

Die diagnostische Bedeutung der Einschlüsse in Edelsteinen

Autor(en): **Gübelin, E.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen
= Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie**

Band (Jahr): **28 (1948)**

Heft 1: **Festschrift P. Niggli zu seinem 60. Geburtstag den 26. Juni 1948**

PDF erstellt am: **28.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-23029>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Die diagnostische Bedeutung der Einschlüsse in Edelsteinen

Von *E. Gübelin*, Luzern

Die staunenswerte Entwicklung der mineralogischen und kristallographischen Wissenschaften hat im Verlaufe der vergangenen hundert Jahre eine solche Fülle von neuen Erkenntnissen und damit verbunden eine nicht endende Reihe interessanter Probleme gebracht, dass darob ein scheinbar weniger umfassendes, aber doch wichtiges Gebiet etwas in Rückstand geriet — die Erforschung der Einschlüsse in den Mineralien. Zwar hat bereits Sir DAVID BREWSTER auf die grosse Bedeutung der Einschlüsse zur Erforschung der Entstehung der Mineralien hingewiesen; aber abgesehen von einigen seither durchgeführten Studien, ist die Kenntnis der Einschlüsse nicht wesentlich weiter gefördert worden. Der dieses Gebiet vornehmlich erschliessenden mikroskopischen Untersuchungsmethode traten gewisse Schwierigkeiten entgegen, und in apparativer Hinsicht war sie unzulänglich. Einerseits mussten die Einschlüsse bei der Vornahme von Bestimmungen (Messung der Lichtbrechung nach der Methode der Minimal-Ablenkung, chemische Analyse, Röntgen-Durchstrahlung u. a. m.) als störende Verunreinigungen empfunden werden; andererseits ist in den meisten Fällen ein Einblick durch die matten, gestreiften, unebenen oder überzogenen Flächen ins Innere eines Rohkristalles nicht zu gewinnen, und die Untersuchung mit dem normalen Polarisationsmikroskop führt selten zu befriedigenden Ergebnissen.

In neuester Zeit beginnen die Einschlüsse aber doch in der Kristallkunde vermehrte Bedeutung zu erlangen, und auch in der genetischen Mineralogie und Lagerstättenkunde wendet man ihnen stärkere Beachtung zu.

Es darf bestimmt als Verdienst der jüngsten Zweigwissenschaft der Mineralogie, der Gemmologie, gewertet werden, dass sie aus dem Drang heraus, für ihre Untersuchungsobjekte neue Bestimmungsmethoden zu entwickeln, weil die Standardmethoden zur Bestimmung

eines Edelsteines oft nicht genügen, einen wesentlichen Beitrag zur Bereicherung der Kenntnisse über die Einschlüsse und ihre diagnostische Verwertung wenigstens in Edelsteinen zu leisten. Einen beachtenswerten Fortschritt ermöglichte die Erfindung einer neuen Art von Dunkelfeldbeleuchtung für Binokularmikroskope in Verbindung mit einer neuen Drehvorrichtung — eine apparative Ausrüstung, welche eine praktische Trockenuntersuchung der Edelsteine und ihrer Einschlüsse in allen Richtungen ermöglicht, was sich besonders vorteilhaft für die Ermittlung der Tracht eingeschlossener Kristalle erweist. Systematische Studien haben ergeben, dass die Einschlüsse der verschiedenen Edelsteinarten so unterschiedlich sind, dass sie eine sichere Trennungsmöglichkeit bieten.

Unter Einschlüssen versteht man ganz allgemein Fremdkörper, die unter positiv adsorptiver Wirkung bei der Entstehung des Wirtkristalles in dessen Kristallgitter eingeschlossen worden sind. Abgesehen davon, dass sie eindeutige Hilfsmittel zur Erkennung der Echtheit darstellen, bilden sie wertvolle Entstehungsmerkmale, die in der Mannigfaltigkeit ihrer Erscheinungsformen aufschlussreiche Hinweise auf genetische Vorgänge während des Wachstums ihrer Wirtkristalle liefern, die sonst unerkannt blieben. Den Mineralogen und Kristallographen wird am Vorkommen der Einschlüsse in erster Linie das genetische Problem interessieren, und man wird sie unter dieser Betrachtung einteilen in:

Prätemporäre Einschlüsse. Dazu gehören ausschliesslich Mikrolite, deren Substanz bereits in einer älteren Phase vorhanden war und bei der Entstehung des jüngeren Wirtes von diesem unverändert als idiomorphe Kriställchen oder aber als resorbierte, xenomorphe Verdrängungsreste übernommen wurden.

Kontemporäre Einschlüsse, die gleichzeitig mit der Bildung des Wirtkristalls durch Ausscheidung aus der Mutterlauge als Verwachungs- oder Entmischungseinschlüsse oder durch Sublimation aus aufsteigenden Gasen gebildet worden sind. Hierzu gehören viele der orientierten Einschlüsse sowie die meisten Flüssigkeitseinschlüsse.

Posttemporäre Einschlüsse sind Einschlüsse, die entweder erst nach erfolgter Umschliessung oder nach Beendigung des Wachstumsprozesses des Wirtkristalles ihre heutige Gestalt angenommen haben. Streng genommen waren viele darunter kontemporäre Einschlüsse, die wahrscheinlich aus dem gasförmigen oder flüssigen Zustande nach Unterschreiten der kritischen Temperatur die heutige, flüssige oder feste Phase angenommen haben. Als Beispiel

dafür sind wohl die charakteristischen Dreiphaseneinschlüsse in den Smaragden anzusehen.

In der richtigen Erkenntnis, dass die unterschiedlichen chemischen und physikalischen Bedingungen bei der Kristallisation verschiedener Mineralarten in getrennten Lagerstätten in den meisten Edelsteinen ihre unverkennbaren Spuren zurückgelassen haben, wendet sich der Diagnostiker vornehmlich dem phänomenologischen Bilde der innern Paragenese zu. Für ihn erscheint eine Gliederung der Einschlüsse nach den Erscheinungsformen der drei Zustandsphasen der Materie zweckmässiger, und er unterscheidet infolgedessen:

Feste Einschlüsse, das heisst eingeschlossene Mikrolite, Dendriten, Höfe mit Rekristallisationen, amorphe Substanzen und erdige Verunreinigungen.

Flüssigkeitseinschlüsse, worunter man mit Flüssigkeit gefüllte einzelne Hohlräume (auch negative Kristalle) oder die Gesamtheit zahlreicher Fahnen vereinigter Flüssigkeitströpfchen versteht. Solche Einschlüsse sind zuweilen vollständig mit einer Flüssigkeit angefüllt, häufiger aber enthalten sie nebst der Flüssigkeit eine Libelle; oder es kommen zwei oder mehrere gegenseitig nicht mischbare Flüssigkeiten in einem und demselben Hohlraum vor. Am interessantesten sind jene Hohlräume, in denen die drei Zustandsphasen der Materie gleichzeitig vertreten sind.

Gasförmige Einschlüsse. Diese kommen mit Ausnahme der Diamanten und der natürlichen Gläser, Obsidian und Moldawit, nie unvermittelt in echten Edelsteinen vor, sondern immer nur in Verbindung mit einer Flüssigkeit als sogenannte Libelle.

