

# Künstliche Edelsteine.

Von

**Dr. Hermann Michel.**

---

Vortrag, gehalten den 11. November 1914.

Mit einer Abbildung im Texte.



Die künstliche Darstellung der Edelsteine hat nicht nur ein großes praktisches Interesse — es ist ja heute die Edelsteinindustrie ein wirtschaftlicher Faktor für eine ganze Reihe von Gewerben und Industrien — sie ist auch auf das innigste mit der Entwicklung der wissenschaftlichen Lehre von der Entstehung, von den Bildungsbedingungen und Existenzbedingungen der Mineralien überhaupt verknüpft. Deshalb sollen auch hier nicht nur jene Edelsteine besprochen werden, deren künstliche Darstellung zu praktischen Zwecken gegenwärtig gelingt, sondern es werden auch andere Edelsteine in den Kreis unserer Betrachtungen gezogen werden, deren Darstellung heute nur ein wissenschaftliches Interesse bietet; die Zahl dieser letzteren Edelsteine ist übrigens ganz bedeutend größer als die der ersteren. Wenn also auch die letzteren Steine gegenwärtig nur wissenschaftliches Interesse beanspruchen können, so weiß doch niemand, an welchem Tage sich das wissenschaftliche Interesse in ein praktisches verwandeln wird, und auch aus diesem Grunde scheint es geboten, jene Edelsteine mit in unsere Besprechungen einzubeziehen und dabei eben hauptsächlich die Frage zu erörtern, welche Aussichten für die nächste Zukunft bestehen, daß auch diese Edel-

steine Gegenstand der industriellen künstlichen Darstellung werden.

So alt auch die Versuche sind, die edlen Steine künstlich darzustellen, so kurz ist doch die Zeit, in der diese Versuche greifbare Erfolge zeitigten. Das hat seinen Grund darin, daß die Lehre von der Entstehung der Mineralien, die Mineralsynthese, erst im letzten Jahrhundert zu einer solchen Entwicklung kam, daß dadurch auch für den Spezialzweig der Mineralsynthese, die Darstellung der künstlichen Edelsteine, eine sichere Basis geschaffen wurde. Da der Synthese, als dem umgekehrten Vorgang der Analyse, die Analyse immer vorausgehen muß, die uns Aufschluß über die Zusammensetzung eines Körpers gibt, mußte auch die Chemie, namentlich die analytische Chemie eine gewisse Höhe erreicht haben, bevor die Versuche zur künstlichen Darstellung der Edelsteine von Erfolg begleitet sein konnten. Diese Vorbedingungen waren etwa zu Anfang des vorigen Jahrhunderts gegeben; in diese Zeit fallen die ersten erfolgreichen Versuche zur Darstellung der Korundvarietäten.

Von den mannigfaltigen Methoden der Mineralsynthese wurde zur Darstellung der Edelsteine fast nur die Bildung aus dem Schmelzflusse bei hohen Temperaturen benützt. Und zwar wurden mehr oder minder oft kristallisationsfördernde Zusätze verwendet, sogenannte Kristallisatoren. Die Methoden der Mineralsynthese, die Apparate, deren man sich bei diesen Versuchen bedient, und die allgemeinen Erfolge der

Mineralsynthese sind an dieser Stelle<sup>1)</sup> bereits besprochen worden, es soll im folgenden in kurzen Zügen eine Übersicht über den gegenwärtigen Stand der Darstellung von Edelsteinen gegeben werden. Zunächst werden jene beiden Edelsteinarten besprochen werden, deren Darstellung zu praktischen Zwecken heute gelingt, das sind der Korund mit seinen verschiedenen Varietäten sowie der Spinell, daran soll sich die Besprechung jener Edelsteine schließen, die man zwar wissenschaftlich einwandfrei darstellen kann, deren Darstellung zu praktischen Zwecken aber heute noch auf vorläufig nicht überwindbare Hindernisse stößt. Wie schon erwähnt, war der erste Edelstein, dessen Darstellung mit Erfolg durchgeführt werden konnte, der

### **Korund.**

Der Korund ist namentlich in seiner roten Varietät, dem Rubin, dem sagenumwobenen Karfunkel des Mittelalters, seit alters hoch geschätzt; daneben erfreut sich auch die blaue Abart, der Saphir, großer Beliebtheit. Demgemäß waren diese beiden Arten zunächst das Ziel der Versuche zur künstlichen Darstellung der Korunde. Die chemische Analyse ergibt, daß die Korunde zum überwiegendsten Teile aus Aluminiumoxyd ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) bestehen, dem nur wenige Procente, ja häufig nur Bruchteile von Prozenten anderer Gemengteile beigemischt sind, die die wechselnde Färbung

<sup>1)</sup> Dr. E. Dittler: Zweck und Ergebnisse der Mineralsynthese. Vereinsschriften, 52. Bd. 1912.

bedingen. Während man die Rotfärbung des Korundes durch Beimengung von geringen Mengen Chromoxyd leicht erreichen kann, machte die Darstellung der blauen Varietät erheblich größere Schwierigkeiten.

Wir wollen im folgenden zunächst die Versuche besprechen, die zur industriellen Darstellung der roten Abart der Korunde, des

### Rubins

geführt haben. In den vierziger Jahren des vorigen Jahrhunderts gelang es dem Chemiker Gaudin in Paris, farblose Kriställchen von Korund dadurch herzustellen, daß er ein fein gepulvertes und geglühtes Gemenge von Alaun und Kaliumsulfat in einem mit Kienruß verschmierten Tiegel erhitzte. In der Folgezeit wurden diese Versuche vielfach wiederholt, und zwar wurde als färbender Zusatz Chrom in seinen verschiedenen Salzen, meist in Verbindung mit Kalium verwendet. Praktische Erfolge erzielten jedoch erst die beiden Chemiker Frémy und Feil, welche in den siebziger Jahren des vorigen Jahrhundert arbeiteten. Durch Erhitzung eines Bleialuminates in sehr kiesel-säurereichen Tiegeln erhielten sie beim Erkalten des Tiegels zwei Schichten an der Innenwand, eine äußere aus Bleisilikat bestehend, sowie eine innere, reichlich mit Korundkriställchen bedeckte Schicht. Durch Zusatz von 2—3 % Kaliumdichromat bekamen diese Kriställchen schön rote Färbung; ebenso erzielten sie durch Einwirkung von Aluminiumfluorid und Baryum-

fluorid aufeinander unter Zusatz von Kaliumdichromat Rubinkriställchen. Diese sogenannten Frémyschen Rubine haben eine sehr charakteristische Gestalt; es sind ganz dünne Täfelchen, welche nach der Basis abgeplattet sind und am Rande die bedeutend schwächer entwickelten Rhomboederflächen zeigen. Zumeist sind auf einem größeren Individuum mehrere kleinere Tochterindividuen in paralleler Stellung aufgewachsen, ein Umstand, der namentlich die Verwendung dieser Kriställchen zu Schmuckzwecken stark beeinträchtigte; zudem waren auch nur äußerst selten genügend große Kristalle erhalten worden. Eine weitere Reihe von Versuchen anderer Forscher vermochten keinen Einfluß auf die praktische Lösung des Problems zu nehmen. Erst als Frémy nunmehr zusammen mit Verneuil seine Versuche fortsetzte, waren wieder Erfolge zu verzeichnen. Hauptsächlich verwendeten sie Fluorbaryum, Fluorcalcium und Kryolith unter Zusatz von Chromsäure, um Tonerde zum Kristallisieren zu bringen. Die gesamten Erfahrungen beider Forscher wurden im Jahre 1891 in einem längeren Artikel niedergelegt, in welchem alle jene Bedingungen angegeben wurden, welche zwecks einer erfolgreichen Darstellung von Korund nach den Methoden von Frémy und Verneuil erfüllt werden müssen. Namentlich ist es nötig, mit größeren Quantitäten zu arbeiten und die Schmelzdauer möglichst zu erhöhen, weiters bewähren sich Kalisalze als Schmelzmittel gut. Durch Beobachtung dieser Vorschriften erhielt man größere Kristalle, die sich in Schmuckstücken verarbeiten ließen

und als „rubis scientifiques“ bezeichnet wurden. Gleichwohl waren diese Kriställchen noch verhältnismäßig sehr klein, zudem war ihre Färbung häufig nicht einwandfrei.

