

CVD-synthetische Diamanten: Nomenklatur im Schmuckhandel, Herstellung und Verwendung

Werden synthetische Diamanten eines Tages den natürlichen Diamanten im Schmuck- und Uhrensektor den Rang ablaufen? Diese Frage ist nicht neu, doch stellt sie sich gerade heutzutage mit grosser Dringlichkeit, da eine intensive Debatte zwischen den Produzenten synthetischer Diamanten, der CIBJO (The World Jewelry Confederation) und dem IDC (International Diamond Council) stattfindet.

Die häufigsten Imitationen von Diamant sind heute Zirkoniumoxid, besser bekannt unter dem kommerziellen Namen Zirkonia, synthetischer Moissanit, sowie farbloses geschliffenes Glas, unter anderem von Swarovski unter der täuschenden Bezeichnung ‚crystal‘ kommerzialisiert. Diese Materialien werden als Imitationen klassifiziert, da sie nicht die gleichen strukturellen, chemischen, und physikalischen Eigenschaften besitzen wie der Diamant; also weder in Härte, Brillanz oder Wärmeleitfähigkeit mit dem Diamant übereinstimmen, nicht zu sprechen von der „Magie“, welche den Diamanten als aussergewöhnliche Substanz umgibt.

Etwas anders verhält es sich mit synthetischen Diamanten: Diese weisen die gleichen strukturellen, chemischen und physikalischen Eigenschaften auf wie natürliche Diamanten, stimmen also zum Beispiel in Härte, Brillanz und Wärmeleitfähigkeit mit ihnen überein. Aus verständlichen, verkaufsrelevanten Gründen werden Einige sogar behaupten, dass ihnen auch dieselbe „Ausstrahlung“ eigen ist wie natürlichen Diamanten. Dabei wird aber bewusst übergangen, dass natürliche Diamanten, im Gegensatz zu den industriell erzeugten synthetischen Diamanten, im Erdinneren kristallisiert sind (in mindestens 120 Kilometer Erdtiefe) und dies in längst vergangenen Zeiten (etwa vier Milliarden Jahre). Im Vergleich dazu trat der Mensch vor vier Millionen Jahren, sozusagen erst gestern in Erscheinung.

Begriffe im Schmuckhandel

Die Internationale Mineralogische Vereinigung (IMA) klassifiziert alle synthetischen Materialien unter der Kategorie anthropogene Substanzen. Im Edelsteinhandel ist es etwas komplizierter: Ein synthetischer Diamant ist ein industriell erzeugter Kristall, zu dem es ein natürliches Gegenstück gibt; deshalb spricht man von synthetischen Diamanten und nicht von künstlichen Diamanten. Der Begriff künstlich wird im Edelsteinhandel ausschliesslich für Materialien genutzt, die durch menschliches Zutun hergestellt werden und die keine natürliche Entsprechung besitzen. Ein Beispiel für ein künstliches Produkt ist „Zirkonia“ (kubisches Zirkoniumoxid), welches häufig für Modeschmuck gebraucht wird. Es gibt keine natürliche Entsprechung, weshalb der Ausdruck „synthetisches Zirkonia“ keinen Sinn macht. Im Gegensatz dazu findet sich Moissanit auch als natürliches Mineral und wird deshalb, wenn es industriell hergestellt wird, als synthetischer Moissanit bezeichnet.

Herstellung von CVD-synthetischen Diamanten

Das Herstellen eines synthetischen Diamanten setzt ein hoch entwickeltes technisches Verfahren voraus. Bei den Herstellungsprozessen unterscheidet man zwischen den Diamantsynthesen nach dem Hochdruck- oder Hochtemperatur-Verfahren (HPHT) und Diamantsynthesen durch direkte Abscheidung aus dem gasförmigen Zustand (Chemical Vapor Deposition (CVD)).

Ursprünglich sogar kurz vor dem HPHT-Syntheseverfahren patentiert, sind CVD-synthetische Diamanten erst viel später auf dem Edelsteinmarkt aufgetaucht. Die ersten HPHT-synthetischen Diamanten ausreichender Grösse und Qualität sind in den 1980er-Jahren auf den Markt gelangt, während die ersten CVD-Diamanten erst zwanzig Jahre später erschienen. Die Hauptursache für diesen zeitlichen Abstand liegt in der unterschiedlichen Technologie.

