

Gesteine im polarisierten Licht

Autor(en): **Zedlitz, Otto**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Prisma : illustrierte Monatsschrift für Natur, Forschung und Technik**

Band (Jahr): **4 (1949)**

Heft 10

PDF erstellt am: **07.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-654456>

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.

Gesteine im polarisierten Licht



Abb. 1: Granit aus den Vogesen, ein typisches Tiefengestein

Abb. 2: Quarz-Hornblende-Glimmer-Diorit aus den Vogesen

Die harte Haut unserer Erde besteht aus einer fast unübersehbaren Fülle verschiedener Gesteinsarten; der Bodenbewuchs und die Wässer verbergen sie zwar vielfach unserm Blick, doch treten sie dafür in den Gebirgen, herausgehoben aus der Tiefe ihres Entstehungsortes und oftmals gefaltet und gepreßt, mit umso eindringlicherer Plastik zutage. Hier ist ihr Abbau mit einfachen Mitteln möglich; meist bedarf es nur einer geringfügigen Beseitigung deckender Humusschichten. In Ausnahmefällen werden Gesteine – wozu Erze, Kohle und Salz nicht gehören – auch bergmännisch, also mit Hilfe von Schachtanlagen, gewonnen. Dabei handelt es sich fast immer um wertvolle Gesteinsarten, wie farbige Marmore für dekorative Zwecke.

Die Verwendung der Gesteine – die Backsteine und Ziegelsteine stehen als Kunstprodukte außerhalb unserer Betrachtung – ist durchaus nicht nur auf das Bauen beschränkt, wenn auch der weitaus größte Teil diesem Zweck dient: der Straßenbau benötigt als Unterlage für das Klein- oder Großpflaster sogenannte Packsteine, die Eisenbahn braucht Schotter zum Stopfen der Schwellen, abgerollte Gesteine finden in der Betonzubereitung weite Verwendung, und Ufer sowie Strandbefestigungen werden mit großen Gesteinsblöcken hergestellt. Wertvolle Arten,

wie der rote schwedische Granit, der schwarzblauschillernde Larvikit, Diorite und Marmore werden vielfach zu Platten oder Säulen verarbeitet, poliert und dienen als Schmuck bei Bauten, als Grabsteine, Sarkophage, Denkmäler und zu vielerlei anderem mehr. Aber auch Chemie und Technik haben Bedarf an mancherlei Gesteinen, die oft, zu Körnern oder Staub vermahlen, verschiedenartigen Zwecken zugeführt werden.

Für jeden Verwendungszweck werden bestimmte Ansprüche an das Rohmaterial gestellt; so spielt die Form und Größe der Gesteine beim Straßenbau und der Betonbereitung eine Rolle. Vielfach wird große Festigkeit verlangt, oder man möchte das durch die Atmosphäre bedingte Auftreten von Verwitterungs- oder Korrosionserscheinungen möglichst weit hinausschieben – man denke an die Verwitterungsschäden an alten Domen – kurz, man erwartet in physikalischer und chemischer Hinsicht große Beständigkeit. Erfahrungen genügen hier durchaus nicht immer, um bindende Aussagen über den Wert der einzelnen Gesteinsarten zu machen.

Neben den technischen Prüfungsverfahren auf Zerreiß-, Druck-, Biege- und Schlagfestigkeit, auf Frostbeständigkeit und anderes mehr, geht die chemische Analyse einher. Sie gibt Auskunft über die prozentuale Anwesenheit

der am Gesteinsaufbau beteiligten Elemente. Im allgemeinen wird auf zwölf bis fünfzehn „Komponenten“ geprüft, wobei es sich meist um die gleichen, immer wieder in Gesteinen anzutreffenden Elemente handelt, die daher auch den Namen „lithophil“ (von griech.: gesteinsfreundlich) haben. Zu ihnen gehört Silizium, Titan, Aluminium, Eisen, Mangan, Magnesium, Kalzium, Natrium, Kalium, Phosphor und der Wassergehalt. Eine solche zeitraubende

diese Methoden keinen Einblick in den Erhaltungszustand, den Grad einer bereits früher eingesetzten Verwitterung oder den Körnerverband, wonach sich die Widerstandswerte der Probe gegenüber mechanischen Angriffen, aber auch gegenüber Frost, Sonnenbestrahlung, Wasser und Industriegasen richten.

Abgesehen von den technisch-physikalischen Eigenschaften lassen sich alle andern Aussagen über ein Gestein aus dem „Dünnschliff“ gewinnen. Eine Anschliffprobe reicht nicht aus, einwandfreie Bestimmungen der gesteinsbildenden Mineralien durchzuführen, denn deren Erkennen beruht wesentlich auf der Ermittlung optischer Daten, die nur mit Hilfe der Durchsicht gewonnen werden können. Dazu muß ein Dünnschliff hergestellt werden. Das ist nicht ganz leicht und erfordert eine gewisse Übung und Geschicklichkeit, damit die günstigste Schliffdicke – etwa 0,03 bis 0,04 Millimeter – ohne ein Zerreißen der Probe erreicht wird. Unter Zuhilfenahme einer rotierenden Blechscheibe, die mit Diamantbort besetzt ist, schneidet man zunächst eine möglichst dünne Platte vom Gestein ab, die etwa die Größe einer Briefmarke hat; die eine Seite der Platte wird genau eben geschliffen, etwas poliert und mit durchsichtigem Canadabalsam, dem Harz eines kanadischen Nadelbaums, auf einen Objektträger geklebt. Dann wird auf einer Schmirgelscheibe die andere Fläche so lange abgeschliffen, bis der Grad der Plattendicke nur noch ein vorsichtiges Weiterschleifen auf einer mit feinstem Schmirgel bestreuten