Der diagnostische Wert der Einschlüsse liegt nun weniger im einzelnen Auftreten der verschiedenen Arten in den verschiedenen Edelsteinspezies, als vielmehr in der Konstanz des Vorkommens in einer bestimmten Kristallart (Byssolithfasern in Demantoiden), in ihrer Anordnungs- und Verteilungsweise („Seide“ in Korunden oder Hornblendenadeln in Almandinen), ihre phänomenologischen Bilder in Verbindung mit Strukturbesonderheiten (Diopsidkristalle in der schlierigen Farbverteilung der Hessonite), Eigenart ihrer Erscheinungsformen oder Entwicklung (gezackte Flüssigkeitseinschlüsse in Beryllen, Dreiphaseneinschlüsse in Smaragden, Tetraeder-Hohlräume in Fluoriten) oder die typische Verwandtschaft der innern Paragenese mit einer bekannten äussern Vergesellschaftung (metamikte Zirkone in Ceylonsteinen, Enstatite und Granate in Diamanten, Spinelle in Birma-Rubinen usw.). Die für viele Mineralarten spezifi-

schen Einschlüsse sind gleich charakteristisch wie Eichenblätter für die Eichen; in ihrem mannigfaltigen Formenreichtum sind sie von Individuum zu Individuum jedoch ebenso sehr verschieden, wie sich nie zwei Eichenblätter genau identisch sind.

Die aus gemmologischen Studien bisher gewonnenen Erkenntnisse über den diagnostischen Wert der Einschlüsse in den Edelsteinen sind bereits so umfangreich und durch zahlreiche Beispiele mit Sicherheit nachgewiesen, dass die Gelegenheit gekommen scheint, dem Mineralogen und Kristallographen einen zusammenfassenden Überblick zu bieten.

Diamant. Obgleich der Diamant vielfach als Symbol eines reinen, einschlussfreien Steines gilt und in weiten Kreisen eine übersteigerte Vorstellung von der Häufigkeit reiner Diamanten herrscht, soll hier gerade der Diamant an erster Stelle betrachtet werden, weil seine Einschlüsse ausserordentlich charakteristisch sind, so dass ein Diamant mit Einschlüssen mit Leichtigkeit von andern, ihm etwa ähnlich sehenden Edelsteinen unterschieden werden kann. Dem Forscher, dem zahlreiche Diamanten durch die Hände gehen, bietet sich eine interessante Fülle verschiedener, aber stets typischer Einschlussbilder. Da der Diamant seine Entstehung einzigartigen Bedingungen verdankt, kann auch ein besonderes Gepräge seiner Entstehungsmerkmale erwartet werden.

Unter den festen Einschlüssen trifft man mehr oder weniger gut ausgebildete Zirkone, Quarze, Pyrope, Hämatite (als einzelne Tafeln oder zu Eisenrosen gruppiert), Enstatite, Graphit und andere weniger bedeutende Mineralien sowie Kristallsplitter, Kohleteilchen und erdige Substanzen an. Viele davon sind Mineralien der äussern Paragenese des Diamanten. Als eindeutiges Erkennungszeichen darf vor allem das Vorkommen eingeschlossener, meistens deutlich euhedra-ler Diamantkristalle gewertet werden. Es ist nicht allein die Anwesenheit dieser Mikrolite, sondern oft ebenso sehr die Art ihrer Verteilung und Anordnung, die diagnostisch wichtig ist.

Flüssigkeitseinschlüsse kommen vor als Füllung von Hohlräumen mit und ohne Libellen oder als eine Art von nebliger Trübung — eine Erscheinung, die durch mikroskopisch dichte Anhäufung feinsten Flüssigkeitströpfchen verursacht wird. Flüssigkeitseinschlüsse sind immerhin sehr selten; die wohlbekannten, später noch zu besprechenden Fahnen anderer Edelsteine scheinen in Diamanten vollkommen zu fehlen.

Sehr häufig sind indes die Gaseinschlüsse, meistens mikroskopisch winzige Bläschen, die sich gewöhnlich zu dichten Wolken zu-

sammenscharen und als solche vielfach interessante Formen (Phantome) annehmen, die dann als lehrreicher Aufschluss für die Entstehung sowie die beim Schleifen verloren gegangene Kristallform des Wirtkristalles dienen können. So findet man gelegentlich in Golconda-Diamanten eingelagerte kreuzförmige Wolken, die von einem oder mehreren Nebelrahmen umgeben sind. Derartige Gebilde sind dadurch entstanden, dass sich dichte Nebel von Gasbläschen während des Wachstums des Diamanten auf seine derzeitige Oberfläche absetzten. Die heutige Kreuzform der Wolke deutet darauf hin, dass dieses Absetzen an den sich kreuzenden Kanten und den die einspringenden Winkel bildenden Flächen zwei sich durchdringender Zwillingswürfel stattfand. Die den Kristallflächen sich nähernde Wolke wurde von den Kanten aufgeteilt und nahm über den einspringenden Winkeln Kreuzform an. Ausser diesen eigentlichen Einschlüssen gibt es die in bildlicher Hinsicht weniger interessanten, gerade verlaufenden Spaltrisse, die man von den konchoidalen, treppenförmig absetzenden Bruchrissen und den gezackten Sprüngen unterscheiden muss. Diese sowohl wie die ziemlich häufig vorkommenden Spannungsrisse können ebenfalls als praktische Erkennungszeichen des Diamanten angesehen werden.

Es ist vollkommen unmöglich, mit Worten eine auch nur annähernd genaue Beschreibung der Formenmannigfaltigkeit und Vielfalt der charakteristischen Einschlüsse in Diamanten sowie allen anderen Edelsteinen zu geben. Es ist deshalb versucht worden, der vorliegenden Schilderung eine möglichst reiche Auswahl von typischen Einschlussbildern beizufügen, aus denen man lesen kann, was Worte nicht zu besagen vermögen.

Korunde. Für den Erforscher von Einschlüssen bilden die Korunde eine unerschöpfliche Fundgrube bezaubernd schöner Einschlussbilder mit mannigfachen Einschlussarten und einem kaum vorstellbaren Formenreichtum. Gewöhnlich kann der geübte Gemmologe die Korundspezies unter dem Mikroskop auf Grund ihrer charakteristischen Einschlüsse sofort erkennen. Ausser der sämtliche Korunde stets kennzeichnenden Besonderheit ihrer Einschlüsse ist eine deutliche Differenzierung derselben je nach Vorkommen festzustellen. Voneinander auffallend stark verschieden sind die Einschlüsse in den Korunden aus den drei Hauptlagerstätten: Birma, Ceylon und Siam.

