

DIE AUSWERTUNG DER ABSORPTIONS- UND LUMINESZENZERSCHEINUNGEN DER EDELSTEINE ZU IHRER UNTERSCHIEDUNG.

Von

H. MICHEL und G. RIEDL (Wien).

Die Edelsteinsammlung des Naturhistorischen Museums hat in der jüngsten Zeit eine wesentliche Bereicherung durch die Sammlung des verewigten Herrn A. v. Löhr gefunden, welche durch die Munifizienz des Großindustriellen Herrn Louis Friedmann in den Besitz des Museums gekommen ist. Herr A. v. Löhr hat durch Dezennien mit großer Liebe und großem Verständnis Edelsteine namentlich nach dem Prinzip gesammelt, alle möglichen Farbenübergänge zwischen den einzelnen Varietäten jedes Edelsteines in seiner Sammlung zu vereinigen. Es ist deshalb gerade diese Sammlung in hohem Maße geeignet, den besten Überblick über die bei Edelsteinen möglichen Farben zu geben.

Diese Sammlung ermöglichte es den Verfassern, eine größere systematische Untersuchung über die Farben der Edelsteine anzustellen und es sei hier vorläufig über jene Methoden berichtet, welche dabei zur Anwendung gelangen.

Die Farben werden erfaßt nach den Farbtonleitern von W. Ostwald (erhältlich im Unesmaverlag, Leipzig), weiters nach dem neu aufgestellten System von Max Becke (Österreichische Patentschrift 92344), ebenso wird die Raddesche Farbenskala herangezogen. Es wird sich im Laufe der Untersuchung zeigen, welche dieser drei Bezugsmöglichkeiten der Wirklichkeit am nächsten kommt. Es ist selbstverständlich, daß der Farbeindruck, den man etwa beim Betrachten des entsprechenden Tones der Farbleiter hat, nicht dem Eindrücke entsprechen kann, den man beim Betrachten eines Edelsteines gewinnt. Denn die Farbe ist nur einer von mehreren Faktoren, die zusammen den Gesamteindruck eines Edelsteines hervorrufen. Neben der Eigenfarbe, die noch dazu bei pleochroitischen Steinen je nach der Richtung wechselt, in der der Edelstein betrachtet wird, sind die übrigen optischen Erscheinungen, wie Lichtbrechung (Glanz), Dispersion, weiter mechanische Eigenschaften wie Grad der Politur ebenso Einschlüsse, Fahren, Spaltrisse und anderes mehr im hohen Grade mitbestimmend für den Gesamteindruck eines Edelsteines. Bei der Vergleichung von Edelsteinen mit Tönen der Farbtonleiter von Ostwald oder der Farbenskala nach Radde macht sich unangenehm bemerkbar, daß die Edelsteine im durchfallenden Lichte betrachtet werden, während man die Farbtöne auf weißem Papiere wiedergegeben hat. Die Verfasser haben deshalb einen Farbenkomparator (Farbenanalysator) nach dem Prinzip von Max Becke gebaut, bei

dem Gelatinefolien im durchfallenden Lichte mit den Edelsteinen verglichen werden. Es ist bei diesem Komparator eine verschiedene Kombination von wechselnden Intensitäten der Grundfarben möglich, ein Graukeil ergänzt die Skala. Um diese Apparatur auch zur Vergleichung von Farbtönen im reflektierten Lichte, und zwar Farbtönen verschiedener Materialien (Seide, Wolle, Papier usw.) verwenden zu können, ist es nur nötig, nach dem Vorschlage von Max Becke den kombinierten Farbton der Folien mit einer möglichst weißen Lichtquelle auf den gewünschten Stoff (weiße Seide, Wolle, Papier usw.) zu projizieren.

Daneben sind spektroskopische Untersuchungen durchgeführt worden und diese letzteren, die bisher nur in wenigen Fällen in der Mineralogie praktisch verwendet wurden, erschienen den Verfassern geeignet, in viel stärkerem Maße zur Erkennung und Unterscheidung von Edelsteinen ausgewertet zu werden. Nur hat die spektroskopische Prüfung einige Unannehmlichkeiten und deshalb haben die Verfasser folgenden Weg gewählt. Es wurden jeweils die einer Hauptfarbe angehörigen Edelsteine spektroskopisch geprüft, die Absorptionsverhältnisse der einzelnen Arten von Edelsteinen einer Farbe festgelegt und sodann eine Serie von Lichtfiltern angefertigt, die so gewählt wurden, daß möglichst die verschiedenen Arten von Edelsteinen gleicher Farbe bei Betrachtung mit diesen Lichtfiltern charakteristisch veränderte Eigenfarbe zeigen. Dieses Prinzip der Untersuchung von gleichfarbigen Edelsteinen mittels einer Serie von Lichtfiltern, in der Absicht die einzelnen Arten der Edelsteine zu unterscheiden, hat sich gut bewährt. Es wurde deshalb ein handlicher Apparat in der Form und Größe einer Taschenlampe konstruiert, bei welcher jeweils mehrere Lichtfilter in einer drehbaren Scheibe vereinigt sind, die über der Lichtquelle (elektrische Taschenlampe) montiert ist und ausgewechselt werden kann. Das Objekt liegt unmittelbar über dieser Drehscheibe auf einer fixen Glasplatte, die Lichtfilter werden unter ihm durch Drehen der Scheibe nacheinander in den Gang der Lichtstrahlen gebracht. Die Farbenwandlungen können mittels einer Dichrolopie analysiert werden, wobei sich weitere klassifikatorische Möglichkeiten ergeben. Neben Absorptionerscheinungen spielen noch Fluoreszenzerscheinungen eine Rolle, wie z. B. beim Smaragd. Diese Fluoreszenzerscheinungen sind bisweilen deutlich polarisiert.

