

Synthetischer Moissanit und Diamant: Sichere Unterscheidung mit Hilfe des Reflektometers

Synthetic moissanite and diamond: safe identification by using a reflectometer

J.-P. CHALAIN und M. S. KRZEMNICKI, Basel

Zusammenfassung

Synthetischer Moissanit hat eine ähnliche Wärmeleitfähigkeit wie Diamant, weshalb diese mit dem gebräuchlichen Wärmewiderstandsprüfer nicht voneinander zu unterscheiden sind. Die vorliegende Untersuchung an fünf synthetischen Moissanitproben zeigt auf, dass die Bestimmung des Reflexionsvermögens ein sicheres und einfaches Verfahren zur eindeutigen Unterscheidung von synthetischem Moissanit und Diamant darstellt. Für synthetischen Moissanit liegt das berechnete absolute Reflexionsvermögen R_A je nach Orientierung zur einachsigen Indikatrix bei 0,19 - 0,20 (relatives Reflexionsvermögen R_R 116 - 119), während Diamant mit $R_A = 0,17$ ($R_R = 100$) einen signifikant tieferen Wert besitzt. Die mit einem handelsüblichen Reflektometer (Presidium Duotester) gemessenen Werte stimmen gut mit den berechneten Werten überein.

Abstract

As the thermal conductivity of synthetic moissanite is similar to diamond, these two materials cannot be separated in the common way by using a thermotester. The intention of this study is to show that the determination of the reflectance power is an easy-to-use and safe method to distinguish between synthetic moissanite and diamond.

The calculated absolute and relative reflectance power for synthetic moissanite (R_A 0.19 - 0.20, R_R 116 - 119) is significantly higher than for diamond ($R_A = 0.17$, $R_R = 100$). The measured values on five synthetic moissanite specimens are well confirming the calculated values.

We propose a very simple two-step routine for jewellers and gemdealers to avoid misinterpretation during diamond testing on loose or set stones. First use the thermotester to separate diamond and synthetic moissanite from any further imitation material. In a second step distinguish synthetic moissanite from diamond by using a reflectometer (eg. Presidium Duotester). Finally we would like to remind the reader that synthetic moissanite shows further characteristic optical properties (slight greyish colour tint, strong double refraction), which help you to confirm the result of the above mentioned two-step test.

Einleitung

Synthetischer Moissanit ist eine neue Diamantimitation, welche 1996 erstmals auf dem Edelsteinmarkt aufgetreten ist (NASSAU et al. 1997). Aufgrund der vergleichbaren Wärmeleitfähigkeit von synthetischem Moissanit und Diamant können diese mit dem handelsüblichen Wärmewiderstandsprüfer nicht voneinander unter-

schieden werden. Dies war und ist der Grund für die hohe Publizität, welche diese neue Diamantimitation in den einschlägigen gemmologischen Fachzeitschriften bis heute erfahren hat (JOHNSON & KOIVULA, 1996; NASSAU et al., 1997; BANK et al., 1998; LEVY, 1998; NELSON, 1998; WELDON, 1998). Diese Studie soll der deutlichen Verunsicherung im Handel entgegenwirken, indem das Reflektometer als einfaches gemmologisches Gerät zur sicheren Unterscheidung zwischen Diamant und synthetischem Moissanit vorgestellt wird.

Farbloser synthetischer Moissanit wird durch 3C Inc. vertrieben, welche gleichzeitig ein Instrument (Tester Model 590) anbietet, um diesen eindeutig von Diamant unterscheiden zu können (WELDON, 1998). Diese Praxis, zugleich mit der Diamantimitation auch ein Gerät zu dessen Identifikation anzubieten, wurde schon 1978 durch die Ceres Corporation of America angewandt, als diese künstliches kubisches Zirkoniumoxid (CZ) auf dem Edelsteinmarkt einführen und gleichzeitig mit dem Wärmewiderstandsprüfer ein Messgerät vorstellten, mit dessen Hilfe Diamant von CZ und allen weiteren Imitationen eindeutig unterschieden werden konnte (NASSAU, 1978; WEBSTER, 1983). Vor kurzem ist mit dem Moissketeer ein weiteres Gerät zur Unterscheidung auf den Markt gekommen. Neue Geräte sind sicher nützlich; der Sinn dieser Arbeit liegt aber darin, aufzuzeigen, dass auch schon mit den bisher gebräuchlichen Geräten eine einfache und sichere Unterscheidung zwischen synthetischem Moissanit und Diamant möglich ist.