Bekannt und schon vielfach beschrieben worden ist die vom Edelsteinfachmann als „Seide“ bezeichnete Einschlussart, die im Birma-Korund aus mikroskopisch feinen Rutilnadeln und im

Ceylon-Korund aus einer lockeren Ansammlung von meistens den ganzen Stein durchdringenden Hohlkanälen besteht. Kennzeichnend für die Herkunft ist dabei die gruppenweise Anordnung der kurzen, schwarzen Rutilnadeln im Birma-Korund gegenüber der meistens den ganzen Stein erfüllenden Durchdringung farbloser Kanäle der Korunde aus Ceylon. Rutilnadeln und Kanäle sind nach den Kantenrichtungen der Flächen $(0001)/(10\bar{1}1)$ und $(10\bar{1}1)/(11\bar{2}0)$ orientiert; sie sind somit gleichsam „zweidimensional“ sagenitartig parallel zur Basisfläche eingelagert, und es handelt sich bei ihnen um kontemporäre Verwachsungseinschlüsse. Zusammen mit der „Seide“ kommt in Birma-Korunden eine Menge von Kristalleinschlüssen vor, unter denen normale Zirkone, grobe Rutilkristalle (häufig als Kniezwillinge), Spinelle (meistens als euhedrale Oktaeder), Korundkristalle und glasige Schmelztropfen. In Ceylon-Korunden findet man dagegen Kalzittäfelchen, einzelne oder ganze Pakete von Muskovitblättchen, Granate und metamikte, radio-aktive Zirkone. Die letzten sind typische Gäste nicht nur der Korunde, sondern zahlreicher anderer Mineralien der Ceylon-Lagerstätten, und der sie stets umgebende Radio-Halo ist als charakteristisches Fundortskennzeichen zu werten. Diese Höfe entstehen durch die destruktive Ausstrahlung von Alphastrahlen aus dem radio-aktiven Element Uran, das in den metamikten Zirkonen enthalten ist.

Flüssigkeitseinschlüsse sind selten einzeln und dann nur in Ceylon-Saphiren anzutreffen. Sie füllen schlauchartige, treppenförmig gerillte Hohlräume aus, deren Form so charakteristisch ist, dass man sie, einmal beobachtet, immer wieder erkennt. Viel zahlreicher sind die sogenannten Flüssigkeitsfahnen, die aus einer Unmenge mikroskopisch kleiner Flüssigkeitströpfchen bestehen und als Ganzes mit Insektenflügeln zu vergleichen sind. Diese Einschlussart ist ebenfalls für Ceylon-Korunde typisch. Starke Vergrößerungen überraschen den Mikroskopiker stets mit den prachtvollsten Zeichnungen, die von den Flüssigkeitströpfchen derartiger Fahnen gebildet werden. Flüssigkeitsfahnen von der Art und dem Aussehen, wie sie in den Korunden zu sehen sind, könnten bisher in keinem andern Edelstein entdeckt werden.

Von diesen Einschlüssen unterscheiden sich diejenigen der **Siam-Korunde** vollständig. In Siam-Rubinen findet man undurchsichtige braun-schwarze bis schwarze hexagonale Kristalle, umgeben von flachen, konzentrisch ausgebildeten Flüssigkeitsnetzen. Die Natur der hexagonalen Kristalle konnte noch nicht mit Sicherheit festgestellt werden; bisherige Prüfungen liessen auf opake Korund-

kristalle schliessen. Flüssigkeitsfahnen, die einzeln vorkommen und nicht an die opaken Kristalle gebunden sind, weisen eine hieroglyphen-ähnliche Zeichnung auf.

In den Siam-Saphiren ist das Einschlussbild gekennzeichnet durch undurchsichtige, schwarze prismatische Kristalle, die von bräunlich gefärbten, eisenhaltigen Flüssigkeitshöfen begleitet werden. Die fast stets sehr dunkle Färbung der Siam-Saphire erschwert die Untersuchung ihrer Endogenese so sehr, dass die Natur der prismatischen Kristalle nicht bestimmt werden konnte.

Das milchige oder neblig trübe Aussehen der Kaschmir-Saphire wird verursacht von mikroskopisch kleinen, kurzen Risschen oder Kanälchen, die oft den ganzen Kristall erfüllen.

Berylle. Unter den Beryllen sind es die Smaragde und die Aquamarine, die an ihren Einschlüssen erkannt und von andern ähnlich aussehenden Edelsteinen unterschieden werden können.

In Smaragden sind in erster Linie die Flüssigkeitseinschlüsse massgebend, die in ihrer Gesamtheit den sogenannten „jardin“ ausmachen. Zwar sind es nicht die flachen, geschweiften oder zerknitterten Fahnen, sondern die diese konstituierenden einzelnen Flüssigkeitströpfchen und insbesondere deren Gestalt und Füllung, die für die Diagnose wichtig sind. Diese einzelnen Flüssigkeitströpfchen besitzen eine unregelmässig gezackte Gestalt mit spitz auslaufenden Verlängerungen, und ihr Inhalt hat die höchste Entwicklung der Flüssigkeitseinschlüsse erreicht, indem in ihnen nebeneinander die drei Zustandsphasen der Materie vertreten sind. Von der den Hohlraum füllenden Flüssigkeit wird eine Gaslibelle und ein oder mehrere Kriställchen umschlossen. Mit Bezug auf diese Füllung werden solche für die Smaragde typischen Einschlüsse Dreiphaseneinschlüsse genannt.

Interessanterweise lassen sich an der Verschiedenheit des Habitus der eingeschlossenen Kriställchen die Smaragde aus den beiden bedeutendsten Vorkommen Ural und Kolumbien voneinander trennen, weil die Kriställchen in kolumbischen Smaragden stets würfelige und diejenigen in Ural-Smaragden rhombusförmige Kristalltracht besitzen. Es ist noch nicht gelungen, die Natur dieser Kriställchen einwandfrei zu bestimmen, obschon in mehreren würfeligen Kriställchen blaue Farbflecken beobachtet werden konnten, ähnlich jenen, die man im Steinsalz vorfindet, das einen Überschuss von Na enthält. Ausser den Dreiphaseneinschlüssen bergen die kolumbischen Smaragde häufig Kalziteinschlüsse, die entweder als mehr oder weniger dichte Entmischungseinschlüsse den ganzen Stein

oder Teile desselben erfüllen oder aber auch als einzelne, deutlich rhomboedrische Kristalle vorkommen. Nicht selten sind gut ausgebildete Pyrit-Kristalle als einzelne locker zerstreute Mikrolite oder zu Aggregaten vereinigt vorhanden. Im Gegensatz zur typischen kolumbischen Endogenese sind in Ural-Smaragden einzelne Individuen oder ganze Pakete von Glimmerblättchen anzutreffen. Glimmer ist ferner auch in Transvaal-Smaragden beobachtet worden.

Die charakteristischen Einschlüsse in *Aquamarinen* bestehen aus geradlinigen Röhren, die mit einer eisenhaltigen Flüssigkeit angefüllt sind. Diese laufen stets parallel zur c-Achse. Prachtvolle Bilder liefern Einschlüsse, die bei schwacher Vergrößerung den Schneesternen ähnlich sehen, und daher „Schneesterneinschlüsse“ genannt werden. Sie liegen in allen Fällen parallel zu den Prismenflächen der Wirtkristalle. Unter starker Vergrößerung zeigt sich, dass diese Einschlüsse aus einem Mikrolit bestehen, der von einem Hof kleiner einzelner Flüssigkeitströpfchen umgeben ist. Es drängt sich die Vermutung auf, dass zufolge positiver Adsorption während des Wachstums des Aquamarins fremde, mit der Mutterlauge des Aquamarins nicht mischbare Schmelztropfen sich an die Wachstumsflächen des Aquamarins anlagerten, und dass sich die heute erkennbaren Mikrolite sehr rasch aus den Schmelztropfen unter Zurücklassung von Resttröpfchen in ihrer näheren Umgebung entmischten.

In gelben und grünen, mit Eisen gefärbten Beryllen sowie den caesiumhaltigen Morganiten konnten vorderhand keine kennzeichnenden Einschlüsse entdeckt werden.