Noch bevor Frémy und Verneuil ihre Versuche veröffentlicht hatten, waren in den Jahren 1882 und 1883 eine große Menge von Rubinen auf den Markt gebracht worden, die als „Genfer Rubine“, „rubis de Genève“ bezeichnet wurden und die mit zirka 100 Mark pro Karat bezahlt wurden. Man vermutete von diesen Rubinen, daß sie aus kleineren Stücken und Schleifabfällen zusammenschmolzen wurden, Sichereres erfuhr man darüber nichts. Nach einigen Jahren verschwanden diese Rubine aus dem Handel, doch tauchten in den neunziger Jahren wiederum Rubine auf, von denen man mit Sicherheit erfuhr, daß sie auf die oben angegebene Weise erzeugt wurden; und zwar war es ein Chemiker namens Michaud, der sie zuerst herstellte. In den nächsten Jahren sank der Preis dieser Rubine von etwa 100 Mark bis auf Bruchteile einer Mark pro Karat herab. Heute sind derartige Steine nur selten erhältlich, dagegen hat sich der Name „rekonstruierte Rubine“ erhalten und wird heute vielfach irrtümlich auf die synthetischen Rubine angewendet.

Bevor wir die Methode beschreiben, nach der heute allgemein Rubine und alle anderen Korundvarietäten dargestellt werden, sei kurz einer Methode gedacht, nach der ebenfalls Korundkriställchen erhalten werden können. Wie Goldschmidt gefunden hat,



setzen sich die Oxyde von gewissen Metallen mit Aluminiumgries (feinkörnigem Rohaluminium) unter so starker Wärmetönung zu dem Metall und Aluminiumoxyd um, daß dabei das Metall flüssig wird. Zur Erreichung einer genügend hohen Temperatur, um diesen Prozeß in Gang zu bringen, bedient man sich einer geeigneten Zündkirsche; dieses Verfahren, das in der Technik mit großem Erfolg verwendet wird und das als Goldschmidtsches Thermitverfahren bezeichnet wird, liefert nun ebenfalls Korundkriställchen, die je nach dem verwendeten Metall verschiedene Färbung besitzen, aber stets für die Praxis keine Bedeutung besitzen, da sie zu klein und zu unrein sind.

Zu der gegenwärtig erreichten Höhe der industriellen Darstellung von Korundvarietäten führte das von Prof. Verneuil durch systematische Versuche gefundene Verfahren. Dieses besteht im Prinzip darin, daß auf ein Stäbchen aus gebrannter Tonerde ein Knallgasgebläse mit feiner Öffnung gerichtet und durch den Strom des Gebläses selbst ein feines Pulver von der Zusammensetzung der gewünschten Varietät in die Flamme geblasen wird; das geschmolzene Pulver schlägt sich auf dem Stäbchen nieder und erstarrt kristallin. Das Ausgangsmaterial wird bei diesem Verfahren in eine mit einem feinen Sieb als Boden versehene und in das Gebläse eingebaute Büchse gebracht, die durch einen elektrischen Hammer in regelmäßigen Intervallen erschüttert wird. Die dabei herausfallenden geringen Quantitäten des Pulvers werden in dem senk-

recht gestellten Gebläse von oben nach unten getrieben und gelangen nach Passierung der aus der feinen Öffnung hervorstechenden Flamme auf den tönernen Stift. Zunächst lagert sich meist das Material in unregelmäßig geformten gesinterten Massen an, später erstarrt jedoch ein solches Tröpfchen derart kristallin, daß die weiter durch das Gebläse zugeführte Substanz sich in derselben kristallographischen Orientierung anlagert und so durch Stoffzufuhr von oben her sich auf der tönernen Unterlage ein Schmelztropfen bildet, der ein einheitlich orientiertes Individuum darstellt. Der Tropfen ist an seinem unteren Ende ganz dünn und wird nach oben zu immer breiter. Manchmal verrät sich durch auftretende Kristallflächen die Tatsache, daß diese birnenförmigen Tropfen einheitliche Kristalle darstellen, meist ist jedoch nur eine solche Kristallfläche in beliebiger Lage an dem Tropfen vorhanden. Wichtig ist bei diesem Verfahren, daß die Berührungsfläche der geschmolzenen Masse mit der Unterlage möglichst klein sein muß, damit nicht Risse auftreten, daß keine Überhitzung stattfinden darf und daß das Schmelzgut ganz allmählich in feinsten Form zugeführt werden muß. Der tönernerne Stift, auf dem der Tropfen aufwächst, ist demnach oben möglichst gut zugespitzt und so verstellbar, daß er stets in der richtigen Höhe und genau senkrecht unter dem Gebläse steht. Ein Arbeiter kann eine ganze Reihe nach diesem Verfahren von Verneuil gebauter Apparate bedienen.

Als Ausgangsprodukt verwendet man aus Ammoniumtonerdealaun ausgefälltes und geglühtes Aluminiumoxyd, dem die entsprechende Menge des Färbemittels zugesetzt wird. Man setzt, um die Rotfärbung des Schmelztropfens zu erzielen, je nachdem erwünschten Ton bis zu  $2\frac{1}{2}\%$  Chromoxyd zu und kann, um eine innigere Vermischung mit dem Aluminiumoxyd zu erzielen, der Lösung von Ammoniumalaun eine entsprechende Menge von Chromalaun beimengen, so daß durch die Fällung und das Glühen das Chromoxyd mit dem Aluminiumoxyd gleichzeitig erhalten wird. Wichtig ist es, jede Spur von Eisen fernzuhalten, da sonst das Produkt eine unangenehm bräunlichrote Färbung erhält.

Bedeutend schwieriger gelang, selbst als man Rubine schon in großer Vollkommenheit darstellen konnte, die Darstellung der blauen Abart, des

### Saphirs.

Man hatte zwar schon frühzeitig bei den Versuchen zur Darstellung des Rubins ab und zu blaugefärbte Kriställchen erhalten, doch war es nicht möglich gewesen, diese Färbung willkürlich herzustellen. Man nahm an, daß das Chromoxyd in einer anderen Oxydationsstufe die Blaufärbung verursachen könne, eine Ansicht, die auch in der jüngeren Zeit durch Versuche von Woehler und Kraatz-Koschlau sowie Bordas gestützt wird. Ebenso war es einige Male gelungen, durch Zusatz von Kobaltsalzen Blaufärbung zu erzielen; beide Möglichkeiten wendete man an, als es sich

darum handelte nach derselben Methode Saphire herzustellen, nach der man künstliche Rubine erhalten kann.

