

Grüsse aus dem Weltall oder doch sehr irdisch?

Immer wieder erhält das Schweizerische Gemmologische Institut SSEF einzelne geschliffene oder ungeschliffene Steine um diese im Rahmen einer sogenannten Kurzprüfung rasch und preisgünstig zu untersuchen. Dabei können aber gerade solche Kleinigkeiten ganz ungewöhnliche Resultate liefern und entsprechenden analytischen Aufwand verursachen.

Dies trifft insbesondere auf einen hellgelben ovalen Stein zu, welcher kürzlich am SSEF untersucht worden ist. Dem Kunden wurde der attraktive Stein in Indien angeboten, mit dem Hinweis, dass es sich dabei um einen Stein aus den unergründlichen Weiten des Weltalls handelt, der deshalb auch entsprechend rar und teuer sei.

Farbveränderung durch Lichteinfluss

Der facettierte Stein von 9,57 Carat verhielt sich dementsprechend aussergewöhnlich, war er doch zuerst hellgelb (Abb. 1), wenn er aus dem Steinpäckchen ausgepackt wurde, um dann unter einem starken Halogenlicht innert weniger Sekunden dunkel-blaugrau zu werden (Abb. 2). Im Tageslicht trat derselbe Effekt auf, wenn auch weniger deutlich. Wenn der Stein nun im Wasserbad vorsichtig auf zirka 80 Grad Celsius erhitzt wurde, wechselte die Farbe rasch zurück nach hellgelb – mit braunem Zwischenstadium (Abb. 3). Derselbe Effekt trat auch ein, wenn der Stein für längere Zeit (mehrere Stunden) im Dunkeln verblieb.

Ein kurzer Blick in die Literatur der Optik zeigt, dass eine solche reversible Farbveränderung unter Lichteinfluss als photochromatischer Effekt bekannt und beschrieben ist. Dabei ist die Geschwindigkeit des reversiblen Farbwechsels temperaturabhängig. Je höher die Temperatur, desto schneller wird die Ursprungsfarbe wieder angenommen.

Die Analyse zeigt künstliches Glas

Zuerst wurde der Stein im SSEF mit klassischen gemmologischen Methoden untersucht, mit folgenden Ergebnissen: Lichtbrechung $n = 1.524$; isotrop unter dem Polariskop, spezifisches Gewicht $SG = 2.395$, Reaktion in langwelligem UV-Licht schwach grün und deutlich gelbliche Fluoreszenz an der Steinoberfläche in kurzwelligem UV-Licht. Unter dem Geigerzähler war keine erhöhte Radioaktivität messbar. Unter dem Mikroskop waren keine Einschlüsse erkennbar.

In einem nächsten Schritt wurde mit der Röntgenfluoreszenz (ED XRF) die chemische Zusammensetzung gemessen. Dabei wurden Silizium und Aluminium als Hauptelemente, Kalium, Calcium und Titan als Nebenelemente, Blei, Zirkonium, Silber und Brom als Spurenelemente bestimmt. Aufgrund der gemessenen physikalischen Eigenschaften, der chemischen Zusammensetzung und dem Fehlen jeglicher natürlicher Einschlüsse wurde der Stein eindeutig als künstliches photochromatisches Glas bestimmt.

Das Ramanspektrum zeigte keine eindeutigen Raman-Bande, was charakteristisch ist für amorphe (nicht kristallisierte) Materialien wie Glas. Verblüffenderweise hinterliess der gebündelte sichtbare Laserstrahl (grüner Laser, 514 nm Wellenlänge) des Raman-Mikrospektrometers einen dunklen blaugrauen Fleck im Stein (Abb. 3), der ganz ähnlich wie oben beschrieben auch reversibel war und nach einiger Zeit wieder verschwand.

