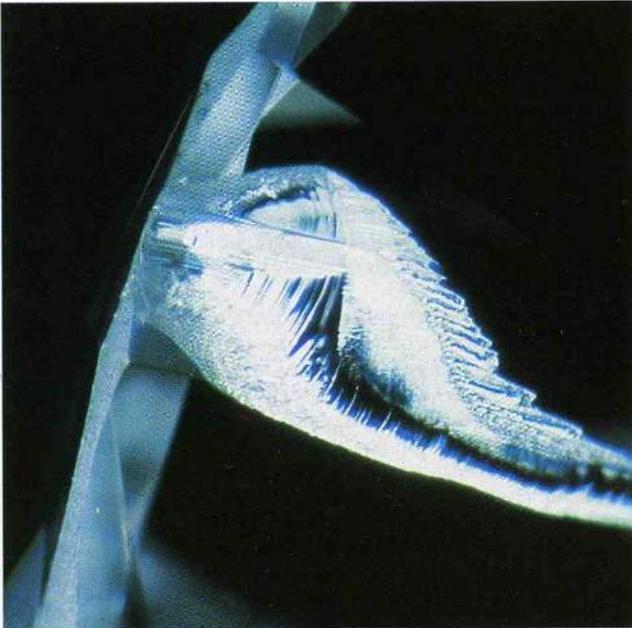


SCHÄDEN AN GESCHLIFFENEN DIAMANTEN

von Dr. H. A. Hänni und G. Bosshart

Schweizerische Stiftung für Edelstein-Forschung, Zürich



Diamanten sind chemisch und mechanisch besonders widerstandsfähig und gelten mit Recht als «unvergängliche Edelsteine». Selbst der Beständigkeit und Unverletzlichkeit von Diamanten sind jedoch gewisse Grenzen gesetzt, was zu unerfreulichen Überraschungen führen kann. Wir berichten in diesem Artikel über die Ursachen der Schäden und geben dazu einige Beispiele.

Chemische Beständigkeit

Die Eigenschaft der chemischen Beständigkeit beruht auf der sehr starken Doppelbindung zwischen den Kohlenstoff-Atomen im Diamantgitter. Bei niedrigen Temperatur- und Druckbedingungen bewirkt sie eine grosse Reaktionsträgheit gegenüber allen herkömmlichen Säuren, Laugen und Lösungsmitteln. Bei hohen Temperaturen und in Gegenwart von gewissen Schmelzen und Gasen verhalten sich Diamanten dagegen nicht mehr so stabil und teilnahmslos.

Zur Abklärung des thermischen Verhaltens wurden in unserem Labor einige Versuche an geschliffenen Diamanten durchgeführt (Bosshart, in Arbeit). Dabei wurden die Steine in Luft und nicht abgedeckt in einem elektrischen Labor-Ofen erhitzt.

Schon nach einer Brenndauer von 30 Minuten bei 650 °C oder von zwei Stunden bei 600 °C trat eine weissliche Trübung der Facetten-Oberflächen ein. Eine Umwandlung in schwarzen Graphit oder in amorphen Kohlenstoff wurde nicht festgestellt. Offenbar findet bereits bei 600 °C eine Korrosion der äussersten Kohlenstoff-Atomlagen des Diamanten durch den Luft-Sauerstoff statt. Während dieses Oxidations-Prozesses geht der Diamant direkt in gasförmiges Kohlendioxid (CO₂) über. Zurück bleiben weissliche, untiefe, aber rauhe Brandstellen. Bei höheren Temperaturen beziehungsweise bei längeren Erhitzungsintervallen entstehen wesentlich tiefere Brandstellen.