Granate. Der grüne *Andradit* enthält ganz typische und immer wieder auftretende Einschlüsse, die in 99 % aller Demantoide festgestellt werden können. Es sind haarfeine, braune oder farblose Byssolith-Kristalle, welche in geschweiften Büscheln angeordnet sind oder von einem gemeinsamen Mittelpunkt radial ausstrahlen; in vielen Demantoiden aber auch in wirren, unregelmässigen Knäueln durcheinander liegen. Das Eigenartige und Interessante am Vorkommen dieser Byssolithfasern ist der Umstand, dass die feinen Fasern nicht etwa zusammengedrückt oder geknickt in den Demantoiden eingeschlossen sind, sondern dass ihre Haltung frei und von der umgebenden Kristallsubstanz offensichtlich unbeeinflusst ist, als ragten sie wie beim freien Vorkommen in die Luft hinein.

Pyrop, *Almandin* und deren Mischkristall *Rhodolit* können mit Hilfe ihrer Einschlüsse gegenseitig nicht leicht getrennt werden (was auch nicht von grosser Bedeutung ist, da sie der selben isomorphen Reihe angehören); wohl aber enthalten auch sie ganz

charakteristische innere Paragenesen, die zur Unterscheidung gegenüber andern roten, bräunlich-roten oder violett-roten Edelsteinen ein entscheidendes Kriterium darstellen. Die bekannteste Art von Einschlüssen in diesen drei roten einander verwandten Granaten sind schwarze nadelige Amphibolkristalle, welche den Wirtkristall nach den Kantenrichtungen des Rhombendodekaeders durchsetzen. Das Unterscheidende zwischen diesen Nadeln und den als „Seide“ bezeichneten Rutilnadelchen in Rubinen ist ihre Anordnung. In den Granaten liegen diese feinen Nadeln in deutlich dreidimensionaler Verteilung im Steine, dessen Inneres sie oft ganz erfüllen; die Seide in Rubinen hingegen ist zweidimensional angeordnet, das heisst, die nadelförmigen Kristalle haben sich sagenitartig auf den Wachstumsflächen der Rubine abgelagert. In den roten Granaten liegen sie hingegen scheinbar kreuz und quer durcheinander, und nur bei genauem Zusehen erkennt man ihre nach kristallographischen Gesetzen bestimmten Richtungen. Die Tatsache, dass die typischen Fundortsmerkmale der Ceylon-Steine, nämlich metamikte Zirkone mit Radiohöfen, auch in den Almandinen von Ceylon auftreten, kann den Kenner kaum verwundern. Diese schwarz umrandeten, meist xenomorphen Zirkoneinschlüsse mit ihren Halos liefern auch hier den eindeutigen Herkunftsausweis. Die Höfe sind nicht immer kreisrund, noch viel weniger kugelig-sphärisch, sondern häufig nur einseitig oder sternförmig strahlig entwickelt.

Jedem Kenner ist das gewissermassen körnige Aussehen der Hessonite bekannt. Hierin besteht bereits ein Kennzeichen, das allerdings meistens zu undeutlich ist, als dass man sich mit unbewaffnetem Auge einzig darauf verlassen dürfte. Geht man diesem körnigen Aussehen mit dem Mikroskope auf den Grund, so entdeckt man, dass hier wiederum die Einschlüsse ihr interessantes Spiel treiben. Sie bestehen aus einer Menge unregelmässig durch den ganzen Stein verteilter, oft recht deutlich idiomorpher Diopsidkristalle, von welchem Mineral der Hessonit während der Entstehung begleitet wird, das heisst mit dem er auch die äussere Paragenese gemeinsam hat. Überdies ist der Hessonit von eigenartigen Schlieren durchzogen, die seinem Innern ein öliges Aussehen verleihen.

Eine hübsche, aber seltene Begegnung bietet der spärlich in Edelsteinqualität vorkommende Mangantonerdegranat Spessartin, der ebenfalls nur ihm eigene Einschlüsse besitzt. Diese bestehen aus unregelmässig liegenden Fahnen feiner, bizarrer Flüssigkeitströpfchen. Derartige Fahnen sind einzeln in den Spessartin eingebettet, oder sie durchschwärmen ihn zu Bündeln vereinigt in

mehreren Richtungen. In keinem andern Granat oder dem Spessartin ähnlichen Edelsteine tritt diese besondere Art von Flüssigkeitsfäden auf.

In den nun noch nicht erwähnten Edelsteinarten sind die Einschlussvorkommen und Erscheinungsformen weniger komplex, und je Spezies ist nur noch eine Einschlussart charakteristisch. In manchen Fällen gehört sogar reiche Erfahrung dazu, um die unterscheidenden Merkmale ähnlich aussehender Einschlüsse verschiedener Edelsteinarten zu erkennen. In Aquamarinen, Topasen, Kunziten und Berylloniten sehen sich die Flüssigkeitseinschlüsse mit Libellen verblüffend ähnlich, und einzig genaue Kenntnis ihres spezifischen Aussehens lässt eine Trennung zu.

In *Turmalinen* sind es ohne Unterschied der Abarten unregelmässig angeordnete fadenähnliche Kapillaren, Trichite (η $\theta\rho\acute{\iota}\xi$ = das Haar) genannt, die ein sicheres Bestimmungsmerkmal bilden. Unter starker Vergrösserung verraten sie sich als beliebig verlaufende Kanäle, die mit Flüssigkeit gefüllt sind und eine Libelle enthalten. Sie treten einzeln oder zu Netzen verwoben auf. Trichite sind in sämtlichen Abarten des Turmalins vorherrschend. Ausser diesen sind die roten Turmaline fast immer noch von langen, streng geradlinigen Phasen durchzogen, die einzeln vorkommen oder zu dichten Bündeln vereinigt sind.

Die *Spinelle* enthalten zahllose gut ausgebildete Spinell-Oktaederchen, die als kontemporäre Ausscheidungen mit den Wachstumsflächen der Wirtkristalle verwachsen sind. Sie sind dicht zu parallelen Reihen angeordnet, die in gewundenen Richtungen verlaufen. Mitunter sind sie auch in Nestern angehäuft. In Spinellen von Ceylon findet man wieder den selten fehlenden Lokitätsausweis: radio-aktive Zirkone mit Radiohöfen.

In den *Mondsteinen* haben sich entlang den Zwillingebenen der polysynthetischen Zwillingsslamellen feine Spannungsrissfiguren entwickelt. Generell bestehen diese Figuren aus einem mehr oder weniger geradlinig verlaufenden Hauptriss, von dem aus nach beiden Seiten kurze Risschen weglaufen. Meistens kommen solche Spannungsriss-Systeme einzeln vor, manchmal sind sie aber auch zu komplizierteren Kombinationen vereinigt. Ihr Aussehen ist trotz der individuellen Verschiedenheit stets derart unverkennbar typisch, dass es in allen Fällen als wertvolles Charakteristikum der Mondsteine angesehen werden kann.

Eines der schönsten Beispiele diagnostisch wertvoller Einschlüsse liefern die Fluorite, die gleichviel welcher Herkunft,

einige einzelne, oder dichte Schwärme unzähliger tetraedischer Flüssigkeitseinschlüsse aufweisen. Es sind negative Kristalle in der Form von Tetraedern, gefüllt mit einer Flüssigkeit und einer Libelle, die sich beim Drehen des Steines bewegt. Ebenso wenig wie natürliche Kristalle immer nur in Idealformen vorkommen, haben auch diese tetraedrischen Hohlräume nicht in allen Fällen geometrische Idealformen angenommen. Meistens sind sie irgendwie verzerrt oder sonstwie in ihrer Ausbildung gestört. Die Anwesenheit solcher Tetraeder-Hohlräume ist für Fluorite derart kennzeichnend, dass sie daran stets erkannt werden können.