Zur Nomenklatur von Moissanit

Moissanit wurde erstmals 1904 vom französischen Mineralogen H. Moissan als winzige, dunkle Kristalle in einem Meteoriten entdeckt (MOISSAN, 1904) und kurz darauf

als neue Mineralart nach ihm benannt (KUNZ, 1905). Später wurde Moissanit auch als terrestrisches Mineral in sibirischen Kimberliten und in einer vulkanischen Brekzie aus Böhmen festgestellt (STRUNZ, 1978).

Moissanit ist eine einfache Silizium-Kohlenstoff Verbindung (SiC), welche in verschiedenen polymorphen Strukturen auftritt (u.a. hexagonal und trigonal; FLEISCHER & MANDARINO, 1995). Synthetischer Moissanit wird seit längerer Zeit in grossen Mengen hergestellt (ACHESON, 1893). Er ist unter dem Namen Carborundum (FLEISCHER & MANDARINO, 1995) oder Siliziumkarbid im Handel bekannt und aufgrund seiner grossen Härte ($9\frac{1}{4}$ Mohs) als Schleifmittel sehr geschätzt (AREM, 1987). Mit den üblichen Syntheseverfahren werden dabei schwarze bis grüne, tafelige Kristalle erzeugt.

Erst in jüngster Zeit gelang es, farblosen synthetischen Moissanit zu produzieren und aufgrund seiner Eigenschaften als eine valable Diamantimitation zu propagieren. Um synthetischen Moissanit als Diamantimitation zu kommerzialisieren, bezeichnet 3C. Inc. ihre Produkte Lab-created Moissanite Gemstones™ („im Labor erzeugte Moissanit Edelsteine™“). Diese Bezeichnung steht im Gegensatz zu den Regeln der CIBJO (Internationale Vereinigung Schmuck, Silberwaren Diamanten, Perlen und Steine). Sie untersagen, dass der Begriff Edelstein im Zusammenhang mit einem synthetischen Material verwendet wird (Art. 8; CIBJO, 1997). Die korrekte Bezeichnung muss deshalb schlicht synthetischer Moissanit lauten (Art. 10; CIBJO, 1997).

Gemmologische Untersuchungen an synthetischem Moissanit

Den Autoren lagen fünf farblose syntheti-

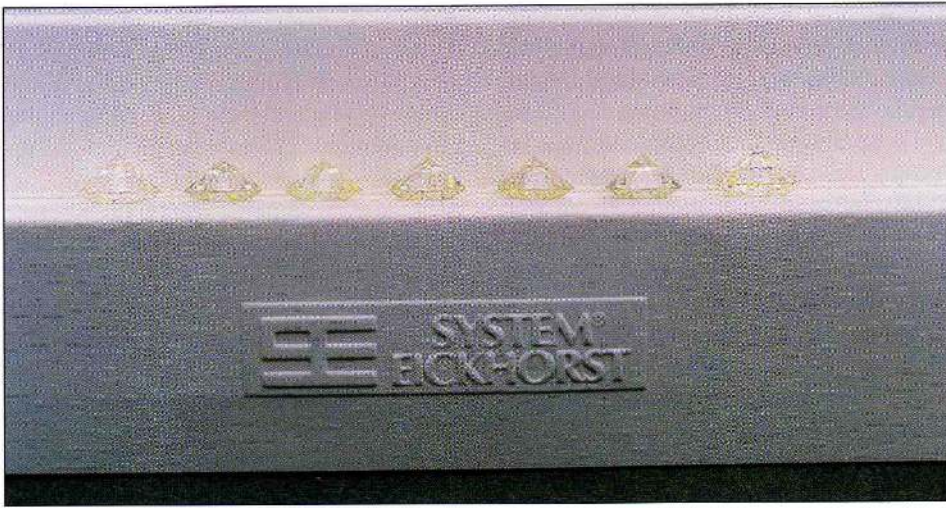


Abb. 1 Die Färbung der fünf synthetischen Moissanite im Vergleich zu zwei CIBJO-Mustersteinen (Diamant). Die untersuchten Proben zeigen einen bräunlich-grauen bis leicht grünlichen Farbton.