Im Vergleich zu unseren «statischen» Erhitzungsexperimenten im elektrischen Labor-Ofen führt die turbulente Zufuhr von Sauerstoff in der Lötflamme des Goldschmieds mit Sicherheit schon bei 600 °C zu stärkeren Verbrennungen, falls der gefasste Diamant nicht oder nur unvollständig mit einem Borat (Borsäure, Liquobor usw.) abgedeckt worden ist. Die Boratschmelze soll den Diamanten überziehen, um dem Sauerstoff den Zutritt zu seiner Oberfläche zu verhindern. Ist der Stein aber nicht entfettet worden, so entstehen Löcher in der Boratschmelze. Die Korrosion des Diamanten kann einsetzen (Abb. 10). Eine Borat-Schmelze ist in der Lage, z. B. Korunde zu korrodieren, nicht aber Diamanten. Diese lassen sich nur von heissen Schmelzen der Metalle Platin, Eisen, Wolfram u. a. oder von einigen stark oxidierenden Verbindungen angreifen (De Beers Industrial Diamond Division: Properties of Diamond, special publication).

Unter allen chemischen Normalbedingungen reagieren Diamanten jedoch in keiner Weise.

Mechanische Beständigkeit

Die Härte des Diamanten oder genauer seine extrem hohe Ritzhärte ist die überragende physikalische Eigenschaft, die ihn zum «unvergänglichen» Edelstein macht. Selbst nach jahrzehntelangem Tragen an der Hand sind von Auge oft keine Abnützungen zu erkennen. Diamant nimmt die oberste Stufe in der Ritzhärten-Skala von Mohs ein, wird also durch kein anderes Mineral als durch seinesgleichen geritzt. Die Härte des Diamanten ist von der Richtung der Ritzung am Kristall abhängig (Härte-Anisotropie). Es gibt härtere und etwas weichere Richtungen. Diesem Umstand wird beim Schleifen Rechnung getragen, denn Diamant-Flächen können nur in den weicheren Richtungen erfolgreich bearbeitet werden. Die Dauerhaftigkeit von Diamant wird eingeschränkt durch seine Neigung, sich bei gezielter Schlagbeanspruchung entlang ganz bestimmter Atomlagen zu teilen. Man nennt dieses

Vermögen, ebene Trennflächen zu entwickeln, Spaltbarkeit. Diamant besitzt eine sehr gute Spaltbarkeit parallel zu den acht Oktaederflächen und weniger ausgeprägte parallel zu anderen Kristallflächen.

Eine weitere Empfindlichkeit zeigt der Diamant gegenüber der Einwirkung von Schlägen in beliebigen Richtungen. Insbesondere an Kanten und Ecken bilden sich Schlagstellen und Schlagrisse, deren Grösse von der Aufprallstärke abhängt. Umgekehrt kann flächenhafter, statischer Druck dem Diamanten nichts anhaben.

Eine weitere Gefährdung für Diamanten stellen grosse Einschlüsse dar. Allerdings ist es ein recht seltener Unfall, wenn Piqué-Diamanten mit langen Spaltrissen oder mit Fremdmineral-Einschlüssen und Spannungshöfen unter mechanischer oder thermischer Beanspruchung auseinanderbrechen.

Schäden beim Schleifen und Polieren

Die industrielle Bearbeitung von Diamanten kann wahrscheinlich aus Zeitgründen nicht immer mit genügender Sorgfalt ausgeführt werden. Viele Diamantschleifer sind sich auch über die inneren Spannungen mancher Diamanten und über die Verletzbarkeit ihres Schleifgutes nicht genügend im klaren. So kommt es, dass viele Diamanten die Schleifereien bereits mit kleinen Beschädigungen verlassen. Die häufigsten dieser negativen Merkmale sind kleine Spalt-, Druck- und Schlagrisse sowie Brandstellen.