Es darf nicht erwartet werden, dass in der vorstehenden Beschreibung sämtliche vorkommenden Einschlussarten behandelt worden seien; denn es gibt deren ja noch viel mehr, die jedoch als Bestimmungsmerkmale weniger oder gar nicht verwertet werden können. In einer zweckentsprechenden Auswahl spezifischer Beispiele ist aber versucht worden, mit kurzen, das Wesentlichste herausgreifenden Beschreibungen die kennzeichnenden Einschlüsse einiger häufig vorkommenden Edelsteinarten zu schildern und auf ihre diagnostische Bedeutung hinzuweisen. Die Erforschung der Einschlüsse ist ein noch junger Zweig der gemmologischen und mineralogischen Wissenschaft, und eine Fülle von Arbeiten wird von Mineralogen, Kristallographen und Gemmologen noch geleistet werden müssen, sollen die zahlreichen Rätsel, welche die Einschlüsse der verschiedensten Edelsteine heute noch bieten, einwandfreier Lösung zugeführt werden. Es eröffnet sich hier ein interessantes Gebiet fruchtbarer Zusammenarbeit zwischen Mineralogie und Gemmologie, aus welchem die Edelsteinkunde der Mineralogie dank der ihr gebotenen Möglichkeiten aus Untersuchungsobjekten und Untersuchungsmethoden fortwährend neue Beobachtungen zutragen kann, um von beiden Wissenschaften verwertet zu werden, so dass aus den daraus gewonnenen Erkenntnissen nach genetischen und diagnostischen Richtungen hin wertvolle Ergebnisse erhofft werden dürfen.

Eingegangen: 3. Dezember 1947.

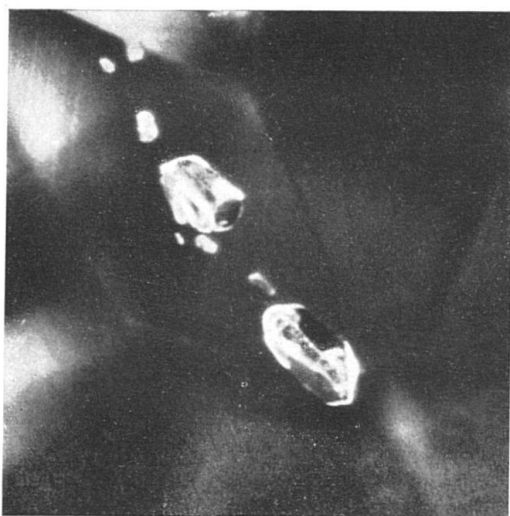


Fig. 1. Zirkon-Kristalle in Diamant,
250 $\times$

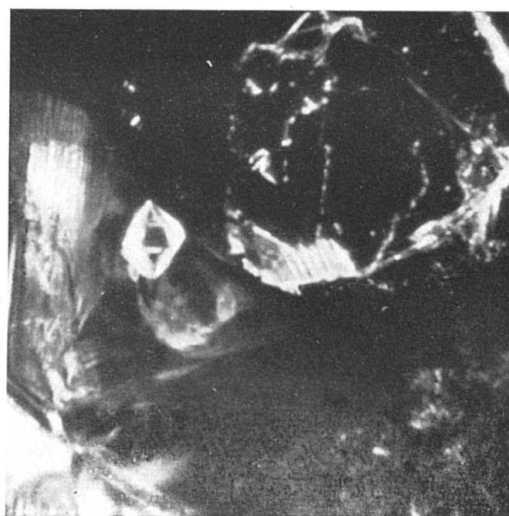


Fig. 2. Diamant-Oktaeder in Diamant
450 $\times$

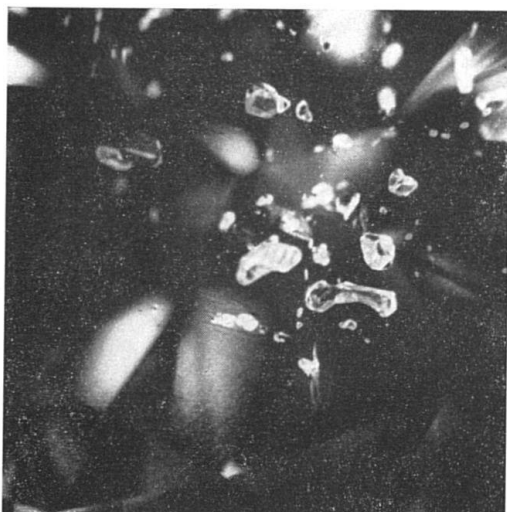


Fig. 3. Resorbierte Kristalleinschlüsse
in Diamant, 75 $\times$

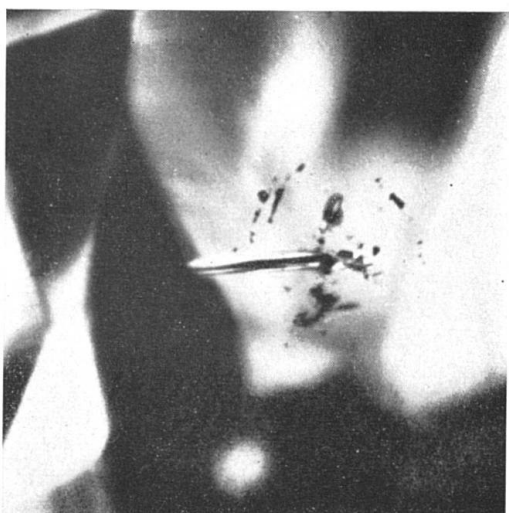


Fig. 4. Typisches Bild von Mineral-
partikelchen in Diamant, 75 $\times$

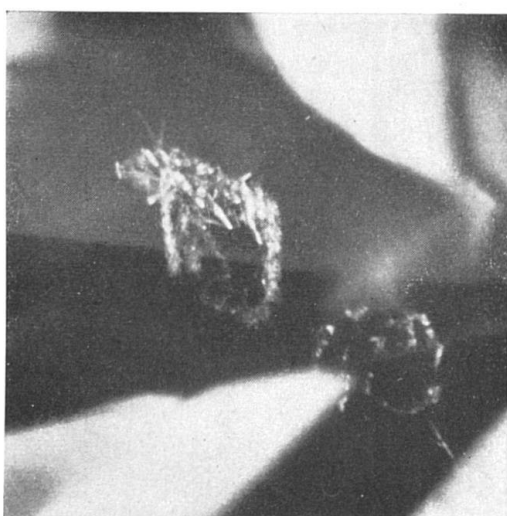


Fig. 5. Wolke von Gasbläschen in
Diamant, orientiert nach (110), 150 $\times$

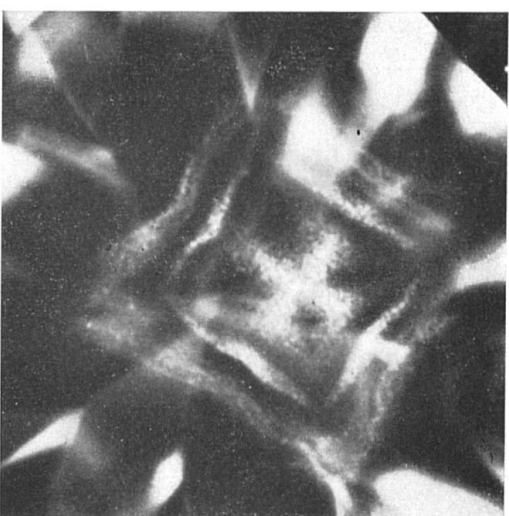


Fig. 6. Wolke v. Gasbläschen nach (110)
in Diamantzwillung nach (100), 250 $\times$