Fig. 1 The colour of the five synthetic moissanites compared to two CIBJO masterstones (diamond). The samples investigated show a brownish-gray to pale greenish tint.

sche Moissanitproben im Brillantschliff, sowie eine grosse Anzahl farbloser Diamanten im runden Brillantschliff vor. Diese wurden am SSEF Schweizerischen Gemmologischen Institut zuerst mit den üblichen gemmologischen Methoden untersucht. Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die beobachteten Eigenschaften der untersuchten Proben.

In Übereinstimmung mit NASSAU et al. (1997) lässt sich, wie obige Tabelle zeigt, synthetischer Moissanit mit Hilfe einer ganzen Anzahl von Merkmalen von Diamant unterscheiden. Neben dem generellen getönten Farbton (im Bereich von M nach GIA, siehe Abb. 1) im Vergleich mit CIBJO-Mustersteinen und der vollständigen Absorption unterhalb 425 nm unter dem Spektroskop, sind unter dem Mikroskop in allen Proben Hohlkanäle beobachtet worden. Diese charakteristischen Hohlkanäle (NASSAU et al., 1997; NELSON, 1998) verlaufen parallel zur optischen Achse,

welche in praktisch allen bisher untersuchten Proben senkrecht zur Tafel steht (NASSAU et al., 1997) (Abb. 2). Synthetischer Moissanit wird bewusst in dieser Orientierung geschliffen, um sichtbare Verdopplungseffekte, wie sie bei dessen hoher Doppelbrechung von 0,043 (AREM, 1997) zu erwarten sind, nur noch von der Seite erkennen zu lassen. Zusätzlich zeigen die Facetten der untersuchten Proben unter dem Mikroskop Politurstreifen, die alle derselben Richtung folgen, dies ganz im Gegensatz zu Diamanten.

Während die UV-Fluoreszenz kein charakteristisches Merkmal für synthetischen Moissanit darstellt, kann dieser mit Hilfe einer radiographischen Vergleichsuntersuchung eindeutig von Diamant unterschieden werden. Die Transparenz einer Substanz gegenüber Röntgenstrahlen ist umgekehrt proportional zur Dichte ihrer Kristallstruktur und der Atommasse der an dieser Struktur beteiligten Elemente. Mittels

Radiographie wurde die Röntgentransparenz von synthetischem Moissanit mit Diamant verglichen. Als Messbedingung wurde eine Ausgangsspannung von 50 kV und eine Stromstärke von 5 mA gewählt. Auf der radiographischen Aufnahme (Abb. 3) erkennt man die deutlich helleren Umrisse von Diamant im Vergleich zum synthetischen Moissanit, welcher die Röntgenstrahlen stärker absorbiert. Mit Hilfe eines phosphoreszierenden Bildschirms kann diese Beobachtung auch schon während der Röntgenbestrahlung gemacht werden. Dabei muss beachtet werden, dass bei der direkten Beobachtung synthetischer

Moissanit heller erscheint als Diamant. Damit steht den gemmologischen Labors eine Methode zur Verfügung, um einzelne Diamantimitationen aus einer Menge loser oder gefasster Diamanten rasch zu erkennen.