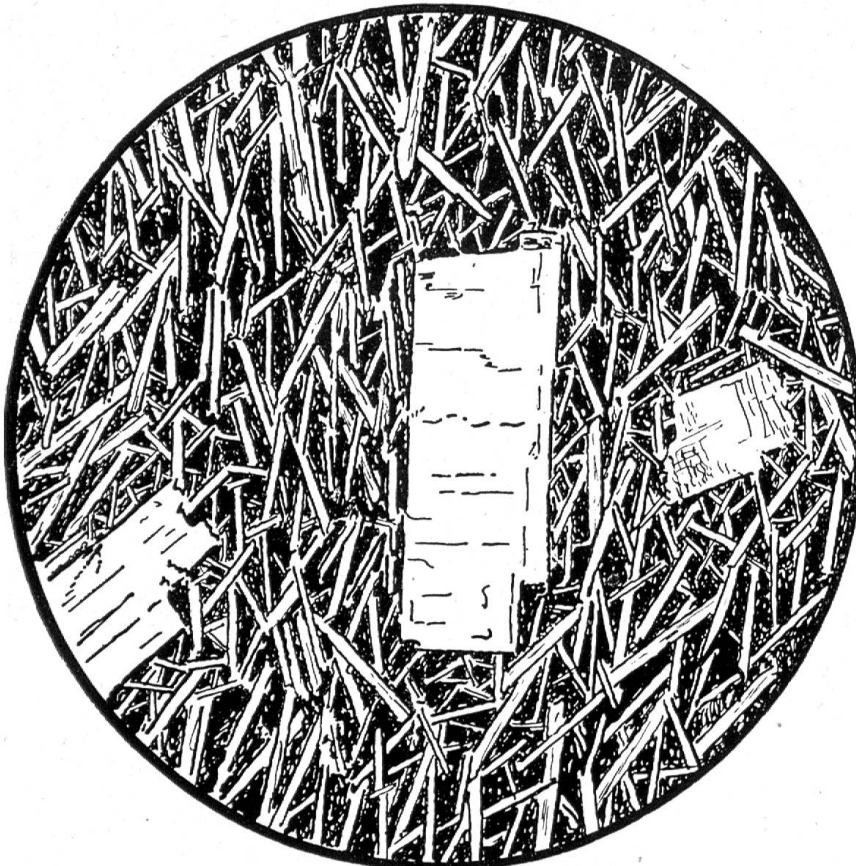


Abb. 3: Fließstruktur in einem Ergußgestein, kleine halb-geordnete Feldspatleisten um grobe Frühausscheidungen von Orthoklas

und teure Analyse sagt aber nichts darüber aus, in welcher Weise diese Elemente zu jenen chemischen Verbindungen zusammengefügt sind, die als Mineralien – fast immer kristallisiert – das Gestein aufbauen. Die physikalischen und chemischen Eigenschaften dieser gesteinsbildenden Mineralien beeinflussen nun – so ist mit Recht zu vermuten – diejenigen des Gesteins weitgehend. Auch prägt die Größe der Mineralien, ihre Gestalt sowie ihr gegenseitiger Verband die Festigkeitseigenschaften eines Gesteines.

Bei grobkörnig ausgebildeten Gesteinen ist das Erkennen der Mineralien oft noch mit bloßem Auge oder mit der Lupe möglich; ein durch Zertrümmern der Probe gewonnenes Körnerpräparat kann mit Hilfe von Schwerelösungen – also nach dem spezifischen Gewicht – in seine Mineralkomponenten getrennt und nach mineralogischen Methoden weiter bestimmt werden. Doch gestatten alle

Glastafel zuläßt. Hat der Schliff die gewünschte Dicke erreicht, so wird er mit einem etwa ein Zehntel Millimeter dünnen Deckglase, das wiederum durch Canadabalsam festgehalten wird, zugedeckt. Damit ist der Dünnschliff fertig und kann mit dem Mikroskop betrachtet werden.