Die ersten CVD-synthetischen Diamanten in den 1950er-Jahren waren nämlich polykristalline Aggregate, da sie auf einem metallischen Substrat kristallisierten. Sie waren undurchsichtig und fanden deshalb keinen Zugang in die Schmuckbranche.

Entstehung aus einem Plasma

Grundsätzlich lässt sich sagen, dass das Herstellungsprinzip der CVD-synthetischen Diamanten relativ einfach ist. Die einzige Schwierigkeit liegt darin, die idealen Parameter einzuhalten, um einen Diamant-Einkristall zu erzeugen. Ein heisses kohlenstoffreiches Gasgemisch wird in einer Mikrowellenkammer in ein Plasma von zirka zehn Zentimeter Durchmesser überführt (Abbildung 1). Ein Plasma (ionisiertes heisses Gas) ist charakterisiert durch einen starken Temperaturgradienten. Das heisst, im Zentrum liegt die Temperatur beispielsweise bei 20'000 Grad Celsius, während sie am äussersten Rand nur zirka 1000 Grad Celsius betragen kann. Für das CVD-Verfahren wird ein kleiner Diamant als Keimkristall am Rande des Plasmas positioniert. Auf diesen Keim lagern sich dann durch direkte Ausscheidung aus dem ionisierten Gas eine Schicht für Schicht Kohlenstoffatome geordnet ab (Abbildung 2). Die Wachstumsraten variieren erheblich in Abhängigkeit von der produzierten Qualität. Normalerweise werden pro Stunde einige hundertst Millimeter angelagert.



Abbildung 1: Mikrowellenkammer des Labors für Ingenieurtechnik von Hochdruck-Materialien in Paris (Frankreich). Hinter einer dicken Quarzscheibe erkennt man das ionisierte Gasgemisch (Plasma).

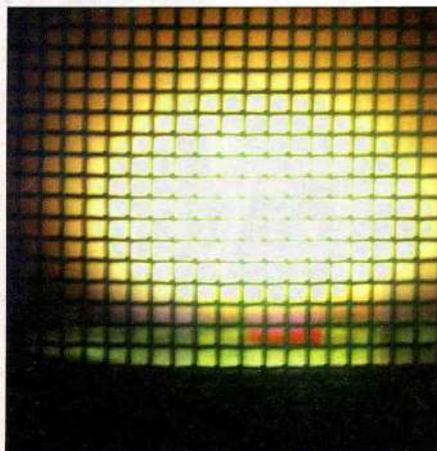


Abbildung 2: Unter dem Plasma erkennt man einen Diamantkeim (rotes Viereck), der sich unten am Rand des Plasmas befindet.

Im Gegensatz zur HPHT Methode ist das CVD-Verfahren anaerob. Stickstoff baut sich also nicht systematisch in CVD-synthetische Dia

manten ein. Normalerweise sind es Typ-IIa-Diamanten, ausser bei zusätzlicher chemischer Dotierung. Deshalb sind CVD-synthetische Diamanten entweder farblos oder braun (wegen inneren Deformationen). Im zweiten Fall können sie mit einer Hochdruck-/Hochtemperatur-Behandlung in farblose Steine überführt werden (Abbildung 3).



Abbildung 3: Zwei CVD-synthetische Diamanten (ungeschliffen). Die bräunliche Probe links ist noch unbehandelt, während der farblose CVD-synthetische Diamant rechts nachträglich noch mit einer HPHT-Behandlung entfärbt wurde.

Synthetische Diamanten sind nur im Labor erkennbar

Seit 1998 veröffentlicht das Schweizerische Gemmologische Institut SFE regelmässig Artikel in den verschiedensten Zeitschriften über die Herstellungsmethoden und Erkennungsmerkmale von CVD-synthetischen Diamanten. In der Zwischenzeit hat das SFE in Zusammenarbeit mit dem Departement für Physik der Universität Basel ein automatisiertes System entwickelt, um gerade auch bei der Kontrolle von Kleindiamanten, welche in grossen Mengen in der Uhrenindustrie Verwendung finden, die Gewähr bieten zu können, solche synthetischen Diamanten zu erkennen. Die üblicherweise vom SFE untersuchten Proben bestehen aus einigen tausend Brillanten mit einem Durchmesser von einem Millimeter. Das neu entwickelte Gerät erlaubt die rasche Trennung von farblosen, natürlichen Diamanten natürlicher Farbe von allen Imitationen, von farblosen unbehandelten oder behandelten CVD-synthetischen Diamanten, von HPHT-synthetischen Diamanten, sowie von Typ-IIa-Diamanten, ob behandelt oder unbehandelt. Mit diesem Kontrollverfahren kann bestätigt werden, dass alle kleinen Diamanten natürlich sind und auch eine natürliche Farbe haben.