Namentlich versuchte man Kobaltsalze als Färbemittel zuzusetzen, doch gelang es nicht, die erwünschte Blaufärbung zu erreichen; es mischte sich das Färbemittel nicht mit der Tonerde und ebenso wenig erzielte man bei der Verwendung von Chromsalzen Erfolge. Erst als L. Paris und A. Verneuil dem Gemenge noch Magnesiumsulfat beimengten, erhielten sie ein blaugefärbtes Produkt, doch ergab die Untersuchung desselben, daß nicht ein Korund vorlag, sondern daß das Produkt die Zusammensetzung des Minerals Spinell hatte. Im Handel ist dieses Produkt als künstlicher, blauer Spinell erschienen, es hat auch den Namen „Hope Saphir“ erhalten. L. Paris konnte auch durch Zusatz von Kalksalzen und bei Verwendung von Kobaltsalzen als Färbemittel ein blaues Gemenge erhalten, das sich gleichfalls als Spinell, diesmal als Kalkspinell erwies. A. Verneuil hatte bereits die Färbung des blauen Magnesiaspinells durch Zusatz von Titansäure neben den Kobaltsalzen verbessern können und es gelang ihm, beim weiteren Verfolg seiner Versuche den künstlichen blauen Saphir dadurch zu erhalten, daß er der Tonerde  $1\frac{1}{2}\%$  Eisenoxyduloxyd und  $\frac{1}{2}\%$  Titansäure beimengte. Verschiedene Vorkommen von Saphir in der Natur machen es sehr wahrscheinlich, daß wenigstens bei einem Teil der natürlichen Saphire das gleiche Färbemittel angenommen werden kann.

Neben rotem und blauem Kunstkorund werden gegenwärtig eine ganze Reihe weiterer Abarten von Korund erzeugt; über die Natur und die Mengen der verwendeten Zusätze herrscht begreiflicherweise einige Unklarheit. Die farblose Art, der sogenannte weiße Saphir gelingt in großer Vollkommenheit, es sind die weißen Kunstsaphire gegenwärtig stark verbreitet und haben den ohnedies sehr schwachen Handel mit weißen Natursaphiren fast völlig unterbunden. Gelbe Varietäten werden wohl durch Zusatz von Eisen, Nickel, Uran, Thallium, Titan erzeugt, violette Arten wohl durch Zusatz von Mangan, Vanadin; außerdem wird eine Abart erzeugt, die fälschlich als „synthetischer orientalischer Alexandrit“ bezeichnet wurde. Es ist dies eine Varietät, welche bei natürlichem Lichte grün mit einem Stich in Graue erscheint, bei künstlichem Lichte jedoch eine himbeerrote Farbe annimmt. Da ein in der Natur vorkommender Edelstein, der Alexandrit, einen ähnlichen Farbenwechsel zeigt, wurde dieses Produkt mißbräuchlich in der oben erwähnten Weise benannt.

Es sind also eine große Anzahl von Korundvarietäten derzeit in ziemlich vollkommener Weise künstlich darstellbar. Man hat sich von allem Anfange dieser neuen Industrie an die Frage vorgelegt, ob es möglich ist und auch möglich bleiben würde, die künstlichen Produkte von den natürlichen Steinen sicher zu unterscheiden und so einer Entwertung der natürlichen Edelsteine vorzubeugen. Da diese Frage ein ziemlich großes wirtschaftliches Interesse beansprucht und für

alle Besitzer von echtem, natürlichem Schmuck wichtig ist, sollen an dieser Stelle auch einige Worte über diesen Punkt gesagt werden.

### **Die Unterscheidung der Kunstkorunde von den Natursteinen.**

Wenn wir an die ganz verschiedenen Bedingungen denken, unter denen sich die natürlichen Korunde und die künstlichen Korunde bilden, läßt sich von vornherein mit Bestimmtheit erwarten, daß sich eine Reihe von Unterschieden zeigen werden, die ihre Ursache in der verschiedenen Genesis der Produkte haben. Die natürlichen Steine bilden sich in mächtigen Gesteinsmassen, es wirken dabei Gase und Dämpfe mit, welche die Kristallisation der Mineralien außerordentlich begünstigen, häufig erst ermöglichen, die Abkühlung geht außerordentlich langsam von statten, ebenso wie das Wachstum der Kristalle sich in wesentlich größeren Zeiträumen abspielt als dies bei den künstlichen Korunden der Fall ist; zudem sind in den natürlichen Steinen eine Reihe von Einschlüssen vorhanden, die infolge Mitwirkung der oben erwähnten Faktoren gesetzmäßig in den Steinen eingelagert erscheinen und vielfach den Natursteinen einen ganz eigenartigen Reiz verleihen. Im Gegensatz zu diesen günstigen Bedingungen, welche bei der Bildung der Natursteine obwalten, bilden sich die Kunststeine unter wesentlich ungünstigeren Verhältnissen; die Wirkung der kristallisationsfördernden Gase und Dämpfe fehlt, die Zeit

zur Bildung der Schmelztropfen ist sehr gering, meist nur wenige Stunden, und namentlich ist die Abkühlungsgeschwindigkeit der Kunstprodukte eine sehr große. Alle diese Faktoren äußern sich in einer Reihe von Fehlern in den Kunststeinen, welche häufig genügen, um eine völlig sichere Erkennung als Kunststeine zu ermöglichen. Bisweilen sind diese Fehler so offensichtlich, daß sie mit freiem Auge aufgefunden werden können, meist lassen sie sich erst durch die Lupe und das Mikroskop erkennen.

Häufig sieht man bereits an den Schmelztropfen am Rande die feinen Zuwachsstreifen, die dadurch entstehen, daß sich Schicht um Schicht beim Wachsen des Schmelztropfens ansetzt. Bei der Untersuchung von Kunstrubinen mit dem Mikroskop sieht man nun außerordentlich häufig sehr feine parallele, mehr oder minder schwach gekrümmte Streifen, welche davon herrühren, daß in den einzelnen Anwachsschichten die Färbung nicht vollkommen gleich ist; es ist zu dieser Beobachtung nur nötig, den Stein in einer günstigen Lage zu untersuchen, so zwar, daß die Anwachsschichten senkrecht geschnitten werden. Durch eine genauere Untersuchung läßt sich auch mit Sicherheit feststellen, ob nicht etwa ein Naturstein vorliegt, bei welchem ebenfalls die einzelnen Anwachsschichten verschiedene Färbung haben können, eine Erscheinung, die als „Zonenstruktur“ bezeichnet wird. Bei Kunstsaphiren sind diese Streifen bedeutend verwaschener und weiter voneinander getrennt.

Weiters sind häufig in den künstlichen Steinen Gasbläschen aufzufinden, die durch ihre Form und ihre Lichtbrechung erkannt werden und als untrügliches Merkmal auftreten. Außer diesen Gaseinschlüssen sind bisweilen noch verschiedene Unreinigkeiten aufzufinden, dagegen fehlen zur Gänze die oben erwähnten orientierten Einschlüsse der Natursteine sowie die in Natursteinen ebenfalls auftretenden Flüssigkeitseinschlüsse. Es sei hier nur nebenbei bemerkt, daß ein genaues Studium der Einschlüsse vielfach sogar die Erkennung des Fundortes des Steines zur Folge hat, eine Tatsache, die bei den oft sehr beträchtlichen Preisunterschieden der Steine von verschiedenen Fundorten nicht unwichtig erscheint.