Man bedient sich bei dem gesteinskundlichen, dem „petrographischen“, Untersuchungsverfahren eines Polarisationsmikroskopes; es unterscheidet sich von dem für normale Untersuchungen üblichen dadurch, daß es mit einem Paare „Nicol'scher Prismen“ ausgestattet ist und auch sonst noch einige zusätzliche Hilfsgeräte besitzt. Der eine Nicol befindet sich in dem unter dem Mikroskopisch eingebauten Beleuchtungsapparat; es ist der „Polarisator“, der das auf den Spiegel eintfallende Licht polarisiert, sodaß es nur in einer Ebene schwingt. Das andere Prisma wird als „Analysator“ über der Objektivlinse in den Tubus ein-

geschoben; seine Schwingungsrichtung wird senkrecht zu der des Polarisators eingestellt. In dem Präparat erleidet das Licht eine optische Veränderung, die zur Entstehung der Interferenzfarben führt, mit deren Hilfe die Mineralien im Dünnschliff erkannt werden können. Mit Ausnahme der regulären oder kubischen Kristalle - Oktaeder, Würfel, Rhombenzwölflächner und andere gehören zu ihnen - wird das Licht in sämtlichen anderen Kristallarten in zwei Gruppen von Strahlen zerlegt. Wir sprechen daher von isotropen - das sind also die kubischen - und von anisotropen oder doppelbrechenden Kristallen, zu denen bei weitem die meisten Mineralien gehören.

Fragen wir uns, was für Veränderungen das Licht in einer anisotropen Kristallplatte erfährt, so lassen sich folgende Feststellungen treffen: Nach seinem Eindringen wird das Licht in zwei Strahlen - den ordentlichen und den außerordentlichen - zerlegt, beide sind polarisiert und stehen mit ihren Polarisationssebenen senkrecht aufeinander; beide werden aber auch verschieden stark in ihrer Geschwindigkeit abgebremst, sie besitzen also beide voneinanderabweichende Brechwerte - daher sprechen wir von „doppelbrechend“. Beim Austritt aus dem Präparat wird also der eine Strahl gegenüber dem andern um einen gewissen Betrag vorausgeeilt sein. Der Grad der Geschwindigkeitsverminderung ist aber auch für jede Wellenlänge des hineingesandten weißen Lichtes, das sich aus allen möglichen Wellenlängen - Farben - zusammensetzt, verschieden groß; man nennt diese Erscheinung die Dispersion (von Zerstreuung), die uns vom Prisma oder von den einen Regenbogen erzeugenden Wassertropfen her bekannt ist. Schließlich ist zu beachten, in welcher Richtung das Licht die Kristalltafel im Dünnschliff durchsetzt, der aus einem wirren Haufwerk einzelner Mineralkörner besteht. In gewissen bevorzugten Richtungen kann nämlich die Dispersion - also die Doppelbrechung - einen äußersten Grenzwert für beide Strahlen besitzen, in anderen Richtungen hingegen kann er kleiner sein, indem sich die Grenzwerte einander nähern, er kann sogar völlig aufgehoben werden, sodaß überhaupt keine Doppelbrechung stattfindet. Diese letzte Richtung ist die der Isotropie, in der sich also doppelbrechende Kristalle wie isotrope verhalten; man nennt sie die Richtung der optischen Achsen, von denen die hexagonalen

und tetragonalen Kristalle eine, alle übrigen Kristalle zwei besitzen.

Verfolgen wir zum besseren Verständnis noch einmal einen polarisierten Lichtstrahl, der den unteren Nicol verlassen hat und in ein Kristalltäfelchen beliebiger Lage eintritt: Sowie er in die doppelbrechende Materie gelangt, wird er - übrigens nach dem Parallelogramm der Kräfte - in zwei zueinander senkrecht schwingende und ebenfalls polarisierte Anteile zerlegt. Jeder der beiden Strahlenarten durchheilt mit einer anderen Geschwindigkeit die Kristallplatte. Beim Austritt aus ihr wird der eine dem andern gegenüber einen gewissen Vorsprung - auch „Gangunterschied“ genannt - haben, dessen Größe sich nach der gemeinsamen Wegstrecke einerseits, nach der Durchsetzungsrichtung im Kristall andererseits richtet. Beide Strahlenarten gelangen nun nach dem Objektiv in den Analysator, in dem sie - wiederum nach dem Kräfteparallelogramm - in eine Schwingungsebene umgeklappt werden. Damit sind sie befähigt zu interferieren, also ihre beiderseitigen Wellenzüge können sich nun zu einem gemein-