Leere Seite
Blank page
Page vide

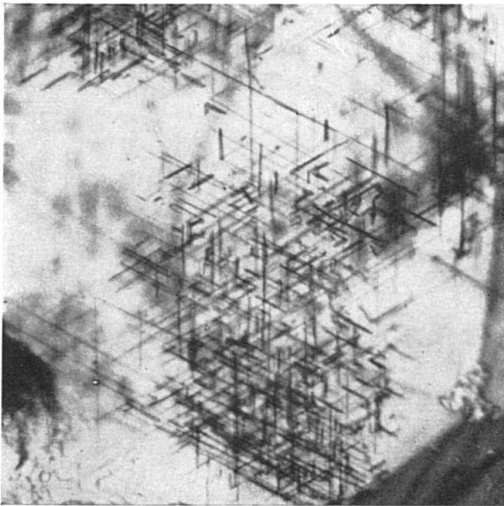


Fig. 1. Nester von kurzen, orientierten
Rutil-Kristallen in Birma-Rubin, 250×

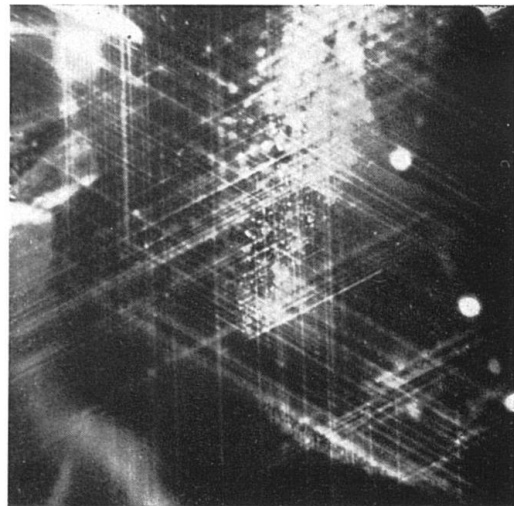


Fig. 2. „Seide“, feine, orientiert angeord-
nete Röhrchen in Ceylon-Saphir, 150×



Fig. 3. Typische Fahne, Flüssigkeits-
Tröpfchen in Ceylon-Saphir, 250×

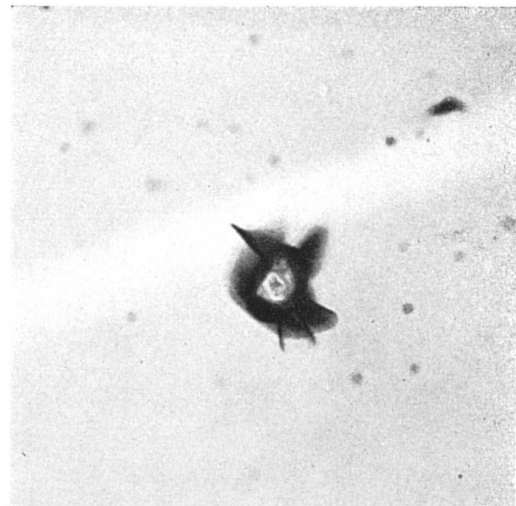


Fig. 4. Radioaktiver Zirkon mit Halo
in Ceylon-Saphir, 250×

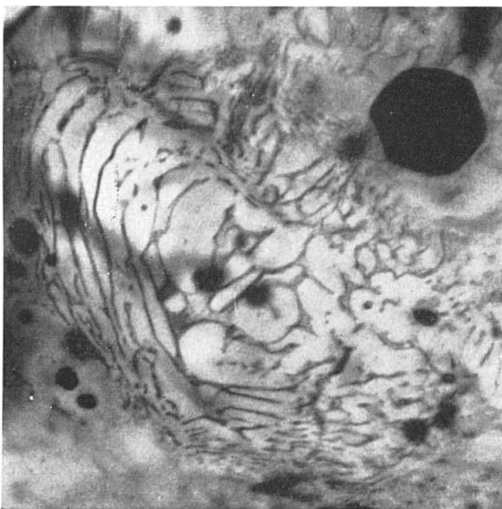


Fig. 5. Typisches Einschlussbild eines
Siam-Rubins, 150×

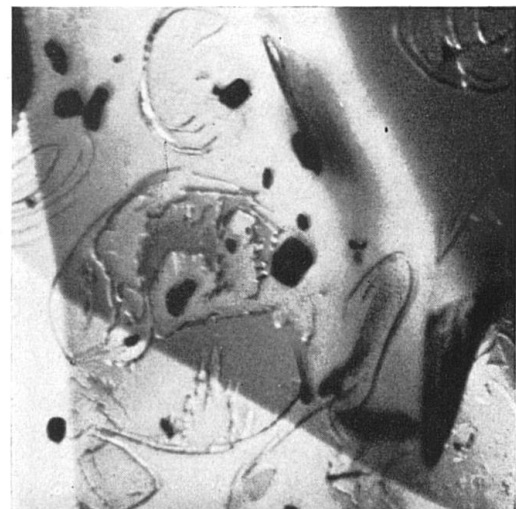


Fig. 6. Typisches Einschlussbild eines
Siam-Saphirs, 250×

Leere Seite
Blank page
Page vide

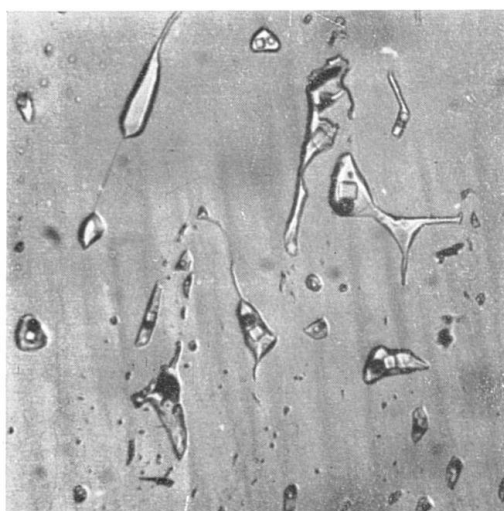


Fig. 1. Gezackte Flüssigkeits-Einschlüsse in Smaragd, 150×

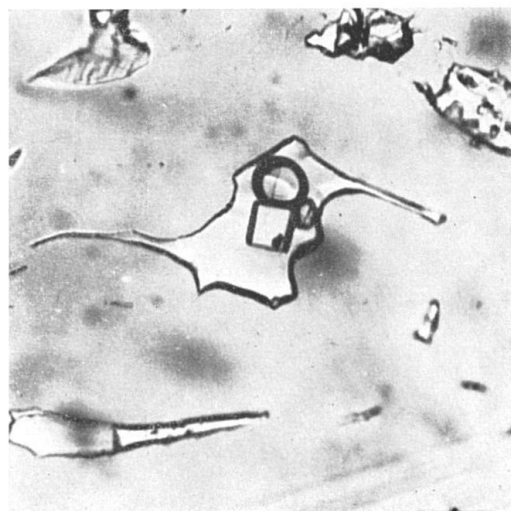


Fig. 2. Dreiphasen-Einschluss in kolumbischem Smaragd, 400×