Der Photochromatische Effekt

Mit dem tragbaren UV-Vis-Absorptionsspektrometer vom SSEF wurde der Stein in seinen drei Farbstadien untersucht. Die Absorptionsmessung dauert mit diesem vom SSEF in Zusammenarbeit mit dem physikalischen Institut der Universität Basel entwickelten Gerät nur wenige

Sekunden, was gerade für solche lichtempfindlichen Materialien ein entscheidender Vorteil ist. Bei vielen herkömmlichen Laborgeräten wird das Absorptionsspektrum sequenziell gemessen, wobei sich ein lichtempfindliches Material während der Messung kontinuierlich verändert wird. Das Resultat ist dann ein Mischspektrum und würde nicht die einzelnen Farbstadien des photochromatischen Materials widerspiegeln.

Die einzelnen Spektren der drei Stadien zeigen Unterschiede in ihrem Absorptionsverlauf (Abb. 4), welche die unterschiedlichen Farben des photochromatischen Glases widerspiegeln. Der photochromatische Effekt wird in der Glasindustrie gezielt eingesetzt, zum Beispiel um Sonnenbrillen oder Fensterglas zu erzeugen, welche je nach Sonneneinstrahlung abdunkeln. Der Effekt wird erzeugt durch das gezielte Zufügen von Halogenverbindungen in die Glasschmelze, beispielsweise Silberbromid (AgBr). In einem solchen Glas wird nun unter Sonnen-

Abbildung 1: Hellgelber facettierter Stein, welcher sich als photochromatisches künstliches Glas herausstellte.



Abbildung 2: Dasselbe Glas nach kurzer Exposition unter einer starken Lichtquelle.

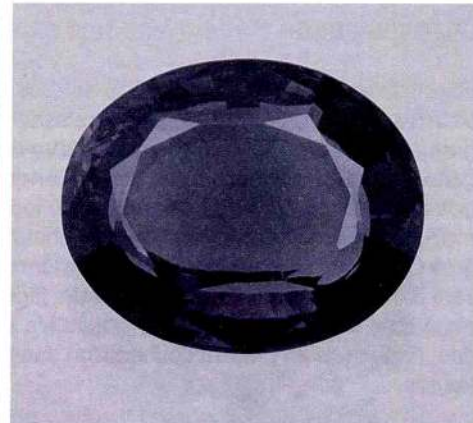


Abbildung 3: Bräunliches Zwischenstadium des photochromatischen Glases beim Übergang zurück in die hellgelbe Ursprungsfarbe. Rechts im Stein ist ein dunkler blaugrauer Fleck erkennbar, hervorgerufen durch den intensiven Laserstrahl des Raman-Mikrospektrometers.



einstrahlung und langwelligem UV-Licht ein Elektron vom negativ geladenen Brom-Ion zum positiv geladenen Silber übertragen, wobei dann lokal metallisches Silber entsteht, welches lichtabsorbierend wirkt. Da dieser Zustand nicht stabil ist, wird das Glas, wenn es vom Licht geschützt ist, langsam wieder in seinen ursprünglichen Zustand mit den feinverteilten Silberbromidverbindungen zurückfallen.

Obwohl sicherlich nicht vom Weltall und auch keineswegs selten, hat die vertiefte Analyse dieses ungewöhnlichen Materials nicht nur zu einigen erstaunlichen Aha-Erlebnissen beim Kunden, sondern auch zu erweiterten Materialkenntnissen am SSEF beigetragen.

Dr. Michael S. Krzemnicki und Chiara Parenzan

Info
Schweizerisches Gemmologisches Institut SSEF
Falknerstrasse 9, 4001 Basel
Telefon 061 262 06 40
Telefax 061 262 06 41
gemlab@ssef.ch
www.ssef.ch