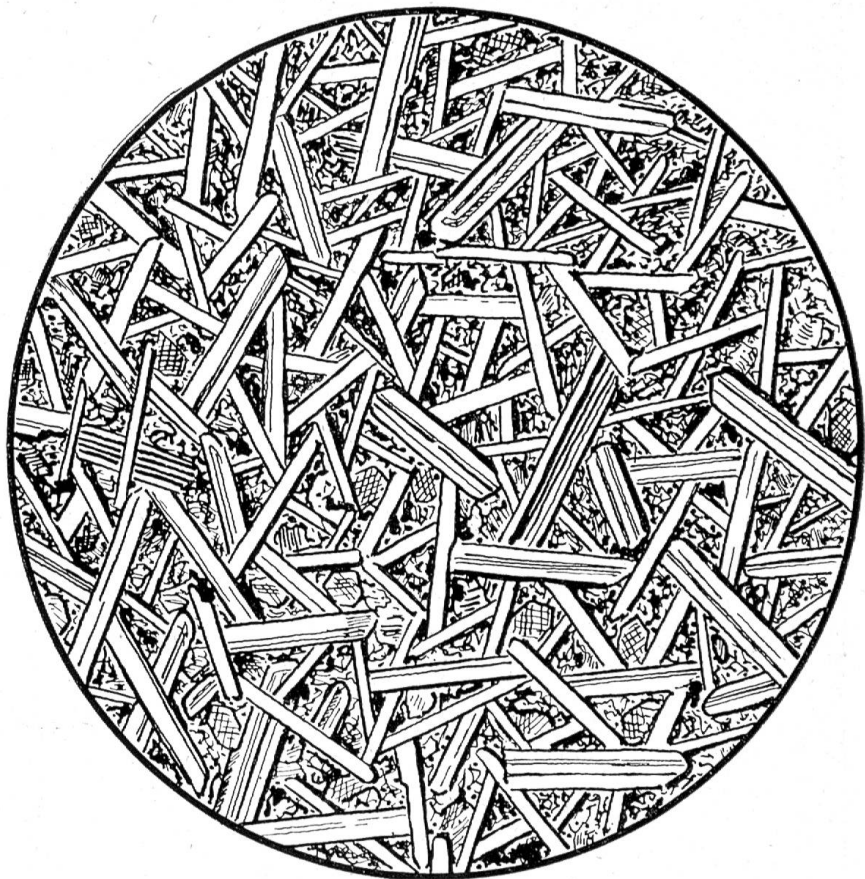


Abb. 4: Doleritische Struktur in einem basaltähnlichen Ergußgestein, Feldspalleiten und dunkle Minerale in feinstler Grundmasse

samen zusammensetzen, der einer bestimmten Interferenzfarbe entspricht. Sie ist normalerweise für ein Kristalltäfelchen bis an seine Grenzen hin die gleiche; wo eine andere



farbe beginnt, da liegt auch ein anderes Mineralkörnchen vor. Eine andere Interferenzfarbe im Nachbarkorn deutet allerdings nicht unbedingt auf ein chemisch anders zusammengesetztes Mineral, das daher auch eine andere Doppelbrechung hat, sondern es kann sich dabei auch um ein chemisch gleiches aber in einer andern Richtung getroffenes Korn handeln, womit der Gangunterschied auch geändert werden kann.

Ist der Gangunterschied zwischen den beiden Strahlen nur gering, so entstehen die Farben „niedriger Ordnung“, ist er gleich null, so ergibt sich schwarz, da beide Nicols gekreuzt zueinander stehen und kein Licht durchlassen. Steigt er an, so gelangen wir über graue, graublau, weißliche, gelbweiße und kreßfarbene Töne schließlich zum sogenannten Rot erster Ordnung. Wir haben damit die erste Oktave unseres „Interferenzfarbenklaviers“ durchlaufen. Noch höhere Gangunterschiede erzeugen Violett, Indigo, Blau, Grün, Gelbgrün, Orangerot und schließlich wieder ein Rot, das wir das der zweiten Ordnung nennen. Die Interferenzfarben der zweiten Oktave sind lebhafter leuchtend, Grau tritt in ihr nicht auf, ein geübtes Auge erkennt sie sofort und kann aus ihnen die Größe der Doppelbrechung schätzen. Die Farben der dritten und der weiteren Ordnungen werden blasser und blasser, schließlich unterscheidet man nur noch matte blaugrüne und schwach rötliche Abstufungen als Grenzen zwischen den einzelnen Ordnungen, bis etwa ab der fünften, sechsten Ordnung ein allgemeines Grau erscheint, das man als das „Grau der höheren Ordnung“ bezeichnet; es kann nur mit Hilfe eines zusätzlich eingeschobenen Gangunterschiedes vom Grau der ersten Ordnung unterschieden werden.

Die Interferenzfarben zeichnen sich durch eine sonst in der Natur nicht wieder zu beobachtende Klarheit und Leuchtkraft aus; wir dürfen sie nicht mit den Spektralfarben verwechseln, die als sogenannte „reine Farben“ eine andere Tönung und Reihenfolge besitzen. Ist der Schliff eines Gesteines zu dünn geraten oder besteht er nur aus Mineralien mit extrem geringer Doppelbrechung, so kommen die entstehenden Interferenzfarben in den Bereich des niedrigen Grau zu liegen, wo eine Unterscheidung oft schwer zu treffen ist. In solchen Fällen erhöht man zweckmäßig, sozusagen künstlich, die Gangunterschiede durch Einschoben eines Gipsplättchens zwischen Objektiv und Analysator; es besitzt als anisotrope Kristallart von der Dicke 0,05 bis 0,06 Millimeter einen Gangunterschied, der das Rot erster Ordnung erzeugt. Zu diesem Rot kommen die Gangunterschiede der Mineralplatte hinzu, sodaß es in die ihm benachbarten Farbtöne verändert wird; das sind die leuchtenden Farben Gelb, Kreß, Purpur, Violett, Indigo und Blau, und diese Farben können nun gut unterschieden und damit die Abgrenzungen der Körner erkannt werden. (Abb. 5.) Fügt man statt des Gipsplättchens Rot erster Ordnung das der zweiten Ordnung im Strahlengang hinzu – es ist ein etwas blasser Rot als im ersten Falle –, so entstehen an Stelle der niedrigen Grautöne die immer noch recht intensiven Nachbarfarben des zweiten Rot (Abb. 6). Auf diese Weise können wir das niedrige Grau sozusagen oktavenweise in höhere und besser erkennbare Interferenzfarben umformen (Abb. 7 und 8).