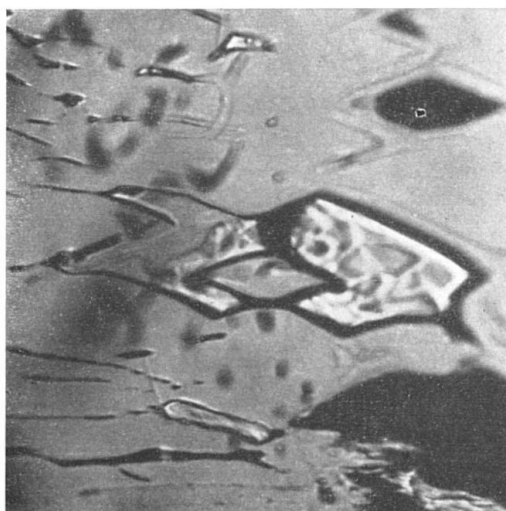


Fig. 3. Dreiphasen-Einschluss in Smaragd aus dem Ural, 400×

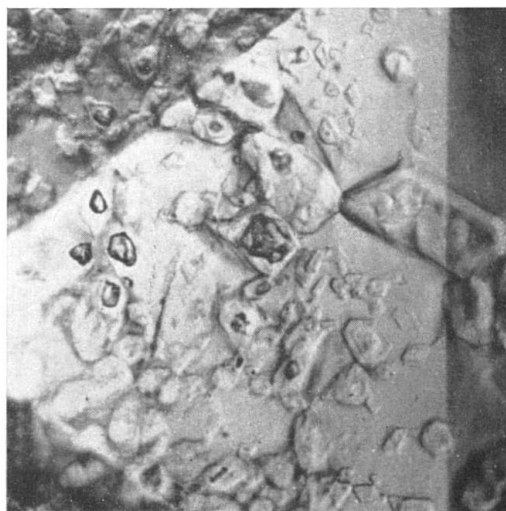


Fig. 4. Entmischungs-Einschlüsse aus Kalzit in kolumb. Smaragd. 150×

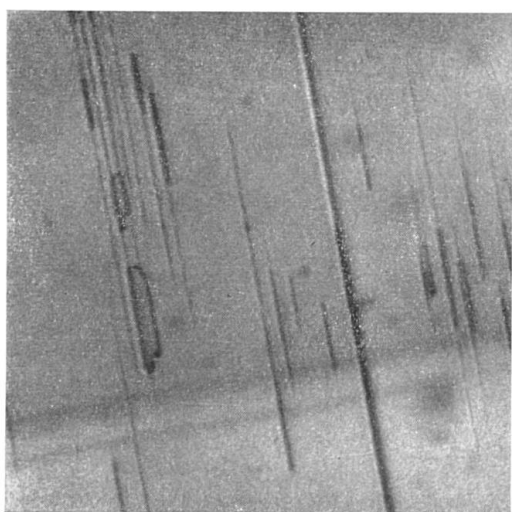


Fig. 5. Flüssigkeitsgefüllte Röhren in Aquamarin, 250×

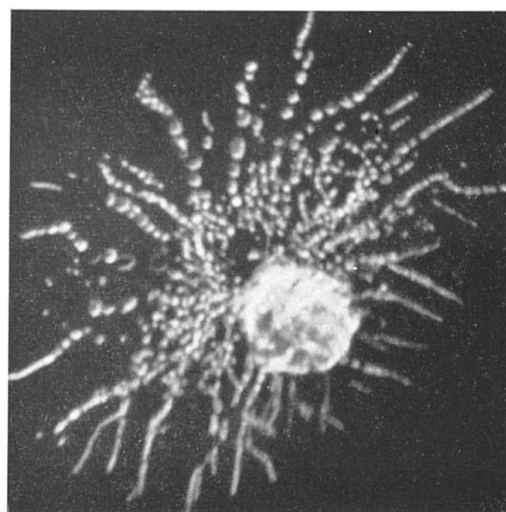


Fig. 6. Typischer „Schneestern-Einschluss“ in Aquamarin, 250×

Leere Seite
Blank page
Page vide

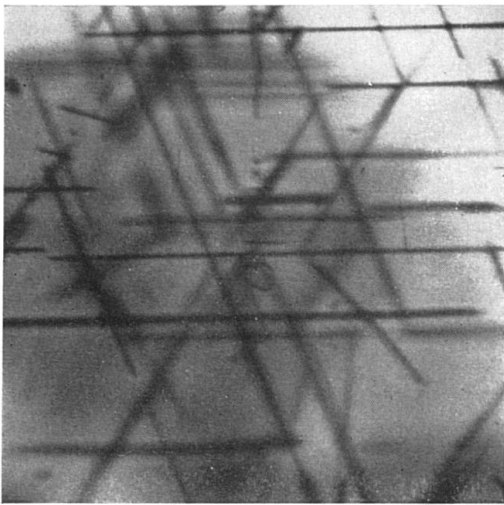


Fig. 1. Amphibol-Nadeln in Almandin,
250×

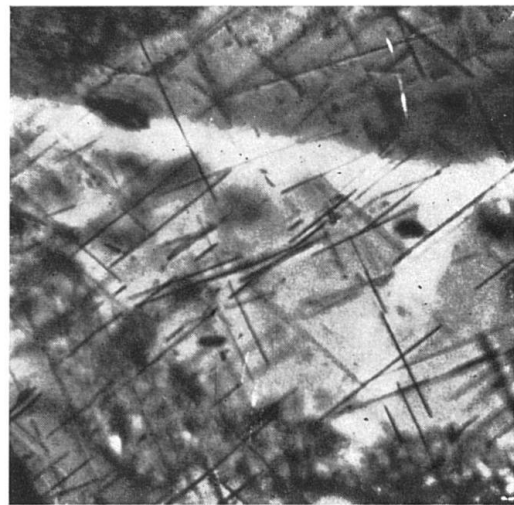


Fig. 2. Dreidimensionale Anordnung
der Nadeln in Almandin, 250×



Fig. 3. Byssolith-Fasern in Demantoid,
75×

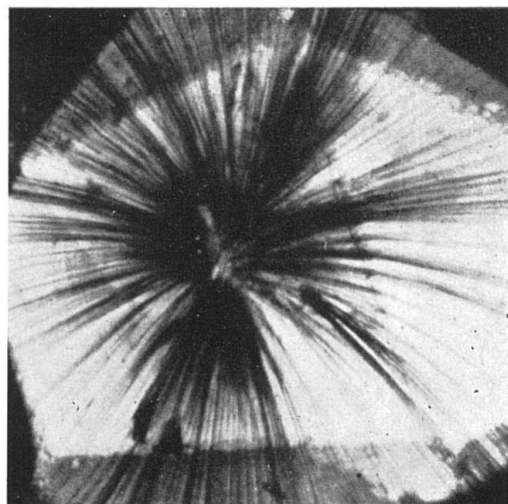


Fig. 4. Radial angeordnete Byssolith-
Fasern in Demantoid, 100×

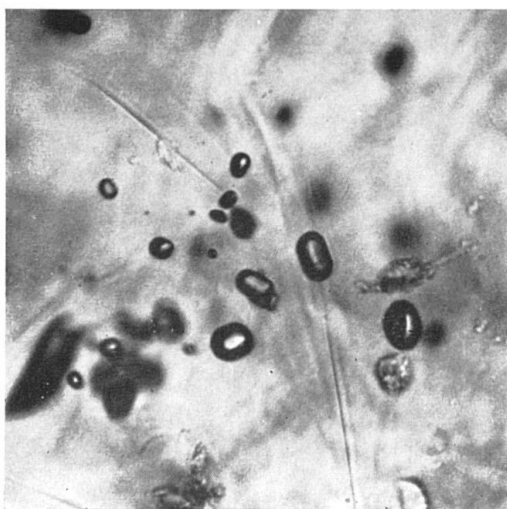


