



Ursache und Entstehung von Farben bei Schmuck- und Edelsteinen

Die fast unüberschaubare Vielfalt der Farben in der Natur lässt sich erstaunlicherweise auf nur **14 unterschiedliche Mechanismen** zurückführen, die sich in **5 Kategorien** einteilen lassen [1].

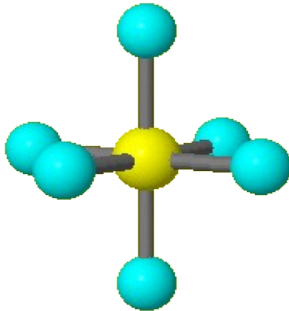
Kategorie	Mechanismus	Beispiele
Elektronenübergänge in Atomen und Ionen;	Atomabsorption und –emission, Physik der „Schwarzen Strahler“	Natriumdampflampe; Temperatur von Lichtquellen
Schwingungsübergänge in Molekülen	Molekülschwingungen	Blaue Farbe des Wassers
Elektronenübergänge im „Kristallfeld“	Idiochromatische Färbung durch Übergangsmetallverbindungen	Malachit, Türkis, Rhodonit, Rhodochrosit
	Allochromatische Farbgebung durch Übergangsmetall-Ionen	Rubin, Smaragd
	Farbzentren	Amethyst, Rauchquarz
Elektronenübergänge zwischen Molekülorbitalen	Charge-Transfer (Ladungsübertragung)	Blauer Saphir
	Konjugierte Systeme	Bernstein
Elektronenübergänge zwischen Energiebändern	Elektronenübergänge in Metallen	Kupfer, Silber, Gold
	Elektronenübergänge in reinen Halbleitern	Zinnober
	Elektronenübergänge in dotierten Halbleitern	Gelbe und blaue Diamanten
Geometrische Optik; Wellenoptik	Lichtbrechung, Totalreflexion	Feuer des Brillanten
	Lichtstreuung	Aggregate
	Interferenzen	Adularisieren, Labradorisieren, Opalisieren, Asterismus, Chatoyieren
	Lichtbeugung	

Tabelle 1: Ursachen von Farberscheinungen



Wie an den angeführten Beispielen in Tabelle 1 gesehen werden kann, sind fast alle 14 Mechanismen zur Entstehung von Farben auch in der Gemmologie mehr oder weniger stark vertreten. Nicht selten kommt es zum Zusammentreffen verschiedener Mechanismen, wie z.B. Asterismus bei Rubin und Saphir, oder der Katzenaugeneffekt bei manchen Aggregaten [2].

Ursache der Farbe des Rubins und des Smaragdes



Sowohl Rubin als auch Smaragd sind durch geringe Gehalte an Cr^{3+} gefärbt (allochromatische Farbgebung). Diese wertvollen Edelsteine sind Varietäten von Korund (Rubin) bzw. Beryll (Smaragd), die im chemisch reinen Zustand farblos sind. Das dreiwertige Chrom-Ion Cr^{3+} substituiert in geringen Mengen (0,05 bis 0,2 %) das oktaedrisch koordinierte dreiwertige Aluminium-Ion Al^{3+} im Kristallgitter [3].

Abbildung 1: Oktaeder; gelbe Kugel $\rightarrow \text{Al}^{3+}$ oder Cr^{3+} ,
blaue Kugel $\rightarrow \text{O}^{2-}$.

Im Korund sind die AlO_6 -Oktaeder umgeben von AlO_6 -Oktaedern. In der Struktur des Ringsilikates Beryll ($\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$) sind SiO_4 -Tetraeder in Sechseringen angeordnet und übereinander gestapelt. AlO_6 -Oktaeder (und BeO_4 -Tetraeder) verknüpfen diese Sechseringe mit einander. Die unterschiedlichen Umgebungen bewirken nun für den farbgebenden CrO_6 -Oktaeder verschiedene Absorptionsspektren (Kristallfeldaufspaltung).

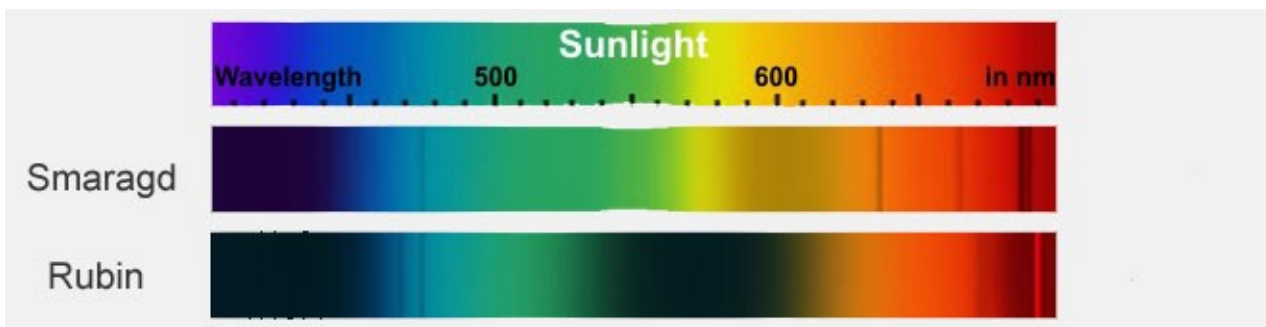


Abbildung 2: Erscheinungsbilder im Spektroskop [4]