Abb. 5 bis 8: Hornblendezirconit aus der Gegend von Dresden. Von oben nach unten mit Kompensator Rot I. bis IV. Ordnung

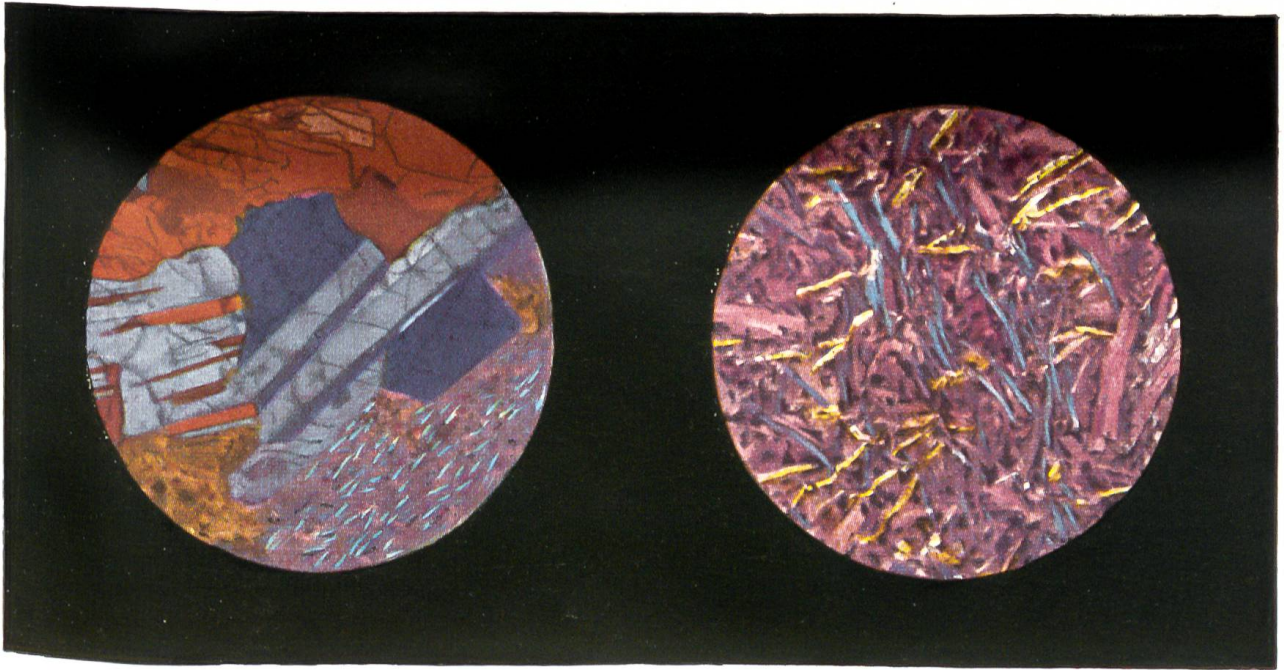


Abb. 9: Gabbro aus Schlesien

Abb. 10: Diabas aus dem Fichtelgebirge

Mit Hilfe der Interferenzfarben allein lassen sich nun allerdings die Mineralien im Dünnschliff noch nicht identifizieren; es müssen auch noch andere Kennzeichen herangezogen werden. Da ist zunächst die Kristallgestalt, von der in günstigen Fällen zwar stets nur irgend ein Querschnitt vorliegen kann; meist sind jedoch die Mineralien nicht in ihrer Eigengestalt ausgebildet, da der in der Schmelze des Gesteinsflusses beengte Raum dies nicht gestattet. In solchen Fällen helfen die Spuren der Spalt-

risse aus, die in Bezug zur Kristallgestalt stets eine besonders bevorzugte Lage haben. Nicht selten verfügt eine Kristallart sogar über ein System von mehreren Spaltrichtungen, deren eingeschlossene Winkel bekannt sind. Damit gewinnt man eindeutige Bezugsrichtungen in den gesteinsbildenden Mineralien; auch das völlige Fehlen von Spaltrissen kann sehr kennzeichnend sein, und schließlich spielen gewisse Einschlüsse in Form kleinster Schüppchen, Stäbchen oder Blasen eine oft charakteristische Rolle beim



Abb. 11: Nephelinitbasalt aus Sachsen, ein typisches Ergußgestein

Abb. 12: Marmor aus Carrara (Italien)

Erkennen mancher Mineralien. Alle diese Anzeichen und Hinweise ermöglichen erst einwandfreie Aussagen über die mineralische Zusammensetzung des in Frage stehenden Gesteines. Danach mag es den Anschein haben, als ob das petrographische Arbeiten eine mühsame Aufgabe

enthalten. Zudem lehrt uns das Fehlen oder Vorhandensein von Umsetzungsprodukten, die als Ergebnis von Zersetzungsercheinungen in Gestalt feinsten Schüppchen, Eisengelen und so fort das Bild gewisser Mineralien trüben können, den Erhaltungszustand der Probe.