CVD-synthetische Diamanten begehrt in der Technik

Momentan ist die Schmuckbranche noch kein interessanter Absatzmarkt für die Hersteller von CVD-synthetischen Diamanten. Die Herstellung ist kostenintensiv und immer noch bevorzugen die Konsumenten und damit auch die Juweliere und Schmuckhändler den natürlichen Diamanten. Dennoch stossen gewisse Eigenschaften von CVD-synthetischen Diamanten auf das Interesse der Industrie.

Der Uhrenhersteller Ulysse Nardin etwa hat kürzlich mechanische Teile aus CVD-synthetischem Diamant verwendet, da dessen aussergewöhnlich tiefer Reibungskoeffizient das Schmierens des Uhrwerks unnötig macht. Ausserhalb der Schmuckindustrie sind die industriellen Anwendungen von synthetischen Diamanten ebenfalls vielversprechend. So werden CVD-synthetische Nanodiamanten zum grössten Teil in der Molekularbiologie verwendet, da Diamanten im Gegensatz zu Silizium biokompatibel sind. Ganz anders gelagert sind die Bedürfnisse des High-end-Audioherstellers Bowers & Wilkins, welcher mit der Serie 800 ein exklusives Lautsprechersystem entwickelt hat, mit einem CVD-synthetischen Diamanten als Hochtöner (Abbildung 4). Im Weiteren haben Forscher beispielsweise ein Verfahren zur Wasserreinigung basierend auf CVD-synthetischen Diamantelektroden getestet, und selbst unsere Mobiltelefone werden in Zukunft Bauteile aus CVD-synthetischem Diamant enthalten. Je mehr Anwendungen für CVD-synthetische Diamanten entwickelt werden, desto tiefer werden die Herstellungspreise, und es ist dann wahrscheinlich nur noch eine

Frage der Zeit, bis sich auch in der Schmuckbranche Absatzmärkte finden lassen.



Abbildung 4: Diese Schale aus polykristallinem CVD-synthetischem Diamant wird serienmässig im High-end-Audiosystem 800 von Bowers & Wilkins eingebaut. Das Foto zeigt wie die Dicke des Präparats getestet wird. Der Durchmesser der Schale beträgt exakt 26,29 mm. Quelle: Bowers & Wilkins <http://www.bowers-wilkins.de/>

Wird die ernste Krise, die momentan unsere Branche beeinträchtigt, den Trend zum synthetischen Diamanten verstärken oder nicht? Offene Fragen, die erst in der Zukunft beantwortet werden. Sicher ist, die Hersteller von synthetischen Diamanten versuchen, auch über neue Bezeichnungen für ihre Produkte diesen Weg einzuschlagen. Das Schweizerische Gemmologische Institut SFE ist weltweit führend in der Forschung im Bereich der Diamanten, synthetisch oder nicht, und wird auch in Zukunft die Entwicklung, gerade auch was die korrekten Bezeichnungen anbelangt, sehr wachsam verfolgen.

Jean-Pierre Chalain

Info

SFE Schweizerisches Gemmologisches Institut
Falknerstrasse 9, 4001 Basel
Telefon 061 262 06 40
gemlab@sfe.ch
www.sfe.ch

Auszug aus dem CIBJO-Diamantbuch, Version 2007.

Terms and definitions applying for diamond (4.10) and for synthetic diamond (4.37)

4.10 Diamond

diamond is a natural mineral consisting essentially of carbon crystallised in the isometric (cubic) crystal system. Its hardness on the Moh's scale is 10; its specific gravity is approximately 3.52; it has a refractive index, nD of 2.42.

4.37 Synthetic diamond

man-made reproduction of diamond (4.10) that has essentially the same chemical composition, crystal structure and physical properties as its natural counterpart.

CIBJO Normative Clause for synthetic diamond

3.2 Synthetic diamond

The fact that a stone is wholly or partially synthetic diamond (4.37) shall be disclosed (4.12)

3.2.1 Description

Only the term „synthetic“ shall be used to describe synthetic diamonds (4.37) and this term shall be equally as conspicuous and immediately preceding the word „diamond“ (4.10).