Daß die Kunstkorunde sich in einer verhältnismäßig sehr geringen Zeit von der Bildungstemperatur bis auf Zimmertemperatur abkühlen, wurde bereits erwähnt und hat zur Folge, das sich in den Kunstprodukten häufig starke innere Spannungen zeigen. Oft kommen diese dadurch zum Ausdruck, daß die Schmelztropfen in Stücke zerspringen, welche meist nach einer in der Längsrichtung der Tropfen verlaufenden Ebene getrennt sind; manchmal äußern sich diese Spannungen scheinbar ohne äußere Ursache, meist erst beim Schleifen der Produkte. Die Steinschleifer erklären oft mit großer Bestimmtheit, daß sie beim Schleifen der Steine mit Sicherheit die natürlichen und künstlichen Steine auseinanderhalten könnten, da sich die künstlichen Steine namentlich beim Polieren widerspenstig zeigen und sich



nur schwer polieren lassen; besonders gilt dies vom blauen Saphir. Bei der mikroskopischen Untersuchung findet man als Folgen dieser inneren Spannung oft Risse und Sprünge. Daß die Schmelztropfen meist nach einer Ebene zerspringen, die der Längsrichtung der Tropfen parallel geht, hat eine tiefere Bedeutung. In den Korundkristallen gibt es nämlich eine Richtung, in welcher der bei den einzelnen Varietäten verschiedene Farbenton am reinsten zur Geltung kommt. Diese Richtung, in welcher Lichtstrahlen beim Durchgang nur einfach gebrochen werden, während sie in allen anderen Richtungen Doppelbrechung erfahren, ist die Richtung der sogenannten „optischen Achse“ und läßt sich mit Hilfe einiger optischer Untersuchungsapparate leicht feststellen. Die Natursteine werden nun zumeist so verschliffen, daß die größte Fläche des Steines, die Tafelfläche senkrecht auf dieser Richtung steht, weil dann beispielsweise die rote Farbe des Rubins oder die blaue Farbe des Saphirs am besten zur Geltung kommt. Nun verläuft bei den künstlichen Schmelztropfen die Richtung der optischen Achse meist schief zur Längsrichtung der Tropfen und wenn der Schleifer bei den zersprungenen Tropfen die größte auftretende Fläche, das ist in diesem Falle die Trennungsfläche der Teile des Tropfens, zur Tafelfläche wählt, wie dies meistens geschieht, schleift er die Tafelfläche nicht senkrecht zu dieser günstigen Richtung der optischen Achse an, sondern schief und dadurch erhalten die geschliffenen Kunststeine oft einen unangenehmen Stich in der Färbung.

Wenn schon diese Merkmale in den meisten Fällen genügen, um eine Unterscheidung von Natursteinen und Kunststeinen zu ermöglichen, so steht uns doch noch ein weites Untersuchungsfeld in anderer Beziehung offen, welches hier nur ganz kurz beleuchtet werden kann.

Behandelt man nämlich natürliche und künstliche Korunde mit verschiedenen Strahlenarten, und zwar namentlich Röntgenstrahlen, Kathodenstrahlen, Radiumstrahlen und ultravioletten Strahlen, so zeigt sich das wichtige Resultat, daß sich die verschiedenen natürlichen Korundvorkommen untereinander sowie auch vielfach von den künstlichen Korunden gleicher Färbung verschieden verhalten. Es läßt sich bei längerer Bestrahlungsdauer ein Unterschied in dem häufig hervorgerufenen Farbenwechsel der Steine feststellen, es verhalten sich jedoch die Steine auch hinsichtlich der sogenannten Lumineszenzerscheinungen verschieden. Während die Verfärbungserscheinungen in der Praxis wegen der langen Dauer und der bisweilen unangenehmen Verfärbungen keine oder doch nur sehr beschränkte Anwendung finden können, sind die verschiedenen Lumineszenzerscheinungen für die Praxis sehr verwendbar.

Als Lumineszenz bezeichnet man die Erscheinung, daß gewisse Substanzen bei der Einwirkung verschiedener äußerer Umstände Licht auszusenden vermögen, ohne daß man sie auf ihre Glüh-temperatur bringt. Als Erreger dieser Lumineszenzstrahlung kommen sehr

verschiedene Ursachen in Betracht, von denen für unsere Zwecke namentlich die oben erwähnten Strahlenarten wichtig sind. Die Ursachen der Lumineszenzerscheinungen sind wohl in feinsten Verunreinigungen der Produkte zu suchen, die entweder mit dem Färbemittel ident sein können, oder aber neben dem Färbemittel vorhanden sind; für die Verfärbungserscheinungen kommen eher Veränderungen der Färbemittel in Betracht, die übrigens durch Einwirkung verschiedener Verfärbungsfaktoren hintereinander oft rückgängig gemacht werden können. Je nach der Dauer der Lumineszenzerscheinungen unterscheidet man zwischen Fluoreszenz und Phosphoreszenz und spricht von ersterer dann, wenn die Lichtaussendung solange andauert wie die erregende Ursache, von letzterer dann, wenn dies länger der Fall ist. Es ist jedoch hervorzuheben, daß beide Erscheinungen ineinander übergehen, von der Temperatur abhängig sind und sich nur quantitativ, nicht qualitativ unterscheiden. Bei der Beobachtung der Lumineszenzerscheinungen unter dem Einflusse verschiedener Strahlenarten sind sowohl in dem Farbenton der Lumineszenzstrahlung als auch in der Dauer der Strahlung Unterschiede zwischen den natürlichen und künstlichen Steinen zu beobachten; doch auch zwischen den einzelnen Vorkommen der natürlichen Steine sind Unterschiede vorhanden, die sich auch durch die Verfärbungserscheinungen bei längerer Einwirkung äußern. Es sind also wohl auch bei den einzelnen Naturvorkommen der Korundabarten die Verunreinigungen an-

derer Natur und die Färbemittel nicht völlig ident. Hier auch nur einen kleinen Überblick über die Mannigfaltigkeit der beobachteten Erscheinungen zu geben, ermangelt uns der Raum. Es sollten diese Methoden nur im Prinzip besprochen werden; jedenfalls gelingt es, durch Kombination aller anwendbaren Methoden in jedem einzelnen Falle eine Unterscheidung zwischen Kunststeinen und Natursteinen durchzuführen, und das ist mit Rücksicht auf die wirtschaftliche Bedeutung der Kunstedelsteinindustrie wichtig. Auch diese Seite des Themas wollen wir kurz streifen.

### **Die wirtschaftliche Bedeutung der Kunstkorunde.**

Der Einfluß der künstlichen Korunde auf den Preis und Absatz der natürlichen Korunde ist vielfach überschätzt worden. Daß dem so ist und die Ereignisse den oft sehr pessimistischen Prophezeiungen nicht oder zum geringsten Teile recht gegeben haben, hat nicht zum letzten eben in dem Umstände seinen Grund, daß eine sichere Unterscheidung zwischen Natur- und Kunstkorunden möglich ist. Die Preise und der Absatz der natürlichen Edelkorunde haben durch die künstlichen Korunde nur eine sehr kleine Beeinträchtigung erfahren, namentlich sind größere und schöne Natursteine noch ebenso wertvoll und gesucht wie früher. Das ist nicht verwunderlich, weil jeder schöne Naturstein seine ganz speziellen und individuellen Eigenschaften besitzt, die dem massenhaft erzeugten Fabrikprodukt stets fehlen werden. Namentlich

sind es der bei den Natursteinen auftretende „Schmelz“ und die „Seide“ (zwei aus dem Edelsteinhandel stammende Bezeichnungen), die den Natursteinen ihren un-nachahmlichen Reiz verleihen.

Infolge der ziemlich großen Produktion an künstlichen Edelsteinen stehen dagegen die Preise für diese ziemlich niedrig. Das Rohmaterial von Rubinen kostete im Anfang dieses Jahres etwa 15 Heller pro Karat mittlerer Qualität, das Karat geschliffenen Kunstrubins kostete im Großhandel etwa 2—4 Kronen je nach Qualität, worunter jedoch nur die Qualität des Schliffes zu verstehen ist, da ja der Preis des Rohmaterials sehr wenig ins Gewicht fällt. Die anderen Varietäten sind etwas teurer; so kostete das Karat weißer geschliffener Saphire etwa 4—6 Kronen, das Karat blauer geschliffener Saphire etwa 6—10 Kronen und ebenso hoch oder etwas höher stellte sich der Preis für die gelben, purpurroten und grünroten Abarten der Kunstkorunde.