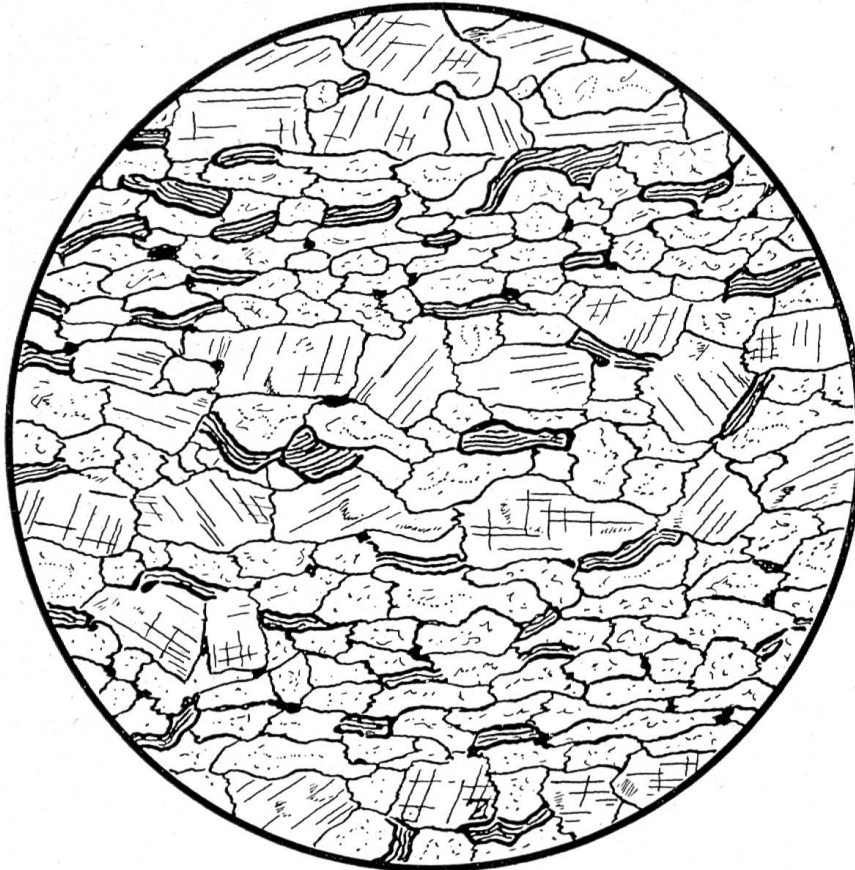


Abb. 13: Schieferung in Gneis, bestehend aus Quarz, Feldspat und dunklem Glimmer

ist; doch gelingt dem darin Geübten die Charakterisierung eines Gesteinsschliffes meist schon nach einigen Minuten der Beobachtung. Hat er sämtliche am Gesteinsaufbau beteiligten Mineralien erkannt, dann ist es ihm mit zuzählenden mikroskopischen Geräten, mit dem „Integrationsstisch“, sogar möglich, die chemische Zusammensetzung des Gesteins auf etwa ein Prozent genau zu berechnen; dies Verfahren beruht auf einer Art Planimetrie mit zahlreichen Querschnittsmessungen durch den Dünnschliff. Auch diese Arbeit ist in einem geringen Bruchteil derjenigen Zeit gemacht, die eine chemische Analyse erfordern würde.

Gibt sie einen Gehalt von 42 Prozent Siliziumdioxid (SiO_2) und 16 Prozent Tonerde (Al_2O_3) für einen Basalt an, so belehrt uns der Dünnschliff, daß das Siliziumdioxid nicht in Form des Minerals Quarz und die Tonerde – das Aluminiumoxyd – nicht als Korund vorliegt, sondern daß diese Komponenten nur Bestandteile gewisser Mineralien sind, die unter anderm eben auch Silizium und Aluminium

langsam abkühlt oder durch Lockerstellen in der „Epidermis“ sich nach außen ergießt und alsbald erstarrt. Erstarrungsgesteine können also entweder „Plutonite“, in der Tiefe steckengebliebene, oder „Vulkanite“ – an die Oberfläche ergossene Gesteine – sein. Die ersten neigen zu grobkörniger Ausbildung, da die Mineralarten genügend Zeit zur Auskristallisation haben; die letzten sind meist feinkörnig bis schlackig, nicht selten glasartig, da ihre schnelle Abkühlung ein Kristallwachstum fast völlig verhindert. Die Abbildungen 1, 2, 9 und 5 bis 8 zeigen uns typische Erstarrungsgesteine der Tiefe, also Plutonite mit mehr oder weniger grobem Korn. Bestandteile sind die Feldspatarten, Glimmer, Quarz, Erze und Nebengemengteile. Die Abbildungen 10 und 11 gehören zu Ergußgesteinen, allerdings ohne glasige Grundmasse: Der Nephelinbasalt hat eine recht feinkörnige Grundmasse mit einigen größeren Mineralarten darin, der Diabas ist schon körniger, die Feldspatleisten sind leicht gekrümmt. Das Fließen dieser Ergußgesteine ist oft fixiert erhalten geblieben und an einer

quasi-parallelen Lagerung der schmalen Feldspatleisten zu erkennen (Abb. 3); sie winden sich um grobe Frühausscheidungen von Orthoklas herum wie die treibenden Baumstämme um einen Brückenpfeiler im Flußbett.

