

# **Neues von Edelsteinen**

Von

**H. Michel.**

Vortrag, gehalten am 30. März 1927.



Im folgenden soll ein kleiner Ausschnitt aus dem großen Gebiete der Edelsteinkunde gegeben werden, der hauptsächlich wichtigere Veränderungen in der Produktion, neue Vorkommen von Edelsteinen, neue Edelsteine, Verbesserungen in der Herstellung synthetischer Edelsteine und Vervollkommungen in den Untersuchungsmethoden zum Inhalte haben soll.

An die Spitze jeder Behandlung von derartigen Fragen muß man den Diamanten stellen, nicht nur, weil er einer der wertvollsten Edelsteine ist, sondern weil er auch in wirtschaftlicher Hinsicht eine überragende Sonderstellung einnimmt. Die Summe, die etwa alljährlich (mit einer merkwürdigen Konstanz) für neugewonnene Diamanten angelegt wird, beträgt gegen 250 Millionen Mark (ungefähr 12 Millionen englische Pfund), und einen ähnlich großen Umsatz an Neuprodukten erzielt kein anderer Stein. Zudem ist der Diamantenmarkt gerade in dieser Zeit interessanter als je geworden, weil sich gewichtige Verschiebungen sowohl in der Produktion wie in der Finanzierung der Produktion vollziehen, die vielfach auch in entstellter Form ihren Weg in die Tagesblätter genommen haben und so geeignet sind, falsche Vorstellungen und

Befürchtungen bei den Diamantenbesitzern hervorzu-  
rufen.

Um diese Verschiebungen in ihrer wirklichen Größe und Bedeutung zu verstehen, soll ein kurzer Überblick über die Entwicklung der Produktionsverhältnisse in den afrikanischen Gewinnungsgebieten gegeben werden. Diamanten fand man in Südafrika zuerst im Jahre 1867 im Flußsande des Oranjeflusses, und diese "river diamonds" spielen seither eine nicht unbedeutende Rolle. Sie wurden später auch in dem Flußgebiete des Vaal gefunden und haben namentlich in den letzten Jahren und Monaten eine steigende Bedeutung erlangt. Hier liegen die Diamanten auf sekundärer Lagerstätte. In ihrem Muttergesteine wurden sie auf der Hochebene zwischen Vaal und Oranje im Jahre 1870 das erstemal gefunden. Kleine Hügel, Kopjes genannt, bestehen dort aus einer oberflächlich gelbbraun erscheinenden, leicht verwitternden lockeren Breccie, in der die Diamanten liegen. In der Tiefe dieser mit nahezu senkrechten Wänden in die Tiefe setzenden Schlötausfüllungen findet sich das unzersetzte Gestein, eine Breccie, die in der Hauptsache aus Brocken und Gemengteilen eines sehr interessanten basischen dunklen Gesteines, der Kimberlites, besteht; zu den wesentlichen Übergemengteilen dieses Gesteines gehört der Diamant. Das Magma muß explosionsartig die überlagernden Schichten durchschlagen und so die Durchschlagsröhren mit der zertrümmerten Breccie erfüllt haben. Diese Breccie gibt

durch Verwitterung die oberflächlich gelbbraun, darunter blaugrün erscheinende locker struierte Masse, die als yellow ground und blue ground bekannt ist.

Etwa 150 solcher röhrenförmiger Vorkommen sind nach und nach bekannt geworden, von denen aber nur 16, darunter 11 mit gutem Erfolge, bebaut werden. Der Diamant ist außerordentlich spärlich vorhanden, so daß das Mengenverhältnis zwischen Diamant und abgebautem Gestein etwa bei 1:4,000.000 bis zu 1:36,000.000 liegt. Erst ein langwieriger Aufbereitungsprozeß führt daher zur Gewinnung der Diamanten aus dem Muttergesteine. Der Querschnitt der Schlotausfüllungen ist elliptisch bis kreisähnlich, die Dimensionen der Durchmesser betragen im Mittel 100 bis 300 m, in der Tiefe sinkt der Durchmesser oft zu kleineren Werten herab (Kimberleymine oberflächlich  $275 \times 185$  m, in einer Tiefe von 600 m nur mehr  $80 \times 120$  m).

Diese Diamantfelder wurden in Form von „claims“ verliehen, das sind Quadrate von etwa 9·5 m Seitenlänge. Niemand durfte mehr als zwei claims besitzen, der Kaufpreis betrug anfangs 7·6 Mark, stieg aber später bedeutend und erreichte Summen von etwa 6500 englische Pfund, sogar vereinzelt 10.000 bis 15.000 Pfund. Die einzelnen Minen hatten etwa 600 bis 1500 claims, die nebeneinander gesondert bebaut wurden. Das ging nur kurze Zeit, dann waren die stehengelassenen Wände zwischen den claims einsturzfähig und es mußte schließlich der Betrieb ein-

heitlich zusammengefaßt und geführt werden. Dieser Übergang vom Zwerghetrieb der kleinen claim-Bearbeiter zu riesigen Aktiengesellschaften vollzog sich innerhalb weniger Jahre, Zeltlager wuchsen in der gleichen Zeit zu großen Städten. Schon 1888 waren nur mehr die großen Betriebe tätig, die sich zu der De-Beers-Gesellschaft vereinigten, die ein Aktienkapital von etwa 4,000.000 englischen Pfunden besaß und Weltgeltung genoß.