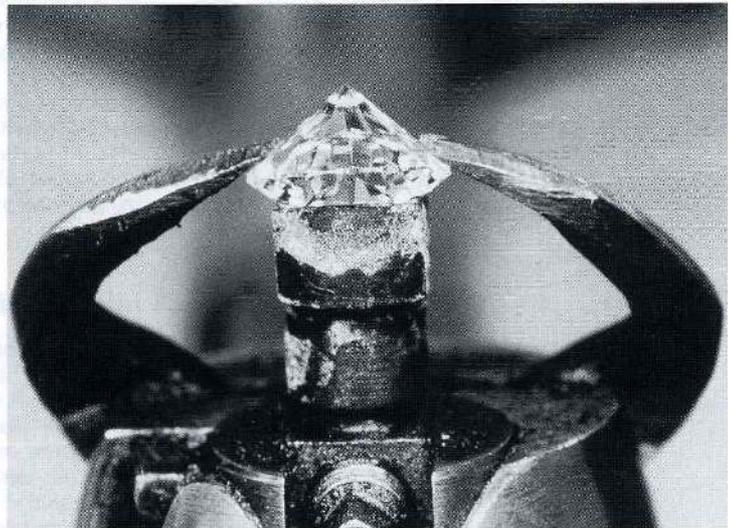
Eine überstarke Druckbelastung beim Rundieren (Brütieren) der Brillanten erzeugt Scharen von kleinen Rissen parallel zu den Spaltrichtungen (Abb. 1). Sie laufen über die Rundiste und treten oft an vier Stellen auf, die 90° voneinander entfernt sind (im normalen Fall des sogenannten Vierpunkter-Brillanten). Fein brütierte Rundisten zeigen solche Spaltrissen seltener und viel weniger auffällig als grob brütierte Rundisten. Früher wurden diese Risse verharmlosend als «Bart» oder «Fransen» bezeichnet und fälschlicherweise als äussere Merkmale betrachtet. Meistens lassen sie sich entfernen, durch Facettieren der Rundiste leichter und vollständiger als durch Polieren der Rundiste. So werden innere Merkmale beseitigt, wodurch eine Verbesserung der Reinheit erzielt wird.

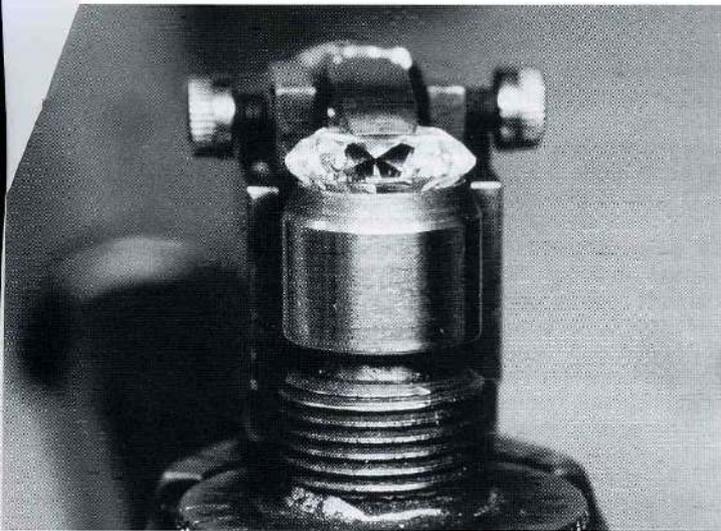
Ein weiterer, recht häufig zu beobachtender Schadentyp der «ersten Stunde» sind Druckrisse. Sie stammen wahrscheinlich von der Doppe, demjenigen Werkzeug, das den Diamanten während des Schleifens festhält (Abb. 2 und 4). Die Schäden bestehen aus kleinen Rissen, die zum Teil auf gleicher Höhe über Unterteilkanten laufen und von zu stark angezogenen Doppeln oder Klopfbewegungen herrühren (Abb. 5). Nicht selten beobachten wir auch rundliche Schlagrisse vorwiegend auf Unterteilfacetten, deren Entstehung wir noch nicht erklären können, die möglicherweise aber ebenfalls mit einer Doppe in Zusammenhang stehen (Abb. 3).

Abb. 1. Feine Spaltrisse in der leicht polierten Rundiste eines Diamant-Brillanten.

Abb. 2. Eingespannter Diamant in der Schleifdoppe. Um die beiden Kontaktstellen im Unterteil können Verbrennungen auftreten.

Abb. 3. Rundliche Schlag- oder Druckrisse auf einer unteren Rundistafacette.