Die Feldspatleisten und andere Mineralarten können auch ein auffallend verzahntes Netzwerk bilden, wie es der Dolerit – eine Basaltart – der Abbildung 4 erkennen läßt; eine solche Struktur beeinflusst die Festigkeit und Zähigkeit in günstigem Sinne, man denke an den zähesten Vertreter, den grünlichen Nephrit, der das Material für die Steinbeile untergegangener Kulturen geliefert hat.

Eine ausgesprochene Schieferung in der Anordnung der Mineralkörner bieten die Gneise- oder kristallinen Schiefer, die sowohl aus Erstarrungs- wie aus Sedimentgesteinen entstanden sein können; sie zählen zu den „metamorphen“, also umgewandel-



Abb. 15: Eigengestaltige – idiomorphe – Ausbildung verschiedener Mineralien in einem basalt-ähnlichen Ganggestein (Mondiquit) mit glasiger Grundmasse; Systeme von Spaltrissen und typische Kristallumrisse erkennbar

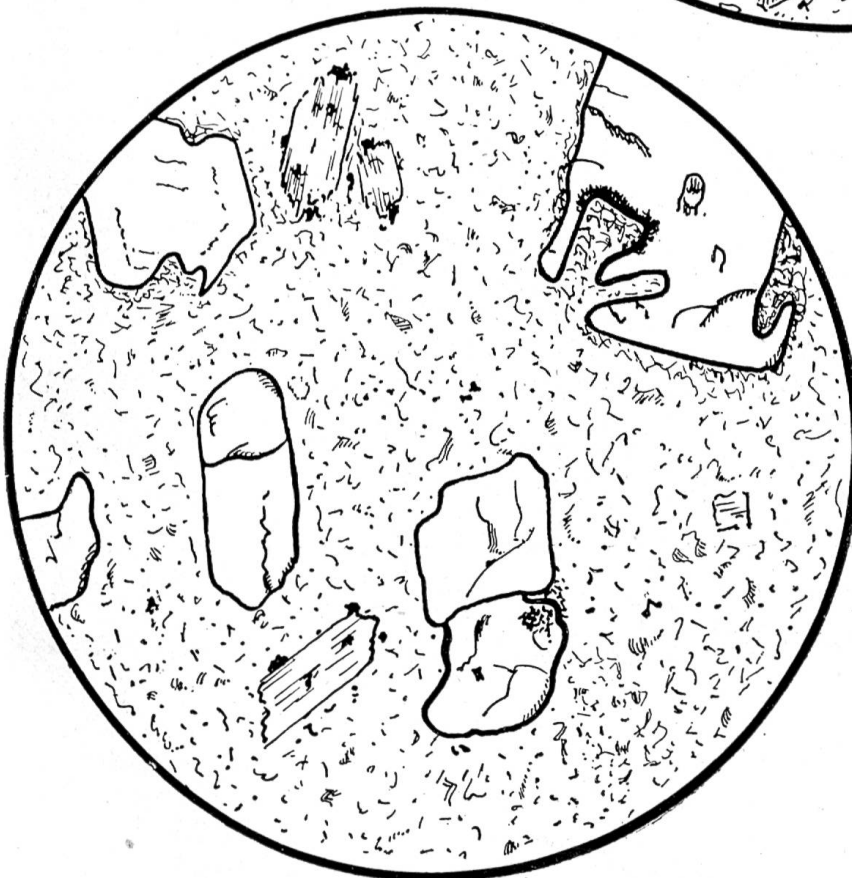


Abb. 14: Durch magmatische Korrosion angefressene Quarzkristalle in einem Porphyr mit glasartiger Grundmasse

ten Gesteinen. Im Gegensatz zu den Ergußgesteinen besitzen sie keine natürliche Folge in der Auskristallisation, die durch die Schmelzpunkte der Bestandteile reguliert wird. Ihre Schieferung – oft schon mit dem bloßen Auge wahrnehmbar – schwächt das Gestein, da es leicht zum Zerfallen neigt; in der feinen Ribbildung können sich die Schäden der Atmosphäre schnell auswirken. Der Name Gneis soll aus dem Slavischen stammen und „fauler Stein“ bedeuten. Unsere Abbildung 16 führt uns einen Glimmerschiefer vor Augen, der aus Quarz, Feldspat, Glimmer und Erz besteht. Die Strichzeichnung (Abb. 13) läßt die Eigentümlichkeit der Parallelanordnung noch deutlicher hervortreten.

Korrosionserscheinungen an Gesteinen sind auch manchmal auf die

lösende Tätigkeit des Magmas selbst zurückzuführen; der Quarzporphyr der Abbildung 14 zeigt einige in der Tiefe gewachsene Quarzkristalle, die nachträglich von der fast glasigen Grundmasse „angenagt“ wurden.