Seit dieser Zeit besteht als Grundlage des ganzen Diamanhandels auf der Welt, der durch ein Syndikat mit dem Sitze in London erfolgt, das Prinzip, nicht mehr Diamanten zu fördern und auf den Markt zu bringen, als der Markt gern und willig aufnimmt. Dieses Prinzip setzt eine große Gesellschaft voraus, die imstande ist, nahezu die gesamte Weltproduktion zu übernehmen und sie entsprechend diesem Grundsatz dem Markte zufließen zu lassen. Werden neue Vorkommen gefunden, dann muß natürlich mit den Vertretern dieser Vorkommen ein Abkommen getroffen werden, und es ergeben sich bis zur Erreichung der Übereinstimmung „Krisen“. Solche Krisen sind mehrfach eingetreten. So um die Jahre 1897 bis 1902, als die gewaltigen und dabei billig zu gewinnenden Vorkommen in Transvaal bei Pretoria erschlossen wurden. Im Jahre 1907 war völlige Einheit hergestellt; seit dem Jahre 1909 wurden größere Mengen von Diamanten in Deutsch-Südwestafrika gefunden, auch diese Funde konnten einige Jahre später von dem

Londoner Syndikat in seine Preispolitik einbezogen werden. Nach dem Kriege übernahm die Anglo American Corporation die Produktion in Deutsch-Südwestafrika durch Gründung der Consolidated Diamond Mines of S. W. A. und der Vertreter dieser Gruppe erlangte von diesem Stützpunkte aus eine so übertragende Stellung im Diamantwelthandel, daß es gelang, das alte Londoner Syndikat zu sprengen und unter Führung der neuen Gruppe ein neues Syndikat zu gründen, bei dem stark amerikanisches Kapital (P. Morgan) beteiligt ist und das wieder einen sehr bedeutenden Teil der Weltproduktion kontrolliert. Die Kriegsverhältnisse und die Krise nach dem Kriege, die erst im Jahre 1925 dadurch ihren Abschluß gefunden zu haben schien, daß das neue Syndikat ab 1. Jänner 1926 für fünf Jahre nahezu die gesamte Weltproduktion zu übernehmen verpflichtet ist, bedingten naturgemäß stärkere Schwankungen in den Diamantpreisen, die aus der beigegebenen Produktionstabelle ersichtlich sind.

Kaum schien die Ruhe hergestellt (das neue Syndikat kontrollierte die Produktion von Deutsch-Südwestafrika, Südafrika, Angola, Westafrika, Belgisch-kongo sowie bedeutende Anteile der river diamonds, zusammen etwa 90 % der Welterzeugung), wurde neue Unruhe auf dem Diamantenmarkt durch die Aufindung neuer Lagerstätten von river diamonds und verstärkte Ausbeutung dieser Felder erzeugt. Das Syndikat war gezwungen, verhältnismäßig sehr große

Mengen von river diamonds aufzunehmen, und es ergab sich dadurch starke Überproduktion an Diamanten. Wie stark die Produktionsverhältnisse verschoben wurden, ergibt sich aus den folgenden Zahlen, in denen eine auffallende Steigerung der Produktion an river diamonds zum Ausdruck kommt. Die Tabelle zeigt außerdem die Bedeutung der einzelnen Hauptfundgebiete für den Weltmarkt und ist den Arbeiten von G. F. Kunz entnommen, welchem die verlässlichsten Daten zur Verfügung stehen. (Im Jahre 1927 ist die Produktion an river diamonds noch gestiegen und sie betrug im Februar 180.050 Karat, März 197.248 Karat und im April 236.249 Karat.) In dieser kritischen Situation wurde ein Kontrollgesetz geschaffen, welches die Südafrikanische Republik ermächtigt, die Produktion an Diamanten weitgehend zu kontrollieren und dadurch solche krisenhafte Zustände zu vermeiden. Das Gesetz wurde im Herbst 1927 angenommen und erscheint tatsächlich geeignet, wieder eine gewisse Ruhe auf dem Diamantenmarkte herzustellen, so daß die altbewährte Preispolitik des Syndikates, welche eine mindestens stabile, eher aber wert-erhöhende Wirkung hatte, weitergeführt werden kann, bis wieder neue Fundgebiete erschlossen werden und der Handel um die Kontrollrechte von neuem beginnt.

Das sind die tatsächlichen Grundlagen der vielfach widersprechenden Nachrichten über die Vorgänge auf dem Diamantenmarkte.

# Weltdiamantproduktion (in metrischen Karat).

	Südafrikanische Union			Südwest-Afrika	Kongo	Angola	Goldküste	Brasilien (x)	Britisch-Guiana	Borneo	Indien	Süd-Rhodesia	Tanganyika	Neu-Süd-Wales	Zusammen	Karatpreis
	Gruben-Diamanten	Alluvial-Diamanten	Zusammen													
1912	5,016,658	189 731	5,206,389	(n)	—	—	—	139,175	(a) 6 099	(n)	28	587	—	2 289	5,334,517	—
1913	5,088 970	211,514	5,300,484	(n)	15,515	—	—	—	(a) 11,119	(n)	116	998	—	5 573	5,383 805	43 s 8
1914	2,727 558	147,742	2,875,300	(n)	23,877	—	—	—	(a) 13,716	(n)	55	1 005	—	1 580	2,915,533	—
1915	5,859	100,269	106,128	(n)	48,935	—	—	11,803	(b) 3,678	(n)	36	—	—	839	171,419	—
1916	2,236,490	172,065	2,408,555	(n)	53,940	1,300	—	84,004	16,409	(n)	20	1,021	—	1,901	2,584,250	—
1917	2,731,544	187,845	2,979,389	(n)	99,907	4 130	—	(n)	17,908	(n)	29	619	—	2,991	3,104,973	—
1918	2,457,409	147 242	2,604 651	(n)	164,188	14,070	—	(n)	14 196	(n)	73	450	—	1,784	2,926,312	—
1919	2,441,503	215,148	2,656,651	462 180	215,489	48,504	—	(n)	16,706	966	312	386	—	1,774	3,442,968	—
1920	2,385,178	227,333	2,612,511	606,424	225,450	93,529	215	(n)	39,362	410	85	243	—	1,706	3,579,935	113 s 4
1921	676,482	151 553	828,035	171,321	172,936	106,719	1,798	(n)	102,603	1,770	126	177	—	1,563	1,387,039	—
1922	465,634	203 925	669 559	144,156	250,292	98,683	6 535	(n)	163 640	1,840	171	256	—	1 000	1,386 132	—
1923	1,808 689	244,406	2,053,095	433,229	414 954	94 478	23 342	(n)	214,474	1,077	115	542	—	175	3,235 418	—
1924	2,152 843	287,555	2,440,398	492 696	548,274	118,016	53,035	14,612	185,585	(n)	67	595	—	285	3,853,042	—
1925	2,180 871	239 257	2,430,128	514,956	883,903	126,575	(x) 77,314	21,008	132 895	(n)	48	189	440	210	4,297,226	66 s
1926	2,303,784	808,329	3,217,967	(n)	(e) 1,100 000	150,000	152,148	(n)	(n)	(n)	(n)	105	(e) 7,000	(n)	—	69 s

(a) Fiskaljahr, April bis März des folgenden Jahres. — (b) April bis Dezember. — (c) Schätzungsweise. — (d) Ziffern nicht zu ermitteln. — (e) Ausfuhr.