Um die praktische Verwertbarkeit der oben kurz im Prinzip beschriebenen Untersuchungsmethode zu zeigen, folgt eine unvollständige Tabelle grüner Steine und ihrer Surrogate. Hierin nimmt der Smaragd aus wirtschaftlichen Gründen eine Sonderstellung ein, aber auch bezüglich seines physikalischen Verhaltens gebührt ihm eine Sonderstellung. Die Verfasser haben schon in früheren Arbeiten (seit 1914) öfters Gelegenheit gehabt, auf das merkwürdige Verhalten des Smaragdes gegenüber verschiedenen Strahlenarten hinzuweisen, wodurch er sich vor anderen grünen Steinen auszeichnet. Es war daher die sichere und rasche Erkennung des Smaragdes ein Hauptziel der für diese Gruppe zur Verwendung kommenden Filterreihe. In der Tabelle sind nur die Beobachtungsergebnisse unter zwei Filtern vereinigt. Die Bezeichnung Grundfarbe besagt, daß der Stein in der Farbe des Filters erscheint. Die Farbtöne sind in der Tabelle nur als ungefähr zu bezeichnen, da es schwer ist, sie mit Worten zu kennzeichnen. Hat man aber einmal die für jeden Stein charakteristische Tönung gesehen, so ist es leicht, sie und damit den Stein immer wieder zu erkennen.

Aus dieser Tabelle ergibt sich schon, daß ein Filter allein nicht die wünschenswerte Heraushebung des Smaragdes gestattet. Die zwei zur Tabelle verwendeten Filter er-

möglichen bereits eine weitgehende Sonderung der grünen Steine. Zwei andere Filter gestatten z. B. grüne Zirkone oder grüne Granaten, bei denen die Erscheinungen Anlaß zu einer eventuellen Verwechslung mit Smaragd geben könnten, von diesem zu unterscheiden.

| | über Filter 1 | über Filter 2 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Smaragd-Ural, dunkel | rot | rot |
| „ „ hell | Grundfarbe mit rötlichem Ton | Grundfarbe |
| „ Muso und Kalifornien | wie Ural, zeigen das gleiche Verhalten | |
| Aquamarin | blau | blau |
| künstliche Smaragde*) (hergestellt von Hautefeuille und Perrey, mikroskopische Kriställchen) | Grundfarbe | rot |
| künstliche Smaragde*) (angeblich von der deutschen Edelsteingesellschaft, mikroskopische Kriställchen) | Grundfarbe | rot |
| Aquamarin Doublette — sog. Teclamaragd | dunkelblau | dunkelgrün |
| Saphir (grün) | schmutzige Grundfarbe | dunkelrauchgrau |
| dunkelgrüner künstlicher Korund | rötlichviolett | lachsfarben |
| Zirkon (bläulich grün) | bräunlichrot, ähnlich wie Smaragd | rot, ähnlich wie Smaragd |
| Zirkon (bräunlich grün) | granatrot | braungelb |
| Granat (grün) | granatrot ähnlich wie Smaragd | bräunlichrot ähnlich wie Smaragd |
| Hiddenit | Grundfarbe, schwächer rotviolett als der Smaragd | Grundfarbe, schwächer rot als der Smaragd |
| Chrysoberyll (grün) | dunkelrot | dunkelrot |
| „ (gelb) | lichtrot | Grundfarbe, lichtgelb |
| künstlicher alexandritartiger Korund | rotviolett | bräunlichrot |
| Turmalin (dunkelgrün) | blau | dunkelgrün |
| „ (lichtgrün) | blau | blaugrün |
| Chrysolith (gelbgrün) | Grundfarbe | grün |
| Titanit (gelbgrün) | dunkelrot | rötlich (ähnlich Smaragd) |
| Epidot | granatrot | rotbraun |
| Williamsit (Serpentin) | Grundfarbe | Grundfarbe, gelbgrün |
| Diopas | blaugrün | schwarz |
| Obsidian | Grundfarbe | grüngelb |
| Moldavit (grün) | blauviolett | grün |
| „ (braungrün) | blau | grün |
| Glas | blau (grünlich) | lebhaft grün |