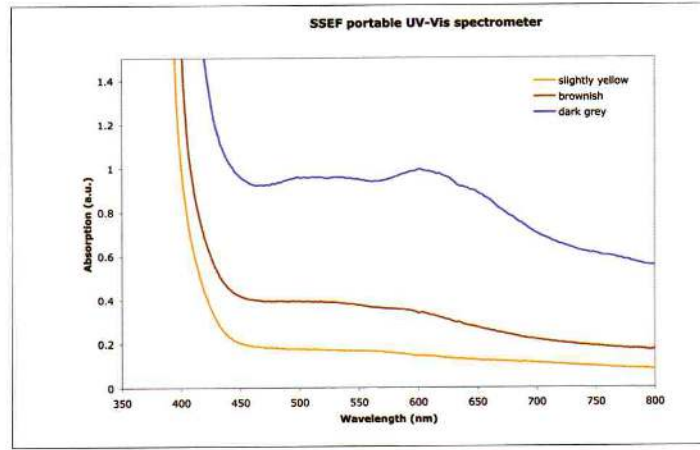


Abbildung 4: Die drei Absorptionsspektren des photochromatischen künstlichen Glassteins, gemessen an der Probe in den drei Stadien hellgelb (untere Linie), braun (mittlere Linie) und blaugrau (obere Linie). Bilder: © M.S. Krzemnicki, SSEF

Verre artificiel changeant de couleur

Une pierre «extraterrestre»

Presque chaque jour l'Institut Suisse de Gemmologie SSEF reçoit des pierres (taillées ou brutes), pour une analyse de base. Le résultat est communiqué verbalement. Mais assez souvent, une telle pierre nous demande beaucoup d'effort analytique et finalement donne des résultats inattendus et intéressants.

C'est certainement le cas pour une pierre jaune clair, qu'on a vue récemment au laboratoire SSEF. Notre client a été assuré, que cette pierre avait une origine «extraterrestre» quand il a acheté la pierre en Inde pour un prix notamment élevé.

Changement de couleur une fois exposé à la lumière

Effectivement ce spécimen facetté de 9.57 carat montrait des effets bizarres. Sorti du coffre-fort, il apparaissait de couleur jaune clair (figure 1). Mais une fois exposé sous la fibre optique d'une lampe halogène puissante pendant quelques secondes, il prenait une couleur gris bleu foncé (figure 2); la lumière du jour ayant un effet similaire, mais plus léger. Une fois l'échantillon chauffé dans de l'eau à 80 degrés Celsius, la pierre reprenait rapidement sa couleur initiale en passant par une couleur brune intermédiaire (figure 3). Une telle séquence réversible de changements de couleur a aussi été observée sans chauffage mais en plaçant l'échantillon dans le noir pendant plusieurs heures.



Figure 1: Cette pierre jaune clair de 9.57 ct est identifiée comme verre artificiel photochromique.

En optique, un changement de couleur réversible suite à une exposition à la lumière est appelé effet photochromique, et le retour à l'état initial est dépendant de la température (c'est-à-dire une augmentation de la température accélère le processus inverse).

Résultats des analyses: un verre artificiel

Les observations gemmologiques classiques ont donné les informations suivantes: IR—1.524; réaction au polariscope— isotrope, point de fusion spécifique—2.395; fluorescence UV—verdâtre aux ondes longues, jaune crayeux aux ondes courtes. Aucune radioactivité n'a été enregistrée et les observations au microscope n'ont montré aucune inclusion.

L'analyse chimique par spectroscopie de fluorescence aux rayons X (ED XRF) a mis en évidence des quantités majeures de silicium et aluminium, des quantités mineures de potassium, calcium, et titane, des traces de plomb, zirconium, argent, et brome. En nous basant sur

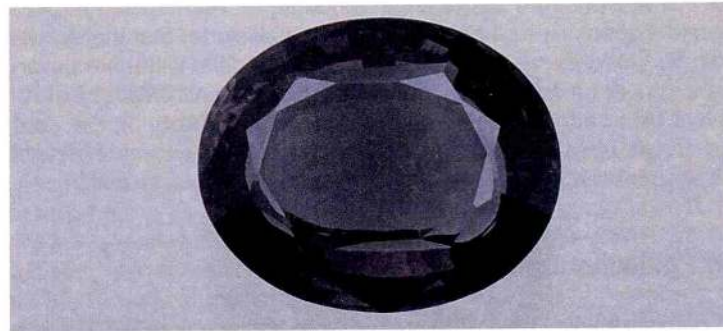


Figure 2: Le même verre devient bleu gris foncé après exposition sous une lampe avec fibre optique.