Über die Reflexion und das Reflektometer

Die Reflexion beschreibt das Verhältnis von reflektiertem Licht zum einfallenden Licht. Sie ist direkt proportional zur Lichtbrechung. Für ein transparentes Material lässt sich das absolute Reflexionsvermögen R_A berechnen aus der Fresnel-Gleichung:

$$R_A = \frac{(n - N)^2}{(n + N)^2} \quad (1)$$

mit n als Lichtbrechung des transparenten Materials und N derjenigen des umgebenden Mediums. Falls das umgebene Medium Luft ist, lässt sich die Formel mit $N = 1$ vereinfachen auf:

$$R_A = \frac{(n - 1)^2}{(n + 1)^2} \quad (2)$$

In der Gemmologie wird oft auch das sogenannte relative Reflexionsvermögen R_R verwendet. Dabei wird das Reflexionsvermögen eines Materials relativ zu demjenigen des Diamants bestimmt (R_A Diamant = 0,172).

$$R_R = \frac{\frac{(n - 1)^2}{(n + 1)^2}}{R_{A \text{ Diamant}}} \times 100 \quad (3)$$

Da alle handelsüblichen Reflektometer mit einer Lichtquelle von 760 nm (IR) arbeiten (HARDING, pers. comm., 1999), müssen in den obenstehenden Formeln die Standard-Lichtbrechungswerte n (bei 589 nm) um



Abb. 2 Charakteristisches Einschlussbild in synthetischem Moissanit. Die feinen, parallelen Hohlkanäle verlaufen praktisch immer senkrecht zur Tafel.

Fig. 2 Characteristic inclusion pattern of synthetic moissanite. the fine parallel hollow tubes are mostly oriented perpendicular to the table.

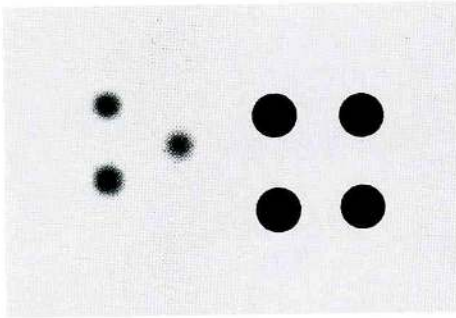


Abb. 3 Die radiographische Aufnahme zeigt die unterschiedliche Röntgentransparenz von vier synthetischen Moissaniten (dunkel) und drei Diamanten (hell).

Fig. 3 The radiograph shows the different transparency to x-rays of four synthetic moissanites (dark) and three diamonds (light).

einen Dispersionsfaktor (siehe Tab. 1) korrigiert werden.

$$n_{760} = n_{589} - (0.668 \times \text{Dispersion}) \quad (4)$$

Eine umfassende Darstellung der Reflexionsgesetze und der darauf basierenden Reflektometer entnehme man der Literatur (READ, 1988; 1990).

Die meisten Reflektometer - oft in Kombination mit einem Wärmewiderstandsprüfer - werden dazu benutzt, um Diamant von seinen Imitationen unterscheiden zu können. Bei den Messgeräten von Gemeter und Sara Sota Instruments wird das absolute Reflexionsvermögen R_A angezeigt, während der Duotester von Presidium und der Reflektometer von Identigem das relative Reflexionsvermögen R_R angeben.

Wie im Folgenden gezeigt wird, ist bei Beachtung der üblichen Vorsichtsmassnahmen mit einem Reflektometer auch die neueste Diamantimitation - synthetischer Moissanit - eindeutig zu bestimmen.

Als wichtigste Vorsichtsmassnahme muss

das Gerät mit Hilfe eines Diamanten sorgfältig kalibriert werden, vor allem wenn es während längerer Zeit ausser Gebrauch war. Der zu messende Stein muss sodann eine flache, gut polierte Fläche aufweisen und darf keine Kratzer oder Schmutzspuren aufweisen. Selbst zahlreiche oder grössere Einschlüsse können die Messung störend beeinträchtigen.

Das Reflexionsvermögen von synthetischem Moissanit verglichen mit Diamant

Mit Hilfe der Gleichungen (2) und (3) und den bekannten Lichtbrechungsindizes (AREM, 1987) wurde das absolute und relative Reflexionsvermögen von synthetischem Moissanit und Diamant berechnet (siehe Tabelle 1).

Die berechneten Werte wurden sodann mit den gemessenen Werten an fünf synthetischen Moissanitproben und an 20 Diamanten verglichen. Die Messungen wurden am SSEF Schweizerisches Gemmologisches Institut mit dem Presidium Duotester Reflektometer durchgeführt.