Relativ gering ist die Gefahr einzuschätzen, die dem Diamantenmarkte aus der Möglichkeit einer synthetischen Darstellung der Diamanten droht. Die Synthese des Diamanten ist mit solchen experimentellen Schwierigkeiten verbunden, daß nur sehr geringe Aussicht besteht, den Diamanten mit den uns zur Verfügung stehenden Mitteln synthetisch herstellen zu können. Obwohl die Badische Anilin- und Sodafabrik große Hilfsmittel gewährt hat und Prof. O. Ruff außerordentlich viele Möglichkeiten mit diesen Hilfsmitteln erprobt hat, worüber in einer zusammenfassenden Arbeit 1917 berichtet wurde, beurteilt er die Aussichten, den Diamanten synthetisch darzustellen, sehr skeptisch. Versuche, bei denen Drucke unter 1000 Atmosphären und Temperaturen unter 1600° zur Anwendung gelangen, hält er für so gut wie aussichtslos.

In den letzten Jahren ist im Handel öfter ein blauer Zirkon aus Siam aufgetaucht, der in alten Saphirgruben in größerer Menge gefunden wird. Der Fundort soll etwa 200 km nördlich Bangkok liegen. Es sind stark abgerollte Stücke, ab und zu sind noch Kristallflächen zu bemerken. Die rohen Stücke zeigen eine matte stumpfblaue Farbe, im geschliffenen Zustande erscheint der Stein in einem schönen zarten blau mit effektvollen bunten Lichtern an den Kanten und Facetten. Untersucht man den Stein im polarisierten Lichte oder mit einem sogenannten Dichroskop, so kann man feststellen, daß der Farbton des Steines abhängig ist von

der kristallographischen Richtung und daß neben dem reinen Blau ein zweiter Farbton zu beobachten ist, der am besten als schmutzig fleischfarben bezeichnet werden kann. Der Stein muß demnach so verschliffen werden, daß bei der Betrachtung senkrecht zur Tafelfläche der blaue Ton rein erscheint. Diese charakteristische Erscheinung des Farbenwechsels, je nach der Richtung (Pleochroismus) ist bezeichnend für den blauen Zirkon und ebenso das starke Farbenspiel an den Facetten und Kanten, das der geschliffene Stein zeigt. Das Farbenspiel hat seine Ursache in den großen Unterschieden der Lichtbrechung, welche sich für das rote bis violette Licht des Spektrums (Dispersion) ergeben. Das eintretende weiße Licht wird im Stein in seine farbigen Anteile zerlegt und die verschiedenfarbigen Farbenbündel gehen im Stein einen verschiedenen Weg. Wird der Stein mit Brillantschliff versehen, so hat das zur Folge, daß ein ähnlich lebhaftes Farbenspiel auftritt wie beim Diamanten. Mit dem Diamanten verbindet den blauen Zirkon weiter die absolute Höhe der Lichtbrechung. Die Zirkone haben nächst dem Diamanten die stärkste Lichtbrechung aufzuweisen.

Als diese Steine in den Handel kamen, waren sie schwer verkäuflich, da sich in allen Edelsteinkunden die Angabe findet, daß beim Zirkon alle Farbenvarietäten vertreten sein könnten, nur die blaue nicht. Man war daher der Meinung, daß kein Zirkon vorliegen könne, und, als die Identität mit dem Mineral Zirkon festgestellt war, der Ansicht, daß es ein künstlicher Zirkon wäre.

Schließlich bleibt auch noch die Möglichkeit, daß die blaue Farbe durch irgendwelche physikalischen Vorgänge an andersfarbigen Zirkonen hervorgerufen werden könnte. (Vergl. S. 45.)

Die physikalischen Eigenschaften sind die der sogenannten schweren Zirkone. Es hat sich nämlich in der Zirkongruppe die merkwürdige Erscheinung gezeigt, daß das spezifische Gewicht zwischen den Werten 4,0 und 4,7 schwanken kann. Im Zusammenhang damit zeigen auch die Werte für die optischen Konstanten größere Differenzen. Für diese großen Verschiedenheiten des spezifischen Gewichtes hat man mehrere Erklärungen gegeben, darunter auch die, daß möglicherweise ein noch unbekanntes Element in den Mineralien der Zirkongruppe in wechselnden Mengen enthalten sein könnte. Nun ist in der Tat in den letzten Jahren auf Grund der Theorien, die der bekannte dänische Physiker Nils Bohr, ein Nobelpreisträger, entwickelt hat, im Zirkon das neue Element Hafnium gefunden worden, welches etwa das doppelte Atomgewicht des Zirkones hat. Bohr hatte behauptet, daß es nur 14 sogenannte seltene Erden geben könne, so daß das Element mit der Ordnungsnummer 72, eben das unbekanntes Element, das nachträglich Hafnium genannt wurde, keine seltene Erde mehr sein könne und Analogien zu dem Elemente Zirkonium zeigen müßte. In der Tat wurde es dort durch De Coster und Hevesy gefunden und erhielt nach der alten Bezeichnung Hafnia für Kopenhagen, die Vaterstadt Bohrs, den Namen

Hafnium. Es ist in manchen Zirkonen bis zu 15 % vorhanden, und es ist klar, daß der Eintritt eines im Atomgewichte so stark verschiedenen Elementes auch starke Unterschiede im spezifischen Gewicht und in den physikalischen Eigenschaften bedingen muß.

