahl gemmologisch untersuchter Proben | > 20  |
| davon Einzelkristalle                   | 16  |
| Gewicht der Einzelkristalle             | 0.011 bis 0.420 ct (1 ct = 0.2 g)                                     |
| Farbe                                   | grün, gelblich-grün, blassgrün<br>selten: bläulich-grün, fast farblos |
| Transparenz                             | durchsichtig bis durchscheinend                                       |
| langwellige UV Fluoreszenz              | selten, schwach rot   |
| kurzwellige UV Fluoreszenz              | keine   |
| Dichte (g/cm <sup>3</sup> )             | 2.71 bis 2.74   |
| Lichtbrechung                           | ca. 1.58 (vorläufiger Wert)   |
| optischer Charakter                     | einachsige  |
| Habitus                                 | langsäulig, gelegentlich mit Basis-Pinakoid                           |

ragden sind die steilen Flanken der Absorptionsbanden. Sie bewirken die spektral reinen, brillanten Farben der Smaragde.

### Das Vanadium herrscht vor

Bei den untersuchten Smaragd-Proben vom Feldbach herrscht der Vanadiumgehalt gegenüber dem Chromgehalt deutlich vor. Eine solche Vanadium-Dominanz wird bei kolumbianischen Smaragden häufig angetroffen, ist für die meisten anderen natürlichen Vorkommen hingegen unbekannt.

Wie sich spektrometrisch herausstellte, spielt der mittlere Eisengehalt bei der Farbgebung der Smaragdkristalle selber eine vollkommen untergeordnete Rolle. Er stammt grösstenteils von den rostbraunen Rissbelägen.

Die Infrarot-Absorptionsspektren zeigten erhöhte Wasser-Gehalte auf, wie sie in natürlichen Smaragden weit verbreitet sind.

### Einzigartige Vergesellschaftung

Äusserst ungewöhnlich vom mineralogischen und gemmologischen Gesichtspunkt her gesehen ist in diesem Vorkommen das Auftreten einzelner Kristall-exemplare, welche einen axialen Übergang der Färbung von Smaragd nach Aquamarin aufweisen. Den Autoren ist weltweit kein Vorkommen bekannt, wo vergleichbare Berylle gefunden wurden. Die Entstehung dieser beiden Beryll-Varietäten ist üblicherweise deutlich verschieden. Hier der Smaragd, welcher normalerweise in metamorphen Gesteinen auftritt. Dabei reagierten mit Beryllium angereicherte Fluide zum Beispiel aus granitischen Gesteinen während einer Regionalmetamorphose mit Chrom und Vanadium angereicherten

**Tabelle 3**  
**Chemische Analysen an einem Smaragd aus dem Binntal**

Anzahl Analysen: 12

|                                | Oxid Gewichts% |           |
|--------------------------------|----------------|-----------|
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 14.5           | bis 15.3  |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.02           | bis 0.16  |
| V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  | 0.14           | bis 0.43  |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.06           | bis 0.17  |
| MgO                            | 1.56           | bis 2.11  |
| Na <sub>2</sub> O              | 1.37           | bis 1.73  |
| K <sub>2</sub> O               | 0.05           | bis 0.08  |
| SiO <sub>2</sub>               | 66.6           | bis 67.4  |
| Summe                          | 84.30          | bis 87.38 |

Summe tief, da Berylle ca. 12.5 Gew.% BeO und ca. 2 Gew.% H<sub>2</sub>O enthalten (Kristallwasser, nicht bestimmt)

Analysen von P. Häuselmann

| V / Cr | 7.0 | 2.7 |
|--------|-----|-----|
|--------|-----|-----|

Fluiden aus benachbarten basischen oder ultrabasischen Gesteinen (Schwarz & Schmetzer, 2001). Dort der Aquamarin, welcher gewöhnlich in Pegmatiten (pneumatolytische Bildung) im Zusammenhang mit Granit-Intrusionen in zum Teil riesigen Kristallen gefunden wird (Minas Gerais, Brasilien, Webster, 1997). Aus der Schweiz sind vergleichbare, wenn auch deutlich kleinere Aquamarine aus dem Bergeller Massiv bekannt (Hänni, 1980). Daneben finden sich Aquamarine allerdings auch in metamorphen Gesteinen (z.B. Aquamarine aus den südlichen Gneisen der Cervandone-Region, Stalder et al., 1978; Hänni, 1980; Krzemnicki, 1992; Weiss, 2002). Diese Bildungen sind jedoch eher im Zusammenhang mit voralpinen pegmatitischen Gesteinen zu sehen, welche alpinmetamorph überprägt wurden.

Das gemeinsame Auftreten der beiden Beryll-Varietäten Smaragd und Aquamarin im gleichen Kristallexemplar lässt sich noch nicht schlüssig beantworten. Wir vermuten einen Zusammenhang mit einer bewegten Entstehung. Mehrere Wachstumsschübe führten unter wechselnden Umgebungsbedingungen zu dieser einzigartigen Vergesellschaftung.

### Literatur:

Bosshart, G. (1990): Smaragde aus Kolumbien. Goldschmiede-Zeitung, 6/90, 95–102.

id. (1991): Emeralds from Colombia (Part II). Journal of Gemmology, 22, 7, 409–425.

Hänni, H.A. (1980): Mineralogische und mineralchemische Untersuchungen an Beryll aus alpinen Zerrklüften, Dissertation, Mineralogisch & Petrographisches Institut der Universität Basel.

Hänni, H.A. (1992): Blue-green emerald from Nigeria: A question of terminology, Australian Gemmologist, Vol. 18, No. 1, 16–18.

Krzemnicki, M. (1992): Die As-Bi-REE Mineralisationen des Mätttales, Binntal, Wallis, Diplomarbeit, Mineralogisch & Petrographisches Institut der Universität Basel

Mumenthaler, T. & Frey, A. (2003): Smaragd aus dem Binntal. Schweizer Strahler, 4/2003

Schwarz, D. (1991): Die chemischen Eigenschaften der Smaragde. III. Habachtal/Österreich und Uralgebirge/UdSSR. Zeitschrift der Deutschen Gemmologischen Gesellschaft, 40, 2/3, 103–143.

Schwarz, D. (1992): Die chemischen Eigenschaften der Smaragde. IV. Kolumbien. Zeitschrift der Deutschen Gemmologischen Gesellschaft, 41, 1, 29–47.

Schwarz, D. & Schmetzer, K. (2001): Die Entstehung der Smaragde, in: Extra Lapis Smaragde der Welt, No. 21, 20–25

Stalder, H. A., Embrey, P., Graeser, S., Nowacki, W. (1978): Die Mineralien des Binntales. Separatdruck aus Jahrbuch 1975–1977, Naturhistorisches Museum der Stadt Bern.

Webster, R. (1997): Gems, their Sources, Description and Identification, 5th Edition, Butterworth Heinemann, ISBN 0 7506 1674 1

Weiss, S. (2002): Beryll und Bazzit aus den Alpen, in: Extra Lapis Smaragde der Welt, No. 23, 40–51

Wood, D.L. & Nassau K. (1968): The Characterization of Beryl and Emerald by visible and infrared absorption spectroscopy. American Mineralogist, 53, 777–800.