Denkt man an die enormen Preisunterschiede zwischen natürlichen und künstlichen Steinen, so wird es ohneweiters klar, daß die Bezeichnung der künstlichen Korunde in einer Weise erfolgen muß, die von vornherein jeden Zweifel darüber ausschließt, welcher Art der vorliegende Stein sei. So einwandfrei nun die Bezeichnung „synthetischer“ Korund etc. in wissenschaftlicher Beziehung ist, so wenig empfiehlt sich diese Bezeichnung für den praktischen Verkehr; für diesen eignet sich vielmehr aus mehrfachen Gründen besser die Bezeichnung „künstliche Korunde“ etc. oder „Kunst-

korunde“ etc. Ebenso soll man die Bezeichnung „echt“ strengstens nur auf die natürlichen Produkte anwenden und sollte nie von dem Kunstprodukte behaupten, daß es ein echter Edelstein sei, weil zum Begriffe echt zweifellos gehört, daß ein Naturprodukt vorliegen muß. Deswegen sollte auch, weil in dieser Beziehung vielfach nicht Klarheit herrscht, stets der Gegensatz „natürlich—künstlich“ in der Fragestellung angewendet werden und nicht der Gegensatz „echt—unecht“.

In mehreren Artikeln wurde darauf hingewiesen, daß Kunstkorunde auch nach Indien, nach Ceylon und den anderen Produktionsländer von Edelsteinen exportiert und dann von dort wieder als „natürliche“ Steine importiert wurden. Bei dem gegenwärtigen Stand unserer Untersuchungsmethoden erscheint ein derartiges Beginnen aussichtslos, zudem wurde durch Einführung eines hohen Schutzzolles sowie durch die Inaussichtnahme eines Einfuhrverbotes für Kunstedelsteine für die nächste Zeit einem Mißbrauche vorgebeugt. Immerhin muß man auch auf derartige Möglichkeiten gefaßt sein und ihnen durch eine gewissenhafte Untersuchung begegnen.

In derselben Vollkommenheit wie Kunstkorunde werden gegenwärtig nur die Arten des

### **Spinells**

künstlich hergestellt. Gelegentlich der Besprechung der Versuche zur Darstellung des blauen Saphirs wurde dies bereits erwähnt. Bei der geringen Bedeutung, die

jedoch diese künstlichen Spinelle haben, braucht hier lediglich darauf verwiesen zu werden. Auch diese künstlichen Spinelle erkennt man als solche.

Im übrigen ist es bis jetzt nicht gelungen, andere Edelsteine als Korund- und Spinellvarietäten in größeren Quantitäten künstlich herzustellen.

Viel umfangreicher ist die zweite Gruppe von Edelsteinen, deren Darstellung wohl in wissenschaftlicher Hinsicht einwandfrei gelingt, die jedoch noch nicht zu praktischen Zwecken dargestellt werden können. Trotzdem muß die Besprechung dieser Gruppe eine viel knappere sein, da diesen Edelsteinen ein bedeutend geringeres wirtschaftliches und praktisches Interesse zukommt. Das meiste Interesse beanspruchte seit jeher von diesen Edelsteinen der Diamant und da er auch als Element an die Spitze der nach dem Tschermakschen System zu besprechenden darstellbaren Edelsteine zu stellen wäre, so soll hier mit der Besprechung des Diamantenproblems begonnen werden.

### **Diamant.**

Die Versuche, den Diamant künstlich darzustellen, reichen bis in das Altertum zurück; namentlich im Mittelalter beschäftigte man sich intensiv mit der Frage. Da man auf einer wissenschaftlich nicht genügend vorbereiteten Basis arbeitete, führten diese Versuche lediglich zu Verfälschungen des Diamanten, unter denen das sogenannte Straßglas besonders bemerkenswert ist,

weil sich diese Nachahmung bis heute erhalten hat und heute noch in Massen zu billigen Bijouteriewaren verarbeitet wird. Das Straßglas (*pi re de strass*) erhält man beim Zusammenschmelzen von Quarz mit Soda, Salpeter, Borax und Mennige, auch andere Mischungen werden angegeben und heutzutage versteht man es, eine ganze Reihe von Bleigläsern herzustellen, welche äußerlich dem Diamanten ziemlich ähnlich sind, jedoch namentlich in der Härte stark von ihm abweichen.

Erst als Lavoisier zeigte, daß der Diamant nichts anderes als reiner Kohlenstoff sei, begann man in systematischer Weise die künstliche Darstellung des Diamanten zu versuchen. So groß nun auch die Zahl dieser Versuche im allgemeinen ist, so gering ist die Zahl der nachgewiesenermaßen erfolgreichen Versuche. Namentlich fehlt es sehr häufig an der Bestimmung gewisser Konstanten der erhaltenen Produkte, die zu einer sicheren Identifizierung unbedingt nötig wären. Aus der großen Reihe der Versuche sollen im folgenden nur jene herausgegriffen werden, welche entweder durch ihre Methode oder durch die dabei erzielten Erfolge besonderes Interesse verdienen. Die ältesten dieser Versuche r hren von Silliman her, doch führten diese nur zur Erzeugung von gewissen Silikatkristallchen, wie Michel Lévy zeigte. Greifbare Erfolge erzielte erst H. Moissan mit seinen Versuchen, bei denen er es unternahm, Kohlenstoff in Eisen zu lösen und dann durch geeignete Versuchsbedingungen den Kohlen-



stoff beim Erkalten als Diamant zu erhalten. Vor ihm hatte bereits der Engländer Marsden ähnliche Versuche gemacht, indem er Silber sowie eine Legierung von Silber mit Platin als Lösungsmittel für Kohlenstoff verwendete und beim Erkalten angeblich Diamanten erhielt.

Moissan war bei seinen Versuchen von der Beobachtung ausgegangen, daß sich in gewissen Eisenmeteoriten Diamantkriställchen finden, und so wie ja auch sonst die Natur die beste Lehrmeisterin ist, fand er einen Weg, auf dem tatsächlich künstliche Diamanten dargestellt werden können. Er kühlte die in einem elektrischen, eigens für diese Zwecke konstruierten Lichtbogenöfen erhaltene Schmelze sehr rasch ab und ahmte auch so die bei den Eisenmeteoriten wahrscheinlichen Entstehungsbedingungen nach. Die erhaltenen Kriställchen sind jedoch sehr klein und die damit verbundenen Herstellungskosten bedeutend höher als der Wert der erzeugten Produkte.

Ebenfalls von natürlichen Verhältnissen gingen J. Friedländer sowie R. Haßlinger und J. Wolf bei ihren Versuchen aus; sie ahmten jene Verhältnisse nach, wie sie wohl bei der Bildung der südafrikanischen Diamanten geherrscht haben mögen. Friedländer verwendete als Lösungsmittel für Kohlenstoff eine Schmelze des Minerals Olivin, das einen wesentlichen Gemengteil des Muttergesteins der südafrikanischen Diamanten, des Kimberlites, bildet, und Haßlinger und Wolf nahmen eine Mischung von der Zusammen-

setzung des Kimberlites selbst als Lösungsmittel. Während Friedländer die Olivinschmelze nur mit einem Kohlestab rührte, trugen Haßlinger und Wolf in die Schmelze direkt Kohlenstoff in Form von Graphit bis zu 2<sup>0</sup>/<sub>0</sub> ein; letztere verwendeten zur Erzeugung der nötigen Temperatur das Thermitverfahren und fanden, daß Zusätze von Titandioxyd die Diamantbildung begünstigen, ein Umstand, der wohl auch in der Natur zutrifft. Auch die so erhaltenen Produkte sind jedoch nur ganz klein und unverwendbar.