Fig. 5. Diopsid-Kristalle in schlieriger
Struktur in Hessonit, 250×

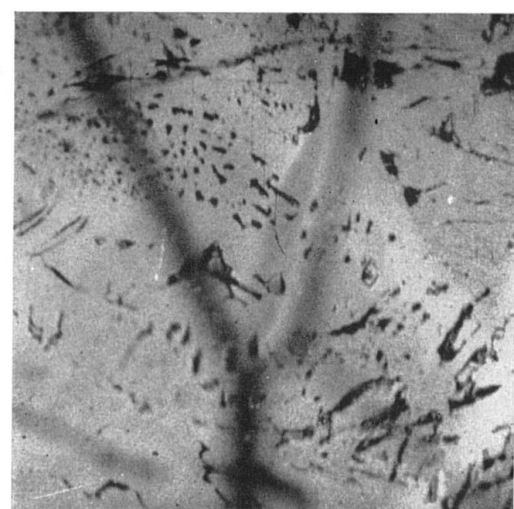


Fig. 6. Typische Fahne von Flüssig-
keits-Tröpfchen in Spessartin, 250×

Leere Seite
Blank page
Page vide



Fig. 1. Haarförmige Flüssigkeits-Kanäle in Turmalin, 250 $\times$

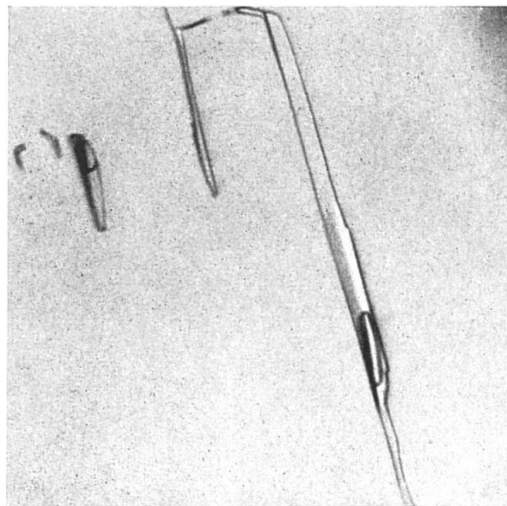


Fig. 2. Kennzeichnende Trichiten-Einschlüsse in Turmalin, 375 $\times$

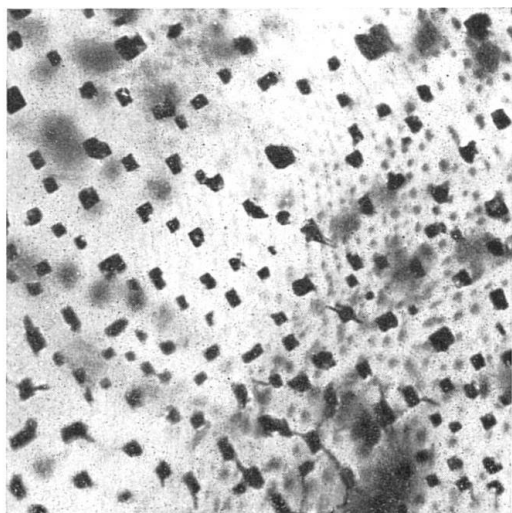


Fig. 3. Reihen euhedraaler Spinell-Oktäeder in Spinell aus Burma, 150 $\times$

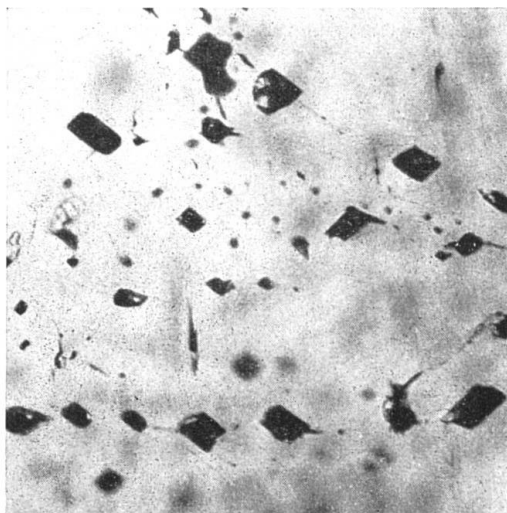


Fig. 4. Nest von Spinell-Mikroliten in Spinell von Burma, 150 $\times$

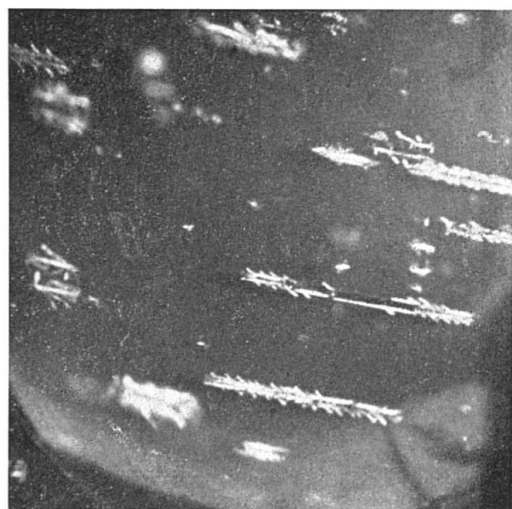


Fig. 5. Risse, nach Zwillings-Lamellen orientiert, in Mondstein, 150 $\times$

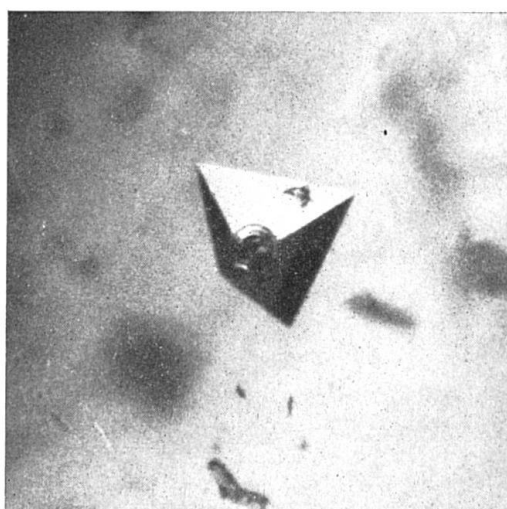


Fig. 6. Tetraeder-Hohlraum mit Flüssigkeit und Libelle in Fluorit, 250 $\times$