Die blauen Zirkone haben eine Reihe interessanter Erscheinungen gezeigt. Man weiß seit langem, daß hellbraune Zirkone durch Glühen entfärbt werden können und daß die sogenannten Maturadiamanten zum Teil solche geglühte und dadurch entfärbte Zirkone sind. Allerdings kehrt die Farbe nach einiger Zeit, meist Jahren, wieder, und das verhindert die praktische Auswertung dieser Erscheinung. Auch die blauen Zirkone können durch Erhitzen verfärbt werden, sie verlieren dann die blaue Farbe, nehmen zunächst einen schmutzig fleischfarbenen Ton an und werden schließlich schwach gelblichbraun. (Erhitzen in Luft.)

Läßt man den blauen Zirkon im Dunkeln liegen, so zeigen sich an manchen Stücken nach einiger Zeit Flecken, welche durch Belichtung mit Sonnenlicht aber leicht zum Verschwinden gebracht werden können. Es lag nahe, anzunehmen, daß diese Erscheinung mit dem Gehalt des Zirkones an radioaktiven Substanzen zusammenhängen könnte, der mehrfach in Zirkonen verschiedener Fundorte angetroffen wurde. Die Radioaktivität der Zirkone ist so allgemein verbreitet, daß um die hauptsächlich in granitischen Gesteinen als Übergemengteil stark verbreiteten kleinen Zirkonkriställchen in geologisch alten Gesteinen sogenannte pleochroitische

Höfe auftreten, die auf den Zerfall der radioaktiven Elemente im Zirkon zurückzuführen sind. Es ist das Verdienst des Göttinger Mineralogen Professor O. Mügge, diese Fragen durch sorgfältige Untersuchungen geklärt zu haben. Vielfach konnten solche pleochroitische Höfe zur Bestimmung des geologischen Alters der Gesteine herangezogen werden, indem die Reichweite der  $\alpha$ -Strahlen der radioaktiven Elemente in Beziehungen zu den Dimensionen der pleochroitischen Höfe gesetzt wurden.

Die Verfärbungserscheinungen, die gelegentlich bei den blauen Zirkonen, wie oben bemerkt, zu beobachten waren, gaben Anlaß dazu, die blauen Zirkone im Wiener Institut für Radiumforschung mit Radiumstrahlen zu behandeln, und es zeigten sich bei den von Prof. K. Prziham und dem Schreiber dieser Zeilen angestellten Versuchen neben Verfärbungserscheinungen auch typische Lumineszenzerscheinungen.

Unter Lumineszenz versteht man die Eigenschaft, unter Einwirkung gewisser physikalischer Vorgänge eigenes Licht bei Temperaturen auszusenden, welche unter der Glühtemperatur liegen. So sendet z. B. der Smaragd, wenn er mit einer starken elektrischen Lichtquelle durchleuchtet wird, bei Zimmertemperatur ein eigenes rotes bis blauviolett Licht aus, er zeigt Photolumineszenz, Rubine leuchten auf, wenn sie von ultravioletten Strahlen getroffen werden, ebenso unter Kathodenstrahlen, und die systematische Auswertung der mannigfachen Lumineszenzerscheinungen unter ver-

schiedenen physikalischen Einwirkungen gibt uns ein ausgezeichnetes und reich verwertbares Bestimmungsmaterial in die Hand, mit Hilfe dessen wir eine große Anzahl von Fragen lösen können. Es ist nicht nur die Farbe des Lichtes, sondern auch die Dauer der Erscheinung, die Intensität, und öfters eine zu beobachtende Polarisation des Lumineszenzlichtes bestimmungstechnisch verwertbar. Von den verschiedenen Arten der Lumineszenz kommen hauptsächlich die Lumineszenz unter der Einwirkung von ultravioletten Strahlen, Kathodenstrahlen, Röntgenstrahlen und den  $\beta$ - und  $\gamma$ -Strahlen der Radiumstrahlung (Becquerelstrahlen) in Betracht. Die dabei auftretenden Erscheinungen sind nicht nur in der Richtung brauchbar, daß die verschiedenen Edelsteine sich verschieden verhalten, sondern es lassen sich in einer Reihe von Fällen auch die einzelnen Fundorte durch geänderte Lumineszenzerscheinungen trennen, wie z. B. die Saphire von Ceylon, indische Saphire, australische Saphire und Montana-Saphire, bei denen auch die Untersuchung der Einschlüsse wertvolle Anhaltspunkte gibt. Unter Kathodenstrahlen z. B. erscheinen die Ceylon-Saphire in einem weinroten Lichte, während indische Saphire und australische Saphire diesen roten Ton nicht zeigen. Auch zur Unterscheidung künstlicher Edelsteine von den natürlichen lassen sich die Lumineszenzerscheinungen mit Erfolg verwenden.

Bei Bestrahlung mit einem 612 mmg Radiumelement enthaltenden Präparate leuchtete nun der blaue

Zirkon mit starkem hellblauen Licht auf und zeigte auch noch nach Tagen ein starkes Nachleuchten. Bei längerer Bestrahlung mit Becquerelstrahlen (den  $\beta$ -Strahlen und  $\gamma$ -Strahlen der Radiumstrahlung) verfärbt sich der blaue Zirkon zunächst zu einem schmutzig fleischfarbigen Ton und nach einigen Tagen zu einer rotbraunen Farbe. Auch die durch Erhitzen entfärbten Steine nehmen diese rotbraune Färbung an. Die verfärbten Steine leuchten durch längere Zeit nach, und wenn das Nachleuchten aufgehört hat, kann es durch Erwärmen des Steines wieder erweckt werden. Diese Thermolumineszenz, das ist die Eigenschaft, beim Erwärmen unter der Glüh-temperatur Licht auszusenden, fehlt dem nicht mit Radiumstrahlen behandelten blauen Zirkon. Der gleiche Effekt wird erzielt, wenn nach Aufhören des Nachleuchtens der Stein belichtet wird. Auch dann tritt neuerliches Leuchten ein, wofür Prof. Przi- bram die Bezeichnung Radiophotolumineszenz eingeführt hat. Durch längeres und stärkeres Erhitzen sowie durch Belichten mit einer starken Lichtquelle verliert der rotbraun verfärbte Zirkon diese Farbe und nimmt seine ursprüngliche blaue Farbe wieder an.