Nur bei diesen sich den natürlichen Verhältnissen anlehenden Versuchen wurden mit Sicherheit Diamantkriställchen erhalten; bei einer Reihe weiterer Versuche von Hoyer mann, Burton, Noble sind wahrscheinlich Diamantkriställchen erzielt worden, ebenso hat man in einer Anzahl von Hochofenschlacken des öfteren Produkte gefunden, die man als Diamanten deutete, dergleichen in Stahl. In den letzten Jahren sind Versuche von M. la Rosa bemerkenswert, der Zuckerkohle im tönenden Lichtbogen schmolz und durchsichtige, stark lichtbrechende Kristalle von diamantähnlichem Aussehen erhielt, sowie Versuche von Bolton, der beobachtet haben will, daß beim Durchleiten von Leuchtgas durch eine mit Natriumamalgam überstrichene Röhre bei hoher Temperatur kleine, auf dem Amalgam aufge kittete Diamantpartikelchen wuchsen, also gewissermaßen unter diesen Verhältnissen gemästet werden konnten.

Nur ganz kurz und anhangsweise sei hier auch des Abenteurers Lemoine gedacht, der, die Leicht-

gläubigkeit einer großen Gesellschaft benützend, sich durch seine in schwindlerischer Weise angelegten Versuche ein Vermögen gemacht und durch seine Affäre seinerzeit viel Staub aufgewirbelt hat. Er versteckte in einer aus leicht schmelzbarem Material hergestellten und an der Innenseite seiner Tiegel aufgetragenen Masse Diamanten, die natürlich beim Schmelzen dieser Masse frei wurden und sich dann in der Schmelze vorfanden.

In der letzten Zeit hat sich weiter F. Boismenu, ein französischer Chemiker mit der Erzeugung künstlicher Diamanten beschäftigt. F. Boismenu war in den neunziger Jahren des vorigen Jahrhunderts Leiter einer Calciumkarbidfabrik in Südfrankreich; in den in dieser Fabrik erzeugten Produkten hatte schon Prof. Maumené Diamantkriställchen entdeckt und Boismenu gedachte dieser Sache, die vielfach, namentlich auch von H. Moissan angezweifelt worden war, durch systematische Versuche nachzugehen. Erst im Jahre 1908 kam es dazu; nach verhältnismäßig kurzer Zeit gelang es Boismenu angeblich, schleifbare Diamantkriställchen zu erzeugen und zwar ist das Prinzip seiner Methode folgendes: Durch Elektrolyse von geschmolzenem Karbid bildet sich bei Verwendung von Kohlelektroden am negativen Pol eine zersetzte Masse, in der sich die Diamantkriställchen finden sollen. Es ist jedoch sehr wahrscheinlich, daß keine Diamantkriställchen vorliegen, sondern Karbide, welche in gewissen Eigenschaften, namentlich Härte und Lichtbrechung dem Diamanten nahekommen. Bis heute wartet man ver-

gebens auf eine einwandfreie Bestätigung dieser Versuche sowie auf eine Verwendung der angegebenen Methode für die Praxis.

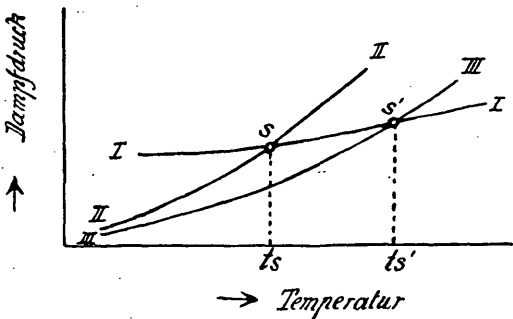
Viel Aufsehen haben in der allerjüngsten Zeit die Versuche von Prof. Lummer in Breslau gemacht, dem es gelang, den Kohlenstoff der Kohleelektroden des elektrischen Lichtbogens zum Schmelzen zu bringen. Prof. Lummer hat eine ausführliche Darstellung seiner Versuche versprochen. Nach den bis jetzt vorliegenden kurzen Berichten schmilzt die Oberfläche der Kohleelektroden bei Erzeugung eines Unterdruckes von etwa  $\frac{1}{2}$  Atmosphäre, beim Erkalten dieser flüssigen Oberfläche bildet sich jedoch Graphit, während man in der Schmelze kubische Kriställchen beobachten kann. Es hat nach der Veröffentlichung der Lummerschen Versuche nicht an Leuten gefehlt, welche erklärten, nunmehr sei das Problem der Erzeugung künstlicher Diamanten gelöst. Aber wie die Erfolge gezeigt haben, trifft dies nicht zu.

Wenn wir uns fragen, wovon die Bildung von Diamanten abhängt, so müssen wir uns gestehen, daß wir hierüber mangelhafter unterrichtet sind als über gewisse andere Minerale, bei denen uns das Experiment zu sicheren Erkenntnissen über die Bildungs- und Existenzbedingungen dieser Minerale geführt hat. Wir haben über die Bildungsbedingungen des Diamanten Vorstellungen, denen nur ein Wahrscheinlichkeitswert, allerdings ein ziemlich hoher, zukommt, und um die gegenwärtigen Ansichten über diese Bil-

dungsbedingungen zu entwickeln, müssen wir etwas weiter ausholen.

Der Diamant ist, wie schon erwähnt, reiner Kohlenstoff; nun ist uns der Kohlenstoff in der Natur auch in anderem Gewande bekannt, er findet sich einmal in amorpher Form als Kohle und im Schungit, in kristallisierter Form im Graphit sowie im Diamant. Der Chemiker nennt die Eigenschaft eines Elementes, in verschiedener Form aufzutreten, Allotropie, der Mineraloge die gleiche Eigenschaft eines Mineralen Polymorphie. Es würde sich also bei der künstlichen Darstellung des Diamanten nur darum handeln, eine Form des Kohlenstoffes in die kristallisierte Form des Diamanten zu überführen. Nun weiß man allgemein, daß die verschiedenen Formen (Modifikationen, Phasen) eines polymorphen Mineralen ganz genau begrenzte Existenzgebiete haben, daß sie nur unter gewissen Temperatur- und Druckverhältnissen bestandfähig (stabil) sind und daß bei Änderung dieser Verhältnisse eine Umwandlung der einen Form in die andere eintritt; diese Verhältnisse kennt man nun beim Kohlenstoff nur mit einiger Wahrscheinlichkeit und die beigegebene Figur soll uns dieselben in einer etwas anschaulicheren Weise darstellen, wobei bemerkt wird, daß das Diagramm für Atmosphärendruck gilt. Das Diagramm stützt sich auf Untersuchungen von Berthelot, Vogel und Tammann, Wallasch und Roth sowie Schenk und Heller.

Auf der wagrechten Achse des Diagrammes sind die Temperaturen, auf der senkrechten Achse die „Dampfdrucke“ aufgetragen. Es sendet nämlich jede Substanz, gleichgültig in welchem Zustande sie sich befindet, Moleküle von ihrer Oberfläche aus, welche in einem geschlossenen Raume einen gewissen Druck erzeugen, der schließlich die Abschleuderung weiterer Moleküle verhindert. Dieser Druck ist meßbar und



heißt Dampfdruck. Es zeigt sich nun, daß dieser Druck sich mit der Temperatur ändert; wenn man die Punkte, welche den zu jeder Temperatur gehörigen Druck darstellen, verbindet, erhält man eine Dampfdruckkurve. Im allgemeinen läßt sich nun sagen: Die nicht beständige (instabile) Modifikation hat bei gleicher Temperatur einen größeren Dampfdruck als die beständige, sie ist die energiereichere Modifikation und hat die Tendenz, sich in die energieärmere Modifikation umzuwandeln. Die Dampfdruckkurven polymorpher Modifikationen fallen demnach nicht übereinander.

Jene Temperatur, bei welcher sich die Dampfdruckkurve der flüssigen (amorphen) Form und die einer festen Form schneiden, ist die Schmelztemperatur dieser Modifikation, da ja nur beim Schmelzpunkte die feste Phase und die flüssige Phase nebeneinander bestehen können, also den gleichen Dampfdruck haben.