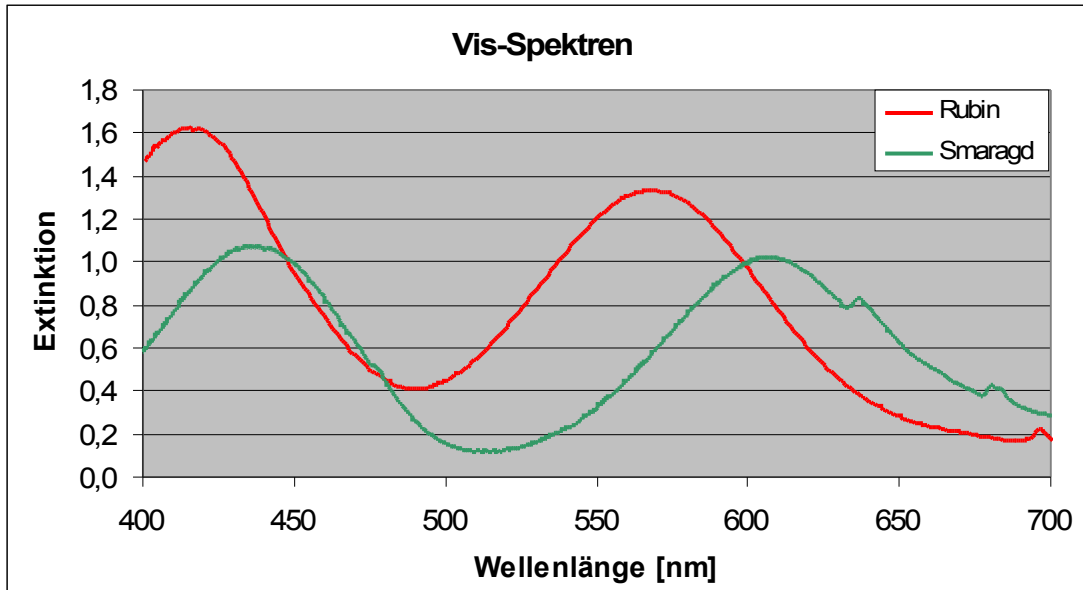


Abbildung 3: Extinktionsspektren des Smaragdes und des Rubins [modifiziert nach 6]

In Abbildung 3 sieht man sehr deutlich die Verschiebung der zwei breiten Absorptionsbande des CrO_6 -Oktaeders im Smaragd zu größeren Wellenlängen. Während der Rubin die beste Durchlässigkeit für sichtbares Licht zwischen ca. 470 und 510 nm (blaugrüner) sowie ab ca. 630 nm (rot) zeigt, weist der Smaragd die größte Lichtdurchlässigkeit von etwa 490 bis 570 nm (grün) und ab ca. 650 nm (rot) auf. Die viel größere Empfindlichkeit des menschlichen Auges für den grünen und gelben Farbbereich gegenüber den blauen und roten Farbtönen lässt den Smaragd für uns bezeichnender Weise „smaragdgrün“, den Rubin „rubinrot“ erscheinen. Die geringen Absorptionen im roten Bereich (ca. 630 nm) lässt nicht nur Rubine, sondern auch Smaragde im Chelsea-Filter mehr oder weniger rot erscheinen [5].

Neben dem Rubin und dem Smaragd verdanken auch der rote Spinell, der Alexandrit, der Uwarowit, der Eskolait, der Jadeit und der Hiddenit ihre Farbe dem dreiwertigen Chrom [3].



Abbildung 4: Smaragd



Abbildung 5: Rubin



Literatur

- [1] Karl Gatterer, Vorlesung „Farben in der Natur – Ursachen und Entstehung“, Institut für Physikalische .u. Theoretische Chemie, TU Graz, (2009).
- [2] Leopold Rössler, Gabriela Breisach, Edelsteinkunde 1, WIFI Oberösterreich GmbH. (2004).
- [3] Gabriele Steffen, Farbe und Lumineszenz von Mineralien, Enke im Georg Thieme Verlag (2000).
- [4] www.realgems.org/edelsteine_lexikon.html, (geöffnet August 2009)
- [5] Leopold Rössler, Chelseafilter-Untersuchungsergebnisse, http://www.gemmologie.at/mediaCache/ChelseaFilter_Tabelle_275320.pdf (geöffnet August 2009)
- [6] <http://minerals.gps.caltech.edu/FILES/Visible/BERYL/Index.htm> und <http://minerals.gps.caltech.edu/FILES/Visible/corundum/Index.htm> (beide geöffnet August 2009)

Kontakt

Dr. Siegfried Schmuck
Analytisches Labor Schmuck, Kerscheckstrasse 9, A-8302 Vasoldsberg
laborschmuck@aon.at – <http://als.8ung.at>

Dieser Artikel wurde in Ö.Gem.G. Gemmo News – Kurzinfo Nr.25, Dez.2009 veröffentlicht
http://www.gemmologie.at/mediaCache/Kurzinfo25_GB_429927.pdf