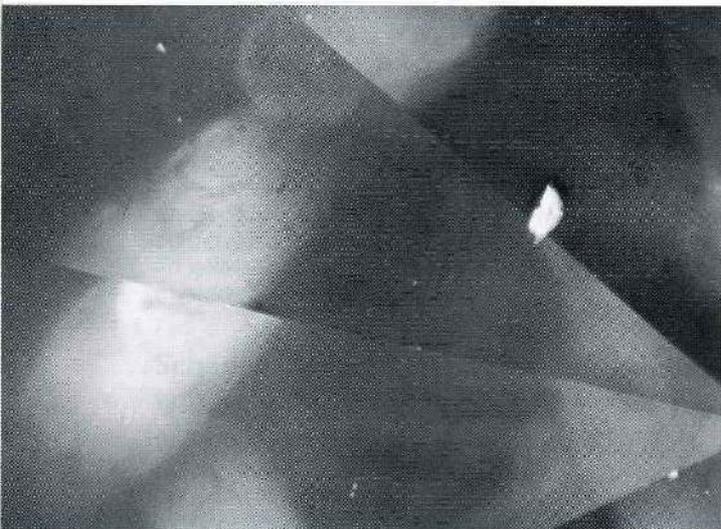


Wird ein Diamant in der Doppe gedreht, so können sich konzentrische, bogenförmige Kratzer auf der Tafel bilden (Abb. 6). Das fingerförmige Metallstück, das den Brillanten mit dem Unterteil in die Doppe drückt, verursacht solche Kratzer, wenn es mit Diamantpaste verunreinigt ist.

Werden Diamanten beim Schleifen überhitzt, so entstehen die rauhen Brandstellen, am verbreitetsten auf den unteren Rundisfacetten, auf den Sternfacetten und der Tafel. Verantwortlich sind Wärmestauungen im Metall der Doppe. Wie eingangs erwähnt, beginnt schon bei 600 °C die oberflächliche Auflösung des Diamanten mit der Bildung von flächenhaften bis ringförmigen Brandstellen.

Die Ansicht, dass in Steinsachets Risse an den Kanten entstehen, indem Diamanten aufeinander gedrückt werden, mag in gewissen Fällen zutreffen. Vor allem sind Steine in grossen Lots von beträchtlichem Gewicht gefährdet. In der Regel handelt es sich jedoch um die beschriebene Schadenursache der zu stark angezogenen Doppe. Damit sich in einem Steinbriefchen an Diamanten Druckrisse bilden, sind grössere Kräfte notwendig, als im allgemeinen auf solche Verpackungen ausgeübt werden. Andererseits verdient es jeder grössere Diamant, einzeln verpackt zu werden, denn Beschädigungen wie Kratzer und abgeriebene Kanten können relativ leicht erzeugt werden.

Die unbeliebte, grosse Kalette von Altschliff-Diamanten hat im heutigen, modernen Brillanten ein ebenso extremes Pendant in Form der spitzen Kalette (Unterteilspitze ohne Facette). Die Gefahr für solche Kaletten lässt sich daran ablesen, dass wir bei der Diamant-Graduierung auf hundert, ursprünglich spitze Kaletten keine zehn unversehrten Unterteil-Pyramiden antreffen. Zu welchem Zeitpunkt die Beschädigung üblicherweise eintritt, ist nicht zu ermitteln.



Schäden beim Fassen

Besonders empfindlich auf Beschädigungen sind die hervorstehenden Stellen des geschliffenen Diamanten, d. h. nicht nur die spitze Kalette, sondern auch die Rundiste. Eine Rundiste von mittlerer Breite zeigt bei den üblichen Schlagstärken beim Fassen wenig Tendenz, der Spaltbarkeit nachzugeben. Je schmaler die Rundiste jedoch ist, desto leichter ist sie durch satte Schläge, durch Druck oder schürfendes Kratzen zum Aussplittern zu bringen. Dabei wird die Spaltbarkeit angeregt, wenn die Richtung der zerstörenden Kraft dazu mehr oder weniger parallel einwirkt. Häufiger treten willkürliche Bruchflächen auf, die seitlich gerne in Spaltrisse übergehen.