Nach dem Gesagten läßt sich also aus der Figur folgendes herauslesen: Vorausgesetzt, daß die Kurve I die Dampfcurve des amorphen (flüssigen) Kohlenstoffes, II die des Diamanten und III die des Graphites ist, zeigt sich, daß bei allen Temperaturen der Diamant gegenüber dem Graphit instabil ist, also die Tendenz haben wird, sich in Graphit umzuwandeln, doch wird mit abnehmender Temperatur diese Tendenz entsprechend dem immer geringer werdenden Unterschied der Dampfdrucke auch immer schwächer werden und immer mehr Zeit zur Umwandlung erforderlich sein; der Schmelzpunkt des Diamanten liegt niedriger als der des Graphits. Beide kristallisierten Modifikationen sind unterhalb der Schmelzpunkte stabil gegenüber dem flüssigen Kohlenstoff. Bei Temperaturen oberhalb  $ts'$  ist demnach nur die Schmelze stabil, bei  $ts'$  scheidet sich Graphit aus.

Es wäre also nach dem Gesagten scheinbar unmöglich, Diamant künstlich darzustellen. Es gelingt uns jedoch oft, eine Schmelze bis unterhalb die Erstarrungstemperatur abzukühlen, ohne daß eine Erstarrung eintritt. Ist es beispielsweise möglich, die Kohlenstoffschmelze bis unter die Temperatur  $ts$ , den Schmelz-

punkt des Diamanten, abzukühlen, so ist jetzt eine Schmelze vorhanden, welche sowohl gegenüber Diamant als auch gegenüber Graphit instabil ist. Nach der Ostwald-Frankenheimschen Stufenregel tritt in einem Systeme von den möglichen Veränderungen zunächst jene Veränderung auf, durch welche ein Minimum an Energie frei wird. In unserem Falle, in welchem sich aus der Schmelze sowohl Diamant wie auch Graphit bilden könnte, wird sich nach diesem Naturgesetz zunächst Diamant bilden, der allerdings die Tendenz besitzen wird, sich in Graphit umzuwandeln. Gelingt es nun, durch rasches Abkühlen die Temperatur soweit herabzusetzen, daß diese Tendenz zu gering wird, um in praktisch meßbarer Zeit die Umwandlung zu erzielen, so wird man praktisch stabilen Diamant erhalten können; diese Temperatur, bei der instabile Modifikationen praktisch nebeneinander bestehen können, ist als Indifferenztemperatur bezeichnet worden.

Bei den Versuchen von Moissan scheint nun durch die rasche Abkühlung sowie durch die Verwendung des Eisens als Lösungsmittel in gleicher Weise wie durch die Verwendung von Olivin oder den Kimberlitgemengteilen als Lösungsmittel für Kohlenstoff die Kristallisationstemperatur so stark herabgedrückt worden zu sein, daß sich aus der Schmelze ein in obigem Sinne stabiler Diamant bilden konnte. Nur ist naturgemäß infolge der raschen Abkühlung nicht daran zu denken, auf diese Weise größere Kristalle zu er-



halten, es schließt also diese Methode durch sich selbst die Erzeugung größerer Kristalle aus.

In der Natur scheint sich tatsächlich auch die Kristallisation des Diamanten bei verhältnismäßig niedrigeren Temperaturen zu vollziehen, allerdings ist die Rolle des Druckes noch nicht genügend geklärt, wenn man auch annehmen kann, daß dem Drucke kein besonders großer Einfluß zukommt. Zusammenfassend kann man also sagen, daß von den bisher erprobten Methoden zur Darstellung künstlicher Diamanten keine zur praktischen Verwendbarkeit geeignet ist und voraussichtlich auch für längere Zeit eine in großem Maßstabe betriebene künstliche Erzeugung von Diamanten nicht zu erwarten ist. Zudem würde es dann sicher Mittel geben, auch diese künstlichen Diamanten als solche zu erkennen.

Auf die zahlreichen Verfälschungen des Diamanten hier einzugehen, fehlt der Raum, es sei nur bemerkt, daß alle Verfälschungen sich leicht von den echten Steinen unterscheiden lassen, so daß ein Betrug bei einem Kenner ausgeschlossen ist.

### **Quarz und seine Varietäten.<sup>1)</sup>**

Es gelingt wohl, Quarz und Quarzvarietäten synthetisch darzustellen, da jedoch jeder praktische Be-

---

<sup>1)</sup> Über die chemische Zusammensetzung sowie über das Auftreten der einzelnen im folgenden zu besprechenden Edelsteine braucht hier nichts gesagt zu werden, da Prof. A. Rosival hierüber an der gleichen Stelle ausführlichere Kenntnis vermittelt hat. (Vgl. 54. Jahrg., Heft 15.)

weggrund fehlt, derartige Synthesen zum Zwecke des Ersatzes der Natursteine durchzuführen, die uns in reichstem Ausmaße zur Verfügung stehen, ist eine künstliche Darstellung zu praktischen Zwecken nie zu erwarten. Zudem sind hier gerade die an fremden Einschlüssen und Einlagerungen reichen Varietäten wegen der mannigfaltig wechselnden Lichterscheinungen und bunten Farbentöne geschätzt, die zu erreichen durch die Synthese niemals glücken wird, da die günstigen Bildungsbedingungen, wie sie in der Natur vorhanden sind, nicht nachgeahmt werden können.

### **Zirkon.**

Der Zirkon, am ehesten berufen, als Surrogat für den Diamanten zu dienen, da er ihm in der Lichtbrechung am nächsten kommt, ist von H. St. Claire-Deville künstlich dargestellt worden, der Fluorsilicium auf Zirkonerde einwirken ließ, doch waren die erzielten Kriställchen nur sehr klein. Eine Verwendung dieser Methode zur industriellen Erzeugung ist daher nicht möglich. Immerhin bietet die künstliche Darstellung des Zirkons nicht solche Schwierigkeiten dar, daß die Erzeugung größerer Kristalle für die Zukunft bei entsprechendem Ausbau der Darstellungsmethode nicht zu erwarten wäre.

### **Chrysoberyll.**

Der Chrysoberyll ist ein in der Natur nicht allzuhäufig vorkommender Edelstein von ganz analoger

Zusammensetzung wie der Spinell in seinen verschiedenen Arten, namentlich sind seine goldgelben bis grünlichgelben Farben sowie eine Abart, der Alexandrit, geschätzt, der bei natürlichem Lichte eine dunkelgrüne, bei künstlichem Lichte eine himbeerrote Färbung zeigt. Daß ähnlich gefärbte Korunde als Ersatz hierfür in den Handel gekommen sind, wurde schon erwähnt, nach den Mitteilungen der Deutschen Edelsteingesellschaft soll es in der letzten Zeit gelungen sein, auch den Chrysoberyll und Alexandrit künstlich im selben Maßstabe herzustellen wie den Korund, im Handel sind solche künstliche Steine noch nicht zu treffen.

Es wären nun eine ganze Anzahl weiterer Edelsteine oder Schmucksteine zu besprechen, deren Synthese teilweise geglückt ist, teilweise aber noch aussteht. Da jedoch bei den meisten dieser Steine die Natur uns so reichliches und schönes Material darbietet, haben alle diese Synthesen so wenig praktische Bedeutung, daß eine ganz knappe Aufzählung dieser Steine genügen mag.