Die gemessenen Werte für das relative Reflexionsvermögen R_R der Diamanten lagen alle zwischen 99 und 101. Da in allen von uns getesteten synthetischen Moissaniten die optische Achse senkrecht zur Tafel steht, haben wir gemäss der Reflexionstheorie (READ, 1990) immer das Reflexionsvermögen in Bezug zum ordentlichen Strahl o (synth. Moissanit: $n_o = 2.65$) bestimmt. Das gemessene relative Reflexionsvermögen R_R der untersuchten Proben liegt zwischen 116 und 119, was hervorragend übereinstimmt mit dem berechneten und erwarteten Wert von $R_R = 116$. Die geringe Abweichung zum berechneten Wert kann erklärt werden durch eine unbedeutende Messungenauigkeit des Gerätes oder aber wahrscheinlicher durch eine schwache

Tabelle 1. Gemmologische Eigenschaften von synthetischem Moissanit und Diamant.
Table 1. Gemmological properties of synthetic moissanite and diamond.

	synth. Moissanit	Diamant
Lichtbrechung	$n_o = 2,65; n_e = 2,69^*$	$n = 2,417^*$
Doppelbrechung	+ 0,043*	keine
Dispersion	0,104	0,044
optischer Charakter	anisotrop, 1+	isotrop
abs. Reflexionsvermögen R_A	0,195 - 0,200***	0,168***
rel. Reflexionsvermögen R_R	116 - 119	100
Spezifisches Gewicht	3,21 - 3,23	3,52
Spezifischer Faktor SF	0,0054 - 0,0055	0,0058 - 0,0063**
LW-UV (366 nm)	schwach rötlich bis inert	normalerweise weisslich - inert
VIS Absorption	vollständig unterhalb 425 nm	normalerweise Linie bei 415 nm
Spaltbarkeit	keine	vollkommen, oktaedrisch

Der spezifische Faktor SF bezieht sich hier auf einen runden Brillantschliff. Er ist direkt abhängig vom spezifischen Gewicht und den Proportionen des Schliffs. Er wird berechnet als: $SF = \text{Gewicht (ct)} / [\text{Durchmesser}^2(\text{mm}) \times \text{Höhe (mm)}]$.

* aus AREM (1987); ** Erfahrungswert von mehreren hundert Diamantproben (SSEF).

*** berechnet bei einer Wellenlänge von 760 nm (siehe Text).

Neigung der optischen Achse in einzelnen Proben, wodurch sich die „reale“ Lichtbrechung auf der Tafel dieser doppelbrechenden Substanz zu einem leicht erhöhten Wert verschoben hat.

Schlussfolgerung

Mit dieser Studie wird aufgezeigt, dass sich synthetischer Moissanit mit Hilfe eines Reflektometers eindeutig von Diamant unterscheiden lässt. Die Differenz zwischen dem relativen Reflexionsvermögen von Diamant ($R_R = 100$) und von synthetischem Moissanit ($R_R = 116 - 119$) ist statistisch gesehen absolut signifikant. Weiter wurde festgestellt, dass die mit dem Presidium Duotester Reflektometer gemessenen Werte hervorragend mit den berechneten Werten übereinstimmen.

Mit dem Reflektometer steht somit dem Juwelier und Edelsteinhändler ein einfaches gemmologisches Gerät zur Verfügung, mit welchem sich Diamant und synthetischer Moissanit sicher unterscheiden lassen. Die

beschriebene Methode ist sowohl für lose wie auch gefasste Steine anwendbar (Abb. 4).

Als generelle Vorgehensweise schlagen wir vor, wie bis anhin eine unbekannte Probe zuerst mit dem Wärmewiderstandsprüfer zu testen. Damit lassen sich synthetischer Moissanit und Diamant von allen anderen Imitationen unterscheiden. Nur für diejenigen Proben, bei welchen das Gerät Diamant anzeigt, ist in einem zweiten Schritt die Messung des Reflexionsvermögens vonnöten. Es sei daran erinnert, dass eine sichere Identifikation zur Bestätigung immer noch einer zweiten, unabhängigen Untersuchung bedarf; sei es mit dem Mikroskop (Hohlkanäle, sichtbare Doppelbrechung), sei es mit dem Spektroskop (vollständige Absorption unterhalb 425 nm) oder mit Hilfe einer anderen Methode.