Gelegentlich werden Schäden durch abgerutschte Punzen oder elektrische Fasshämmer verursacht, die ein charakteristisches Erscheinungsbild zeigen. Es sind meistens stufige Ausbruch-Katarakte, die sich ins Unterteil erstrecken und neben einem Griff liegen. Im zentralen Teil der Vertiefung haben sie muschelartige Ausbildung, nach aussen setzen sie sich in Spaltstufen fort (Abb. 7).

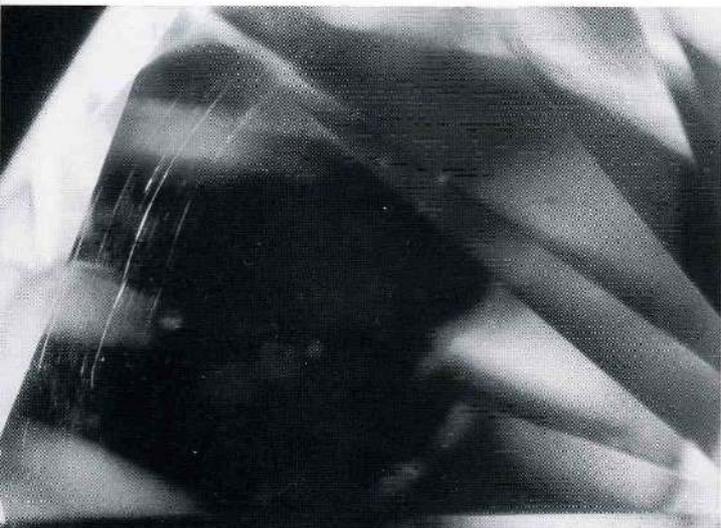


Abb. 4. In der Doppe befestigter Diamant-Brillant. Der Wärmestau unter dem fingerförmigen Metallstück führt manchmal zu Brandstellen auf der Tafel.

Abb. 5. Druckrisse über die Facettenkante im Unterteil eines Brillanten.

Abb. 6. Bogenförmige Kratzer in der Tafel eines Diamant-Brillanten, von seinem Unterteil her betrachtet.

Schäden beim Tragen

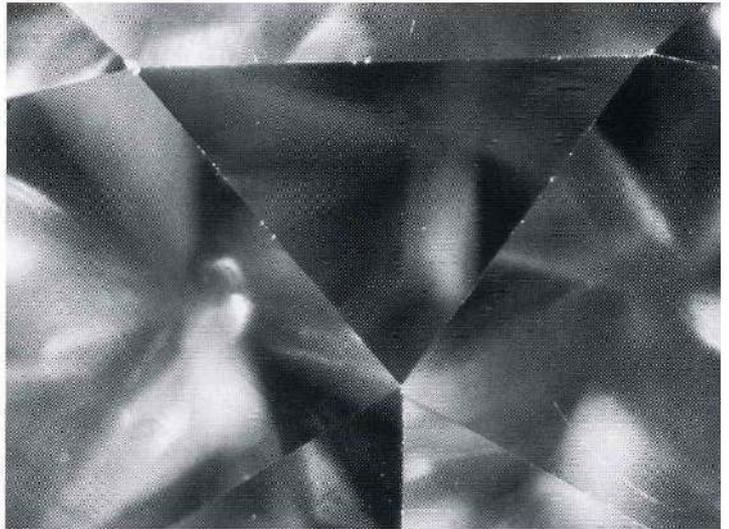
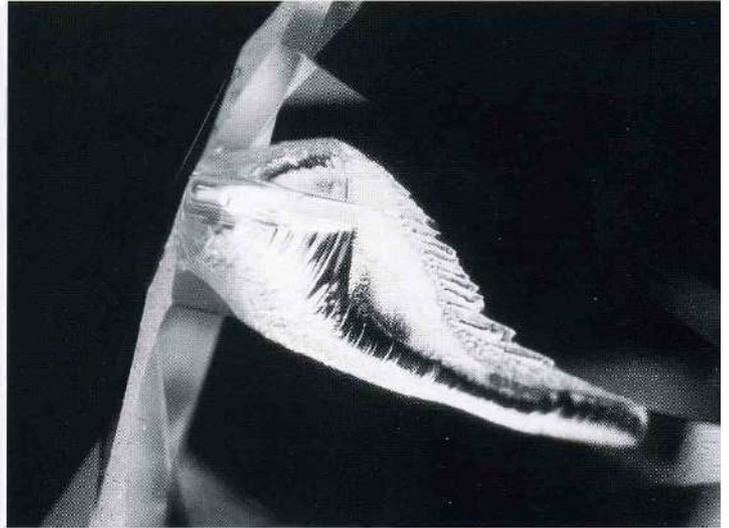
An getragenen Diamanten werden mehrere Beschädigungsarten festgestellt. Der verbreitetste Schaden hat seine Ursache im Anschlagen des gefassten Diamanten. Er besteht aus lupen-sichtbaren, kleinen Schlagstellen und Schlagrissen, die an den Ecken und Kanten um die Tafel und auf den Kronenfacetten auftreten. Diese Tragspuren zeigen deutlich, dass Diamanten etwas schlagempfindlich sind (Abb. 8 und 9).