Von den Karbonaten wäre der **Malachit** und der **Azurit** zu erwähnen, die man künstlich darstellen kann, allerdings nur in kleinstem Maßstabe. Die Silikate umfassen eine große Anzahl gangbarer Edelsteine, zunächst solche einfacher Zusammensetzung, wie den **Olivin** oder den **Phenakit**. Beides sind Orthosilikate, deren künstliche Darstellung gelingt; doch sind die Olivine in der Natur so reich vorhanden und die

künstlichen Phenakite so klein, daß die Synthese praktisch bedeutungslos ist. Von den Pyroxenen widerstehen die als Edelsteine geschätzten rhombischen Arten **Hiddenit** und **Kunzit**, ersterer grün, letzterer rötlichgelb oder rotviolett gefärbt, erfolgreich den Versuchen, sie künstlich herzustellen. Aus der großen Gruppe der Feldspate sind einige Varietäten als Edelsteine geschätzt, so die matten **Mondsteine** mit ihrem zarten Lichtschimmer, die buntschillernden **Labradorite**, die rötlich leuchtenden **Sonnensteine** oder der grüne undurchsichtige **Amazonenstein**; von diesen Steinen gilt genau das gleiche wie das beim Quarz und seinen Varietäten Gesagte, die wissenschaftliche Synthese der chemisch reinen Feldspate hat keinerlei Bedeutung für die Praxis. Außerordentlich selten sind im Edelsteinhandel der bräunlichrote **Andalusit** sowie der kornblumenblaue **Cyanit** anzutreffen, die darzustellen man mit wechselndem Erfolg versucht hat, bedeutend mehr verbreitet sind die farblosen oder gelb bis rosa gefärbten **Topase**, die man gleichfalls, allerdings nur in mikroskopischen Kriställchen, künstlich darstellen kann. Rosa Kunstrubine werden bisweilen als künstliche „Rosatopase“ ausgegeben. Eine synthetische Darstellung im großen würde sich bei der großen Menge natürlicher Steine und den dadurch bedingten niedrigen Preisen nicht rentieren und das gleiche gilt bezüglich der in der Natur in den verschiedensten Farben auftretenden **Turmaline** sowie der **Granaten**, deren synthetische Darstellung noch nicht sicher gelungen ist. Deshalb hat man auch bei der künstlichen Erzeu-

gung von Edelsteinen kein Interesse für diese als Edelsteine nur minder geschätzten Mineralien. Die lichten Arten des **Beryll**, hellblau bis hellgrünlich gefärbt, auch oft farblos, sind stark verbreitet, zugleich aber so billig, daß die künstliche Erzeugung nur schwer erfolgreich konkurrieren könnte; auf verschiedene Weise ist die Darstellung von kleinen farblosen Kriställchen von Beryll gelungen. In Anbetracht der großen Wertschätzung, deren sich jedoch die schön grün gefärbte Varietät des Berylls, der Smaragd, erfreut, erscheint es geboten, diesem heute wieder in allererster Reihe stehenden Edelsteine etwas mehr Beachtung zu schenken.

### **Smaragd.**

Im Jahre 1848 hatte Ebelmen, Direktor der berühmten Porzellanfabrik Sèvres bei Paris durch Schmelzen von gepulvertem Smaragd mit Borax kleine Kriställchen erhalten, aber eine eigentliche Synthese war dieser Prozeß, der ganz analog der Herstellung der rekonstruierten Rubine ist, nicht.

Etwa 40 Jahre später unternahmen Hautefeuille und Perrey erfolgreiche Versuche, und zwar erhielten sie durch längeres Erhitzen einer Mischung der Bestandteile des Smaragdes mit saurem molybdänsaurem Lithium auf Temperaturen bei etwa 800 Grad kleine Kriställchen, die durch Zusatz von Chromoxyd schön tiefgrün gefärbt werden konnten; auch vana-dinsaures Lithium kann als kristallisationsfördernder Zusatz verwendet werden.

Neuerlich soll auch die Deutsche Edelsteingesellschaft sich mit der Synthese des Smaragdes beschäftigen. Die erhaltenen Kriställchen sind jedoch wie die von Hautefeuille dargestellten zu klein, um praktisch verwendet werden zu können. Dagegen sind gegenwärtig zahlreiche Verfälschungen des Smaragdes im Handel zu treffen, so ein homogenes dunkelgrünes Glas oder Dubletten aus Aquamarin, Quarz oder auch Glas teilen, zwischen die ein färbendes Agens eingebracht wird. Alle diese Verfälschungen sind jedoch leicht als solche zu erkennen und ein Betrug damit ist bei einiger Kenntnis nicht möglich.

Einen künstlichen Smaragd gibt es also im Handel noch nicht, die Schwierigkeiten sind auch gegenwärtig noch ziemlich groß, die überwunden werden müßten, um dieses Ziel zu erreichen.

Dagegen hat die Deutsche Edelsteingesellschaft angekündigt, daß sie einen möglicherweise zu erhaltenden grünen Kunstkorund als „synthetischen orientalischen Smaragd“ in den Handel bringen würde. Es liegt auf der Hand, daß man gegen diese mißbräuchliche Bezeichnung mit allen Mitteln ankämpfen müßte.

Die der **Epidot**gruppe angehörigen Mineralien **Epidot**, **Vesuvian**, **Prehnit** und **Axinit** sind aus wissenschaftlichem Interesse der Gegenstand zahlreicher synthetischer Versuche gewesen, für den Edelsteinhandel kommen jedoch die genannten Mineralien selbst in ihren schönsten und reinsten Individuen kaum in Betracht. Etwas häufiger ist im Handel der **Titanit** anzutreffen,

entweder in farblosen Stücken oder schwach bläulich, schwach gelblich bis grün gefärbt, auch unter dem Namen Sphen bekannt; die synthetische Darstellung gelingt, ist aber praktisch bedeutungslos.

Mehr Interesse verdient wiederum ein seit alten Zeiten sehr geschätzter Edelstein, der

### **Türkis.**

Dem Türkis muß man, da er im Handel außerordentlich verbreitet ist und da seit altersher verschiedene Versuche gemacht wurden, ihn künstlich darzustellen oder ihn zu verfälschen, eine etwas größere Beachtung schenken. Der Türkis, ein wasserhaltiges Kupfertonerdephosphat, besteht aus feinsten, mit einander innig verworrenen Fäserchen und verdankt diesem Umstande seine dichte Struktur und seine Undurchsichtigkeit.

Bisweilen wird der Türkis durch den sogenannten Zahntürkis ersetzt, der sich aus fossilen Zähnen und Knochen unter der Einwirkung von Kupfersalz — oder Eisensalzlösungen bildet; bei künstlichem Lichte ist er leicht durch seine unangenehm graugrüne Färbung zu erkennen, auch chemisch und physikalisch ist er verschieden. Von den zahlreichen Imitationen sind besonders bemerkenswert: der sogenannte Wiener Türkis, eine durch starken Druck zusammengepreßte Mischung von Aluminiumphosphat und Kupferphosphat, die sich durch chemische und physikalische Eigenschaften vom Türkis unterscheiden läßt. Weiters sind im Handel blaue

Glasflüsse anzutreffen sowie blau gebeizte Chalzedone, die sich jedoch durch ihren Glanz und verschiedene andere Eigentümlichkeiten erkennen lassen.

Wirklichen, künstlich dargestellten Türkis gibt es dagegen nicht, die im Handel dafür ausgegebenen Produkte sind durchwegs Verfälschungen des Türkises.

Überblickt man die große Zahl der Edelsteine, so ergibt sich, daß eigentlich recht wenige von ihnen heute derart künstlich hergestellt werden können, daß sie im Handel auftreten, weitaus die größere Zahl hat sich gegenüber den Versuchen zur künstlichen Darstellung als vorläufig noch unbezwinglich erwiesen. Und jene Steine, die heute künstlich dargestellt werden, sind, wie wir gesehen haben, als künstliche Steine zu erkennen, und zwar auf Grund einer auf wissenschaftlicher Basis aufgebauten Untersuchung. Wenn also die Wissenschaft auch auf der einen Seite die künstliche Darstellung mancher Edelsteine ermöglicht hat, so gibt sie auf der anderen Seite durch ihre Untersuchungsmethoden uns doch Mittel und Wege an die Hand, durch sicheres Erkennen der Kunstprodukte einer Entwertung der Natursteine wirksam vorzubeugen.

---