*) Im Kathodenlichte geben diese künstlichen Smaragde ein grelles ziegelrotes Lumineszenzlicht, während die natürlichen Smaragde dunkler rot lumineszieren.

| | über Filter 1 | über Filter 2 |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Smaragdolin-Glas | blau | grün |
| analysenfestes Glas aus Genf, sog. synth. Smaragd | blau | grün |
| analysenfestes Glas österr. Herkunft | blau | grün |
| dasselbe in einzelnen Stücken (gelbgrün) | Grundfarbe, dunkel | olivgrün |
| Pariser Glas | blau | grün |
| Granatdoublette (Oberteil roter Granat, Unterteil grünes Glas) | blau die rote Granatplatte vermag Glases nicht zu ändern | grün die Erscheinungen des grünen |

In reichem Maße wurden auch die Lumineszenzerscheinungen der Edelsteine unter der Einwirkung von Kathodenstrahlen, Röntgenstrahlen, ultravioletten Strahlen und schließlich auch von Radiumstrahlen zur Untersuchung herangezogen. Die Verfasser haben seit einer Reihe von Jahren auf die praktische Verwendbarkeit dieser Methoden hingewiesen (G. Riedl, Fachblatt der Wiener Juweliere, 1914, Jänner- und Maiheft, H. Michel, Mitteilungen der Untersuchungsstelle für Edelsteine in Wien, Juli 1914, Zentralbl. f. Min. usw., 1914). Die dort beschriebene Apparatur wurde in der letzten Zeit wesentlich vereinfacht. Es sind die Luftpumpe in Form einer Leiser-Wojtacek-Pumpe, der Funkeninduktor und der dazu passende Akkumulator samt einer Kathodenröhre auf einem Brette vereinigt worden, so daß die Handhabung nunmehr sehr einfach erscheint. Dieser einfache Apparat gestattet innerhalb weniger Minuten die Untersuchung der Lumineszenzerscheinungen unter der Einwirkung von Kathodenstrahlen. Die dabei auftretenden Lumineszenzerscheinungen erweisen sich als abhängig von der Höhe des erreichten Vakuums und lassen oft eine charakteristische Änderung bei steigendem Vakuum erkennen. Die Analyse mittels einer Dichrolupe gestattet auch hier eine weitere Auseinanderlegung der Erscheinungen. Es konnten die früher gegebenen Tabellen der Lumineszenzerscheinungen wesentlich erweitert werden. Daneben werden Röntgenstrahlen verschiedener Härte als Erreger verwendet, ebenso die Lumineszenzerscheinungen im ultravioletten Lichte studiert. Bei der Beobachtung der Lumineszenzerscheinungen, namentlich bei denen im ultravioletten Lichte, erweist sich der Gebrauch von Lichtfiltern als sehr vorteilhaft, worauf die Verfasser schon 1914 hingewiesen haben. Radiumstrahlen geben gleichfalls charakteristische Erscheinungen, z. B. zeigt der blaue Zirkon von Siam unter der Einwirkung von Becquerelstrahlen starke hellblaue Lumineszenz mit starkem Nachleuchten. Eine weitgehende Darstellung und Anleitung zur Durchführung der Untersuchungen auf Lumineszenz findet sich in der zweiten Auflage von H. Michel, „Die künstlichen Edelsteine“, Leipzig 1925. (Im Druck).

Schließlich ist es notwendig, stets auch die Einschlüsse der untersuchten Objekte zu studieren, um die Zusammenhänge zwischen Fundort, Farbe, Lumineszenz mit den Einschlüssen zu erfassen, die in vielen Fällen geeignet sind, zur Klärung der beobachteten Erscheinungen beizutragen. Insbesondere die Frage der Herkunft geschliffener Edelsteine bedarf einer eingehenden Prüfung auf Einschlüsse und Lumineszenzerscheinungen. So lassen sich die Rubine nach ihren Fundorten auf Grund der Einschlüsse sondern (H. Michel, Zeitschr. f. Kristallographie, Bd. 53, S. 533), ebenso gestattet das Studium der Lumineszenzerscheinungen eine Unterscheidung. Das gleiche gilt für die Saphire,

bei denen namentlich die Erscheinungen unter Kathodenstrahlen eine gute Unterscheidung z. B. der Montanasaphire, australischen Saphire, indischen Saphire und Ceylon-Saphire ermöglichen.

Durch die systematische Verwendung dieser Methoden neben den bisher üblichen Edelsteinprüfungsmethoden haben die Verfasser ein reiches Beobachtungsmaterial erhalten, das in tabellarisch zusammengefaßter Form an dieser Stelle veröffentlicht werden soll.