In selteneren Fällen, als in der Schmuckbranche allgemein angenommen wird, kommen auch grössere Ausbrüche im Rundistbereich vor, dann zumeist bei grossen Diamanten mit sehr schmaler Rundiste (z. B. bei Altschliffen). Dabei begünstigen Fassungen mit weit auseinander liegenden Griffen die Bildung von solchen Ausbrüchen. Während die normalen Schlagrisse nur bei lupenreinen Steinen eine Reinheitsverminderung bewirken, können richtige Ausbrüche einen VS- und SI-Grad durchaus noch verschlechtern.

Ein weiterer Schaden entsteht dann, wenn ein Solitär zusammen mit einer Alliance getragen wird. Da sich die Alliance am benachbarten Finger drehen kann, reibt sie sich gewöhnlich am Solitär an zwei gegenüberliegenden Stellen, je nachdem, wie dieser an den Finger gesteckt worden ist. Das Ergebnis sind weissliche, rauhe Schürfungen, die gelegentlich auch rissartig ausgebildet sein können.

Schlagstellen und Schlagrisse im Unterteil von gefassten Diamanten sind mit sehr grosser Wahrscheinlichkeit nicht Folgen des Tragens. Das Unterteil ist durch die Fassung und den weichen Finger geschützt. Vielmehr sind sie älter und wurden, wie schon erwähnt, in der Schleiferei verursacht.

Kratzer können bei jedem Kontakt mit anderen Diamanten auftreten, also nicht nur an losen Steinen im Lot, sondern auch im gefassten Zustand, beispielsweise im Schmucktui.



Schäden bei der Reparatur und Abänderung von Schmuckstücken

Wie eingangs beschrieben, kommt es unter der Lötflamme des Goldschmieds dann zu oberflächlichen Verbrennungen, wenn der gefasste Diamant nicht genügend entfettet worden ist. Die Borat-Abdeckung kann keinen vollständigen Schutz bieten. Die Folgen sind Brandstellen (Abb. 10).

Die Reparatur von beschädigten Diamanten

Die meisten der hier aufgeführten Schäden lassen sich durch eine sorgfältig ausgeführte Nachpolitur mit geringem Gewichtsverlust beheben. Eingreifendere Schäden verlangen einen vollständigen Umschliff des Steines und kosten mehr als einige