Kalksedimente sind so feinkörnig, daß sie dem Auge außer gelegentlichen Tierresten nichts Besonderes bieten;

vorganges – und richtungslose Anordnung der Kalkspatkriställchen; der Marmor ist ein Vertreter der monomineralischen Gesteinsarten, da er nur aus Kalkspat besteht.

Vieles, was hier über die Untersuchungsverfahren und Eigentümlichkeiten der Gesteine gesagt wurde, gilt mit gewissen Einschränkungen oder Abwandlungen auch für

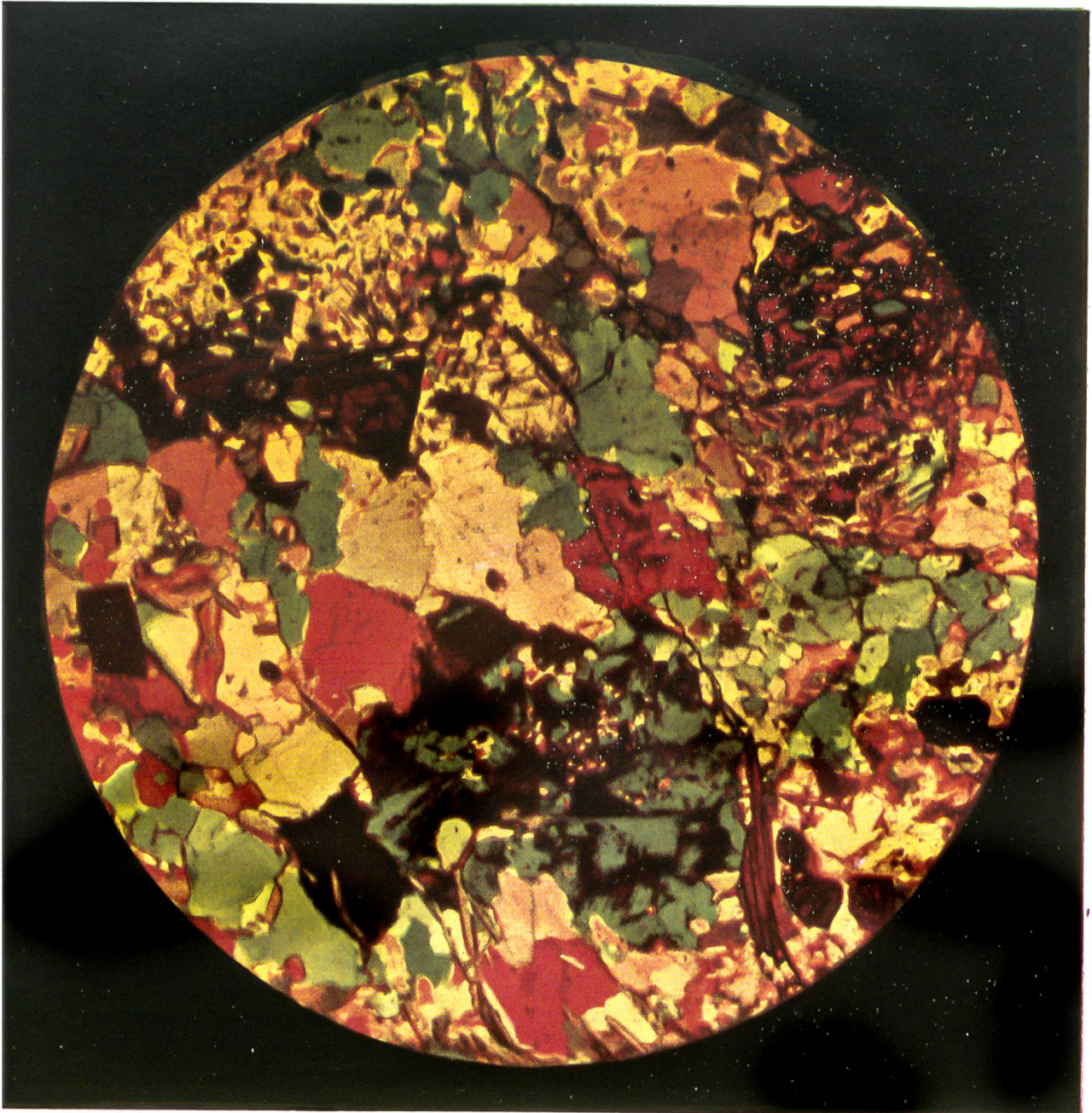


Abb. 16: Glimmerschiefer aus dem Erzgebirge, quer zur Schieferung geschliffen und in polarisiertem Licht photographiert

wurde jedoch ein derartiger Kalk durch die Nähe eines Plutons oder Vulkans erhitzt und zur Rekristallisation – also zur Kornvergrößerung – angeregt, so entsteht der im Bruch grobspätige Marmor (Abb. 12). Wir erkennen gleichmäßig großes Korn, jedes einzelne mit Zwillingsslamellen durchsetzt – eine mechanische Folge des Schleif-

Erze und Metalle; wegen ihrer Undurchsichtigkeit werden sie *angeschliffen* und *poliert* und im *auffallenden* Licht mit dem eigens dazu eingerichteten „Erzmikroskop“ betrachtet; auch hier können gelegentlich Interferenzfarben beobachtet werden.

Prof. Dr. Otto Zedlitz