Eine sichere Unterscheidung zwischen synthetischem Moissanit und Diamant kann mit den üblichen gemmologischen Geräten durchgeführt werden. Das Reflektometer



Abb. 4 Ring mit einem synthetischen Moissanit als Mittelstein umgeben von zahlreichen kleinen Diamanten. Eine neue Herausforderung für den Juwelier.
 Fig. 4 Ring with a synthetic moissanite in the centre surrounded by a number of small diamonds. A new challenge for the jeweller.

kommt zu einer unerwarteten Renaissance und zeigt seine Vorteile gegenüber dem ansonsten so praktischen Wärmewiderstandsprüfer.

Danksagung

An erster Stelle bedanken möchten wir uns bei Prof. H.A. HÄNNI und bei Dr. L. KIE-

FERT, beide SSEF Schweizerisches Gemmologisches Institut für ihre zahlreichen Anregungen und für die kritische Durchsicht des Manuskriptes. Dank gebührt auch N. ROSE aus Leeds, der uns für diese Studie einen synthetischen Moissanit zur Verfügung stellte.

Literatur

- ACHESON, E.G. (1893): US Patent 492, 767, February 28th, 1893.
 AREM, J.E. (1987): Color Encyclopedia of Gemstones. 2nd Edition. - New York, Van Nostrand Reinhold.
 BANK, H., HENN, U. & MILISENDA, C.C. (1998): Gemmologie Aktuell: Eine neue Diamantimitation: Synthetischer Moissanit. - Z. Dt. Gemmol. Ges. **47**, 2, 64-66.
 FLEISCHER, M. & MANDARINO, A. (1995): Mineral Species. 7th Edition. - Tucson, Mineralogical Record Inc.
 CIBJO (1997): Diamonds / Gemstones / Pearls. - UBOS, Bern, Switzerland
 JOHNSON, M.L. & KOIVULA, J.I., Eds. (1996): Gem News: Synthetic moissanite as a diamond substitute. - Gems & Gemology **32**, No. 1, 52-53.
 KUNZ, G.F. (1905): Moissanite. - Am. J. Science **19**, 396-397.

- LEVY, H. (1998): Moissanite: a new diamond simulant. - Gems & Jewel. News 7, No. 2, .21.
- MOISSAN, F.H. (1904): Etude de la meteroite de Canyon Diablo. - Compt. Rend. Acad. Sciences, Paris 139, 773.
- NASSAU, K. (1978): A test of the Ceres diamond probe. - Gems & Gemology 14, 98-103.
- NASSAU, K., MCCLURE, S.F., ELEN, S. & SHIGLEY, J.E. (1997): Synthetic moissanite: a new diamond substitute. - Gems & Gemology 33, No. 4, 260-275.
- NELSON, J. (1998) Synthetic moissanite - the latest diamond simulant. - Gems & Jewel. News 8, No. 1, 4-5.
- READ, P.G. (1980): Two reports: 1) Alternative refractometer light sources. 2) thermal diamond probes. - Jour. Gemm. 13, No. 2, 82-94.
- READ, P.G. (1988): The Presidium "Duotester" - a test report. - Jour. Gemm. 21, No.4, 251-253.
- READ, P.G. (1990): Reflections on reflectivity. - Jour. Gemm. 22, No.2, 97-102.
- STRUNZ, H. (1978): Mineralogische Tabellen . 7. Auflage. - Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft.
- WEBSTER, R.& ANDERSON, B.W. (1983): Gems, their sources, descriptions and identification. 4th Edition. Butterworth & Co.
- WELDON, R. (1998): Unmasking synthetic moissanite. - Professional Jeweler, May 1998, 56.

Bei der Schriftleitung eingegangen am 19.März 1999.

Anschriften der Verfasser:

JEAN-PIERRE CHALAIN & Dr. MICHAEL S. KRZEMNICKI
Schweizerisches Gemmologisches Institut SSEF, Falknerstrasse 9, CH-4001 Basel, Schweiz
Email: HAENNIH@UBACLU.UNIBAS.CH