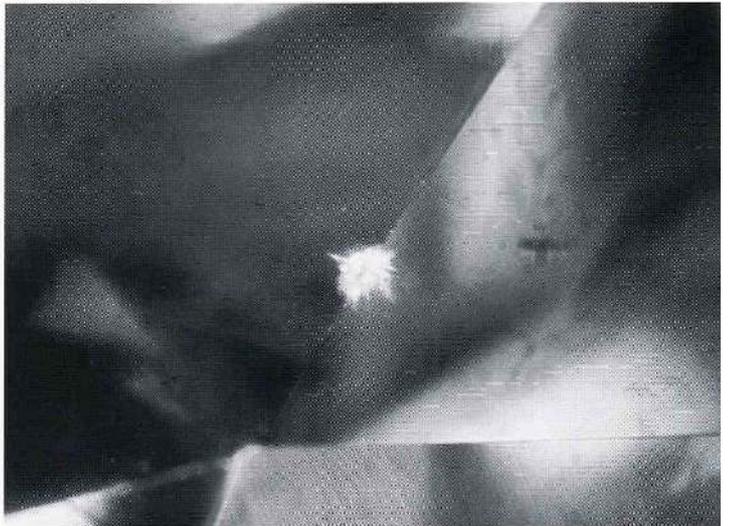


Abb. 7. Komplexer Ausbruch-Katarakt im Unterteil eines Brillanten, entstanden durch Schlageinwirkung vom Oberteil auf die Rundist-Zone. Dunkelfeld 23 \times .

Abb. 8. Tragspuren in Form von kleinen, untielen Schlagstellen auf den Kanten und Ecken einer Sternfacette und feiner Kratzer auf einer benachbarten Hauptfacette. DF 30 \times .

Abb. 9. Schlagstelle auf einer Tafelkante, mit beidseitig ausstrahlenden, relativ tiefen Schlagrissen. DF 46 \times .



Abb. 10. Durch grosslächige Brandstellen weisslich erscheinen der Diamant-Brillant. Brillanz stark verringert.

wenige Punkte an Gewicht. Der Kauf von lupenreinen Diamanten mit knappen Gewichten wie 1.00 ct ist deshalb nicht empfehlenswert, weil selbst eine kleine Retouche unmöglich ist, ohne dass die kritische Gewichtsgrenze unterschritten wird. Für eine erfolgreiche Nachpolitur braucht es einen spezialisierten Diamantschleifer, der Diamanten nicht wie das härteste Material der Welt behandelt, sondern sanft und umsichtig wie rohe Eier. Wenn sich diese Betrachtungsweise in allen Diamantschleifereien durchsetzen würde, käme ein grösserer Anteil an lupenreinen Diamanten auf den Markt.

Im beschädigten Zustand werden Diamanten meistens zwischen VVS 1 und SI 2 eingestuft, sofern sie keine weiteren, inneren Merkmale aufweisen. Die SSEF-Reinheitsgraduierung beinhaltet immer auch die Abklärung einer Verbesserungsmöglichkeit und die entsprechende Empfehlung zur Nachpolitur mit genauer Skizze für den spezialisierten Schleifer. Erst die Nachbehandlung hebt solche Steine schliesslich auf die Reinheitsstufe, die sie schon früher hätten einnehmen können oder die sie einmal besaßen.

Wenn sich im gleichen Arbeitsgang ausser der Reinheit auch der Schliff (Symmetrie, Politur, Rundiste, Kalette) verbessern lässt, so trägt die Empfehlung zur Nachpolitur die entsprechenden Vermerke zuhanden des Schleifers.

Abschliessend lässt sich feststellen, dass die genaue mikroskopische Untersuchung von Schäden an geschliffenen Diamanten in bestimmten Fällen eine Erkennung der Schadenursache ermöglicht. Das SSEF-Labor ist seit Jahren in der Lage, Schadenanalysen durchzuführen. Versicherungsgesellschaften und andere Interessenten haben von dieser Dienstleistung auch immer wieder Gebrauch gemacht.

Verdankungen

Wir bedanken uns bei den Herren B. Christen, A. Guichon, F. Loosli, D. Roux und P. Widmer, alle in Zürich, für ihre fachtechnischen Kommentare und Anregungen. Die Abbildungen 2 und 4 stellte freundlicherweise Herr Guichon zur Verfügung.