Die Erörterung der Frage nach den Ursachen dieser merkwürdigen Verfärbungs- und Lumineszenz-erscheinungen würde zu weit führen, soviel kann aber im Prinzip gesagt werden, daß es wohl die in das Material eingedrungenen Elektronen sind, welche die Erscheinung hervorrufen. Die Elektronen sind kleinste Teilchen, versehen mit negativer elektrischer Ladung,

die den Strom der Kathodenstrahlen wie auch der  $\beta$ -Strahlen der Radiumstrahlung bilden und anomale Zustände, Störungen in den Atomen hervorrufen. Solche Störungen können im Kristallverbände lange Lebensdauer erhalten. Die Rückkehr in den normalen Zustand kann mit Lichtaussendung unter gleichzeitiger Entfärbung eintreten. Durch Erwärmung oder Belichtung kann dieser Prozeß beschleunigt oder, wenn er zum Stillstand gekommen ist, neuerlich angeregt werden. Es sind also Vorgänge im atomistischen Bau des Materials, welche zu Lumineszenz und Verfärbung führen.

Die blauen Zirkone gewinnen in letzter Zeit immer mehr an Bedeutung und es hat sich ihr Preis von etwa 1 Dollar pro Karat auf 3 Dollar erhöht. G. F. Kunz hat den Namen „Starlit“ für diesen schönen Stein vorgeschlagen, der an das Blinken eines Sternes am Nachthimmel erinnern soll.

Die Steine werden, wie mehrfache Berichte aus der letzten Zeit erkennen lassen, nicht in ihrer schönen blauen Farbe gefunden, sondern als braune, abgerollte Kristallstücke den Edelsteinseifen von Siam nördlich Bangkok entnommen. Es ist ein größeres Bruchstück von 525 Karat gefunden worden, die Durchschnittsgröße der Stücke ist relativ hoch, so daß im Handel oft Stücke bis zu 40 Karat zu treffen sind. Die braunen Steine werden nach einem Berichte von G. F. Kunz in einem Schmelztiegel während 6 bis 8 Stunden den Dämpfen eines Gemisches von Kaliumferröcyanid und Kobaltnitrat ausgesetzt, ohne selbst in das Feuer zu

kommen. Nach dem Schleifen werden sie abermals 5 bis 20 Minuten derart behandelt. Bemerkenswert ist, daß die blauen Zirkone angeblich nur in Siam einwandfrei geschliffen werden können. Tatsächlich weiß der Verfasser, daß zahlreiche Schleifereien sich außerstande erklären, die hohe Politur zu erreichen, welche die in Siam geschliffenen Steine zeigen, doch sollen in der letzten Zeit auch Idarer Schleifereien gute Erfolge beim Schleifen der Zirkone erzielt haben. Sehr wichtig ist mit Rücksicht auf den starken Pleochroismus (stahlblau zu schmutzig fleischfarben) die richtige Anlegung der Tafelfläche senkrecht zur kristallographischen Hauptachse.

Neben dem blauen Zirkon kommen aus Siam in der letzten Zeit sogenannte Maturadiamanten, die aber mit Diamanten nichts zu tun haben. Es sind vielmehr wirkungsvolle farblose Zirkone, bezüglich deren Lichtbrechung und Farbenzerstreuungsvermögen dasselbe gilt wie für den Starlit. Leider sind diese farblosen Steine häufig durch Glühen schwach bräunlicher Zirkone erhalten worden und der schwach bräunliche Farbton kehrt nach einiger Zeit wieder. Gewissenhafte Händler verkaufen deshalb die Steine erst nach einer vielmonatigen Lagerung, nach der die bräunlich gefärbten Steine ausgeschieden werden können. Durch den Glühprozeß wird anscheinend der Glanz der Steine erhöht, so daß die mit gutem Brillantschliff versehenen Steine außerordentlich gute optische Wirkungen geben. Der Schliff darf allerdings nicht mit den beim Diamanten

üblichen Flächenwinkeln erfolgen, sondern muß etwas abweichend davon angelegt werden (vgl. Deutsche Goldschmiedezeitung, Nr. 37 aus 1926). Den oben erwähnten Namen Maturadiamant soll man für farblose Zirkone nicht verwenden, da er irreführend wirken kann. Die Kunst, schwach bräunlich gefärbte Zirkone durch Glühen zu entfärben, ist sehr alt und ebenso die naive Vorstellung, daß farblose Zirkone „unreife Diamanten“ seien, welche noch nicht den hohen Grad der Verfestigung eines Diamanten erreicht hätten.

An weiteren neuen Edelsteinen ist im Handel seit einiger Zeit ein etwas in der Farbe abweichender Smaragd aus Brasilien zu treffen. Im Jahre 1915 wurden ausführlich neue Smaragde beschrieben, welche im Süden der Provinz Bahia bei Villa do Bom Jesus das Meiras gefunden wurden. Später sind dann auch aus dem Staate Minas Geraes (Rio Doce oder Belle Horizonte) Smaragde in den Handel gekommen, und gegenwärtig kommt das meiste schleifwürdige Material von diesem letzten Fundorte. Die Steine haben einen etwas fremden Eindruck gemacht, weil sie einmal außerordentlich rein sind, nahezu völlig frei von Einschlüssen, dann weil sie auch in der Farbe etwas von den sonst im Handel befindlichen Smaragden abweichen. Entweder erscheinen die Steine mehr bläulichgrün oder mehr gelblichgrün, aber nur sehr selten in der satten Farbe kolumbischer Smaragde. Diese Umstände haben viele Juweliere bewogen, die brasilianischen Smaragde anfänglich abzulehnen und ihre Echtheit zu bezweifeln.

Auch wurde durch die etwas abweichende Färbung und das dadurch bedingte abweichende Verhalten der brasilianischen Smaragde unter verschiedenen Strahlenarten und in farbigem filtrierte Licht eine Diskussion darüber ausgelöst, ob es nicht ratsam wäre, diesen Smaragden einen eigenen Namen zu geben, wie das etwa bei dem „Heliodor“ aus Deutsch-Südwestafrika (einem grünlichgelben Beryll) geschehen ist. Dazu ist aber die Farbgleichheit mit den anderen Smaragden zu groß, und man wird deshalb zweckmäßig diese Steine Smaragde nennen müssen, allerdings ihre Herkunft aus Brasilien im Namen erwähnen müssen. Im Handel hat sich anscheinend die Bezeichnung „brasilianischer Smaragd“ schon völlig eingebürgert, woran der Umstand nichts zu ändern vermochte, daß früher einmal grüne Turmaline aus Brasilien als „brasilianische Smaragde“ bezeichnet wurden.

Man hat den brasilianischen Smaragd auch als synthetischen Smaragd oder als Imitation angesehen. Beides ist unrichtig; synthetischen Smaragd gibt es im Handel überhaupt keinen. Wohl sind wissenschaftliche Versuche gelungen, den Smaragd synthetisch darzustellen, und zuletzt hat die Farbenindustrie A. G. in Deutschland (Bitterfeld) solche synthetische Smaragdkriställchen hergestellt. Es sind scharfe Kristallsäulchen, die sich durch lebhaft rote Lumineszenz in Kathodenstrahlen auszeichnen.

Alles was im Handel gelegentlich als synthetischer Smaragd auftaucht, ist kein Smaragd, sondern ein glasiges

Ersatzprodukt, das als mehr oder weniger gelungen bezeichnet werden kann. Es gibt Berylliumaluminiumsilikatgläser von recht guter Farbenwirkung, auch relativ großer Härte; doch ist es noch nicht gelungen, diesen Gläsern auch die spektroskopisch zu erfassenden Eigentümlichkeiten zu verleihen, welche den Smaragd auszeichnen. Das Spektrum des Smaragdes besitzt einen Anteil an langwelligem roten Lichte, der den Imitationen (Gläsern, Dubletten mit färbender Zwischenschicht wie etwa Tecladubletten oder „Teclasmaragden“) aber auch vielen anderen grünen Edelsteinen fehlt. Dadurch gelingt es, den Smaragd über einer Serie von Lichtfiltern in charakteristisch abweichender Farbe erscheinen zu lassen, so daß er bei Verwendung einer solchen Filterserie, die in einer Filterlampe (nach den Vorschlägen des Verfassers und G. Riedls) zusammengefaßt ist, sicher und rasch von anderen grünen Steinen und Imitationen unterschieden werden kann.

Die Produktion an Smaragden ist ziemlich gering. Namentlich ist der Anteil an guten Steinen relativ sehr klein, so daß der exorbitant hohe Preis wirklich schöner Smaragde verständlich erscheint, der den Preis für feine Diamanten weitaus übersteigt. Die gesamte kolumbische Produktion (Muso) wandert nach Paris. In 20 Monaten wurden 256.000 Karat gewonnen, darunter nur 2% wirklich erstklassige Steine und 16% gute Steine. Von einer Produktion von 58.290 Karat waren 722 Karat große erstklassige Steine, 2280 Karat kleine erstklassige Steine und 127 Karat ganz kleine

erstklassige Steine, der Rest war zweit- und drittklassig. Im Jahre 1924 erlag bei der kolumbischen Regierung eine Produktionsmenge von nur 152.000 Karat.

Die Ausbeute an Uralsmaragden war in den letzten Jahren während des Krieges und nach dem Kriege nahezu Null, erst im vorvergangenen Jahre wurden wieder Smaragde gewonnen, die ihren Weg nach New York nehmen und im Jahre 1927 schon einen Wert von 1 Million Dollar erreicht haben sollen.

Einen ungewöhnlichen Eindruck „neuer Edelsteine“ machen auch die Opale, die in den Jahren um 1920 in Oberungarn bei Czerwenitza, jetzt auf tschechoslowakischem Gebiete, gewonnen und gefärbt wurden. Es wurden unscheinbare Opale mit verschiedenen Farbstofflösungen und schließlich mit Substanzen wie Canada-balsam und anderen Stoffen getränkt, um das Entweichen der färbenden Lösungen zu verhindern oder zu verzögern. Man hat derart himbeerrote oder tintenblaue Opale erzeugt, die einen ganz fremden Eindruck machten, aber auch das natürliche Farbenspiel mancher Stücke zu erhöhen vermocht.

Viel Anklang scheinen die Steine nicht gefunden zu haben, weil sie rasch aus dem Handel verschwanden und nur selten zu sehen sind.

Über die Methode der Darstellung synthetischer Edelsteine hat der Verfasser im Jahre 1914 in den Schriften dieses Vereines berichtet. Es ist daher wohl überflüssig, diese Methode hier nochmals zu behandeln. Seither ist sowohl bezüglich des Verfahrens wie bezüg-

lich der Mannigfaltigkeit der Form und Färbung der erzielten Produkte manche Verbesserung erzielt worden, worüber die folgenden Zeilen Auskunft geben.

Die Veränderbarkeit der Form des Tropfens ist wichtig, weil die technische Verwendung der künstlichen Korunde immer mehr zunimmt und es hiebei große Vorteile bietet, bereits in der Form der Schmelzbirnen die geforderten Dimensionen vorzubereiten. Als Lagersteine für alle Arten von Uhren, Elektrizitätszählern, Wassermessern, Kompassen, Waagen und dergleichen technischen Instrumenten sind die künstlichen Korunde, namentlich der lichtrote Rubin und der farblose Saphir, den natürlichen Korunden überlegen. Es sind mehrfach praktische Versuche gemacht worden, in denen gleiche Apparate bei gleicher Belastung mit künstlichen und natürlichen Korund-Lagersteinen beschickt wurden und nach dreimonatiger Laufzeit die Abnützung gemessen wurden. Die natürlichen Steine hatten eine zwei- bis viermal größere Abnützung und wiesen auch untereinander große Unterschiede auf. Man kann dem Schmelztropfen, der sich auf einem dünnen Stiele aus dem Sinterkegel erhebt, welcher auf dem tönernen Stifte des Ofens entsteht, durch geeignete Verstellung der Dimensionen der Flamme und gesteigerte oder geschwächte Materialzufuhr beliebige Form geben. Meist dauert es einige Zeit, bevor sich der stielartige Ansatz der Birne bildet, manchmal entstehen zwei solcher Ansätze, von denen der eine unterdrückt wird. Im weiteren Verlaufe des Prozesses kann dann die

Form beliebig gestaltet werden. Ein Teil der Birnen wird außerordentlich dick und groß erzeugt, Tropfen bis zu 300 Karat sind in den Bitterfelder Werken erhalten worden, auch ganz lange dünne Birnen sind herstellbar.

Um das die Qualität schädigende Auftreten von deutlichen Zuwachsstreifen zu vermeiden und die optische Orientierung in den Birnen günstig zu verändern, wurden von den Bitterfelder Werken Verfahren erdonnen, nach denen während des Wachsens der Tropfen eine Rotation stattfindet, sowie der Pulverfall nicht in taktmäßigem Rythmus, sondern kontinuierlich erfolgt. Diese Verfahren (D. R. P. 284.258) vermögen wohl nicht die optische Orientierung zu beeinflussen, die optische Achse der Tropfen verläuft wie bei den anderen Birnen meist unter Winkeln von 30 bis 45° gegen die Längsachse der Birnen geneigt, wohl aber sind die Zuwachsstreifen sowohl in der Intensität wie auch in ihrer Form günstig zu beeinflussen. Es entstehen bei der Rotation Birnen, die eine reiche Oberflächenskulpturierung haben, die Zuwachsstreifen sind infolge der besseren Durchmischung des Materials schwächer sichtbar und mehr gerade gestreckt. Prof. Ruff in Breslau hat ein Verfahren ausgearbeitet, nach welchem der Tropfen bei schwach wechselnder Längsachse des Tropfens gedreht wird und die Abkühlung bei Kleinstellung der Flamme und Drehen erfolgt. Durch dieses Verfahren (D. R. P. 395.419 vom 16. März 1922) soll die optische Orientierung so beeinflusst werden, daß

die optische Achse normal oder parallel zur Längsachse des Tropfens verläuft.

An neuen Produkten sind in der letzten Zeit, nachdem die blauen, violetten, orangegelben, zitronengelben Varietäten in allen Abstufungen erzeugt werden konnten, neben den zweifarbenen grünroten alexandritartigen Saphiren auch rein grüne Saphire hergestellt worden, die eine wesentliche Bereicherung der Farbenskala darstellen. Wie Dr. Dreibrodt und Dr. Espig berichten (Deutsche Goldschmiedezeitung 1925, Nr. 40) bildete der alexandritartige Korund das Ausgangsprodukt. Beim Erwärmen auf 200 bis 300° nimmt dieser Stein eine prachtvolle intensiv grüne Farbe an, die beim Abkühlen wieder in Graugrün übergeht. Das hängt mit der Verschiebung des Absorptionsmaximums aus dem Gelb in das Gebiet des Rot zusammen, die bei der Erwärmung eintritt. Es mußte diese Verschiebung des Absorptionsmaximums bei Zimmertemperatur fixiert werden, und das gelang durch Zusatz von Kobalt, Magnesia und Zink (D. R. P. 390.794). Außer diesen vom alexandritartigen Korund abgeleiteten grünen Saphiren werden noch gelblichgrüne Saphire erzeugt, deren Färbung durch Kombination der für blaue und gelbe Saphire nötigen färbenden Zusätze (hauptsächlich Nickel, Eisen, Titan) herbeigeführt wird (D. R. P. 385,374). Die Schweizer Werke Swiss Jewel Co. A. G. in Locarno haben gleichfalls grüne künstliche Saphire hergestellt, die seit einigen Jahren im Handel vorkommen.

Diese Steine tauchten als „künstliche Turmaline“ auf, weil sie anfangs die ausgesprochene Farbe eines grünen Turmalines zeigten. Solche grüne Korunde in sehr verschiedenen Farbenabstufungen geben bei natürlichem Lichte eine gute Farbe, bei künstlichem Lichte kommt ausnahmslos ein unangenehmer bräunlichgelber Farbton hinzu, der die Steine unansehnlicher erscheinen läßt. Die dunkelgrünen Steine, die wohl aus der Schweiz stammen, haben ein spezifisches Gewicht von  $s = 3.98 - 4.00$ , die Brechungsquotienten liegen bei 1.762 bis 1.770. Vom Turmalin unterscheiden sie sich durch ihren schwächeren Pleochroismus blaugrün—gelbgrün, absolut genommen ist der Pleochroismus stark. Die hellen grünen Steine aus den Bitterfelder Werken haben ein spezifisches Gewicht von  $s = 3.96 - 3.99$  gezeigt, die Brechungsquotienten liegen bei 1.765 bis 1.773.

Unter ultravioletten Strahlen luminesziert der grüne künstliche Korund dunkelrot, in Kathodenstrahlen dunkelorange, leuchtet aber nicht nach. Becquerelstrahlen bringen ihn nicht merkbar zur Lumineszenz. Der natürliche grüne Korund gibt in allen drei Strahlengattungen keine merkbaren Erscheinungen.

Der bräunlichgelbe Nebenton, der bei künstlicher Beleuchtung auftritt, äußert sich auch in einer Veränderung des Pleochroismus bei künstlichem Lichte, der Stein zeigt einen Pleochroismus grünlichgelb zu grünlichbraun. Das ist in Verschiedenheiten des Absorptionsspektrums begründet, welche es verhindern,

daß der grüne Korund als Ersatzstoff für Smaragd verwendet werden könnte. Der Smaragd zeigt eine deutliche Schwächung des gelben Anteiles des Spektrums zwischen 6100 und 5750 Å, die dem grünen Korunde fehlt, der zwischen 6900—4800 Å alle Farbtöne aufweist. Außerdem hat der Smaragd eine Photolumineszenz, die dem Korunde fehlt. Über der Filterscheibe, welche der Verfasser mit G. Riedl für die rasche Erkennung grüner Steine zusammengestellt hat (Annalen d. Naturh. Mus. Wien 1925 S. 169) verhält sich der grüne Korund charakteristisch von allen anderen grünen Steinen verschieden.

Der grüne Korund kann also bei aller Schönheit dem Smaragde nicht gefährlich werden. Dieses Schicksal teilt er mit dem alexandritartigen Saphir, der gleichfalls den natürlichen Alexandrit nicht zu ersetzen vermag, obwohl er ein ähnliches Spektrum mit Absorptionsmaximum im Gelb und Blau besitzt. Wenn schon der eigenartige graugrüne Farbton im natürlichen Lichte und der weinrote Ton im künstlichen Lichte bezeichnend genug sind, so gibt der Pleochroismus noch stärkere Unterscheidungsmerkmale. Der alexandritartige Saphir zeigt bei natürlichem Lichte die Farben blaugrün (graugrün) zu gelbgrün, der Alexandrit die Farben dunkelgrün, gelbgrün, himbeerrot, im künstlichen Lichte zeigt der alexandritartige Saphir die Farbtöne bläulichrot zu gelblichrot, der Alexandrit die Farben dunkelgrün, rotgelb, dunkelrot. Es fehlt also dem alexandritartigen Saphir im natürlichen Lichte das rot,

im künstlichen Lichte das grün des Alexandrites. Dazu kommt noch eine eigentümliche Erscheinung. Diese im Dichroskop fehlenden Farbtöne erscheinen hauptsächlich an den Kanten des alexandritartigen Saphires im reflektierten Lichte. Während also im durchfallenden Lichte (bei Tageslicht) der Stein graugrün erscheint, treten im reflektierten Lichte rote Nebentöne auf und ebenso bei künstlichem Lichte neben dem Weinrot graugüne Nebentöne im reflektierten Lichte.

Im ultravioletten Lichte erscheint der alexandritartige künstliche Saphir lebhaft rosarot, in Kathodenstrahlen zeigt er je nach der Intensität der Farbe rosa Töne oder orangegelbe bis düsterrote Farbe, Becquerelstrahlen erregen ihn nicht merkbar. Der Alexandrit luminesziert in ultraviolettem Licht schwach dunkelrot, in Kathodenstrahlen orangegelb bis rot (dunkelrot).

Auch in der Gruppe der künstlichen Spinelle sind Neuerungen zu verzeichnen. Vor einigen Jahren wurde ein hellblauer, stark lichtbrechender Stein als synthetischer Aquamarin angeboten,\*) der sich als synthetischer hellblauer Spinell erwies und seither in mannig-

---

\*) Ungefähr zur gleichen Zeit wurde auch der blaue Zirkon von Siam in den Handel eingeführt, der anfangs öfter als „siamesischer Aquamarin“ angeboten wurde, so daß plötzlich neben dem wirklichen Aquamarin zwei Kategorien anderer Aquamarine gehandelt wurden. Neuerdings kommen aus Siam Nachrichten, daß der synthetische hellblaue Spinell seinen Weg dorthin als „synthetischer blauer Zirkon“ gefunden habe. Es ist das ein Musterbeispiel dafür, wie unrichtige Bezeichnungen entstehen und sich einbürgern können.

facher Abtönung rein hellblau, grünlichblau, meergrün im Handel zu haben ist. Das spezifische Gewicht der Steine beträgt  $s = 3.628$  bis  $3.660$ , der Brechungs-exponent liegt bei  $n = 1.73$ . Die Steine zeigen starke Spannungsdoppelbrechung mit fleckigem Auslöschen unter gekreuzten Nicols. Unter ultravioletten Strahlen luminesziert der Stein mittelstark lichtrot, in Kathodenstrahlen leuchtet er hellblau, erscheint ganz durchsichtig und leuchtet lebhaft hellblau nach, unter Becquerelstrahlen luminesziert er hellblau. (Der dunkelblaue künstliche Spinell leuchtet in ultraviolettem Lichte stark rot, in Kathodenstrahlen leuchtet er grellrot zum Unterschiede vom natürlichen blauen Spinell, der in Kathodenstrahlen dunkelgrün erscheint.) Die Steine sollen auch aus Material erhalten werden, welches die Zusammensetzung eines Aquamarines hat, offenbar gehen beim Schmelzprozesse die gemengten Substanzen nur teilweise in das Schmelzprodukt ein.

Noch interessanter ist ein dunkelgrüner Spinell, der bei künstlichem Lichte eine braunrote Färbung annimmt und deshalb als „Alexandrit“ angeboten wird, und zwar nicht als synthetischer Alexandrit, unter welchem Namen man meist den alexandritartigen Saphir versteht, sondern als echter natürlicher Alexandrit, weil er durchaus das dunkle Russischgrün des Alexandrites bei Tageslicht zeigt. Auch dieses Material ist ein Spinell, der sich durch die flach bogenförmigen Anwachsschichten, die Blasenführung, als künstlich hergestellt erweist. Das spezifische

Gewicht schwankt zwischen  $s=3.626$  und  $s=3.68$ , der Brechungsexponent liegt bei  $n=1.73$  bis  $1.733$ . Im künstlichen Lichte erscheinen grüne Farbtöne ganz ähnlich wie beim alexandritartigen künstlichen Saphir im reflektierten Anteile des Lichtes. Starke Spannungsdoppelbrechung mit fleckiger Auslöschung zeichnet auch diese Steine aus. Über den Filtern der erwähnten Filterlampe erweist er sich verschieden vom Alexandrit. In ultraviolettem Lichte leuchtet der Stein lebhaft rot, in Kathodenstrahlen grellrot. Nachleuchten zeigt sich nicht. Der natürliche grüne Spinell erscheint dagegen in Kathodenstrahlen dunkelgrün. Beide Arten von Spinellen stimmen auch in der Härte völlig mit der des Spinelles überein.

Nach wie vor bleibt das rascheste und sicherste Mittel zur Erkennung synthetischer Steine die Untersuchung der Einschlüsse. Jeder Fortschritt in der Herstellung synthetischer Steine führt auch zur Vervollkommung und Verbesserung der Untersuchungsmethoden, so daß die Vermehrung der Farbenvaritäten synthetischer Steine keine Gefahr für den Edelsteinhandel bedeutet.

---