

Anhang.

Übungsbeispiele für optische Untersuchungen.

Zur Erlernung der im obigen auseinandergesetzten optischen Untersuchungsmethoden ist es nötig, Übungsbeispiele zu behandeln. Im folgenden seien einige Vorschläge in der Hinsicht gemacht.

Beim Verdampfen eines Lösungstropfens auf einem Objektträger oder beim Ausfällen bilden sich sehr oft kleine Kristalle, die für die Betrachtung unter dem Mikroskop geeignet sind. Größere Kristalle stellt man sich her, indem man die betreffende Lösung langsam verdunsten und die Kristallisationen an einem Faden, in Glaswolle oder auf dem Boden des Gefäßes anschießen läßt. Minerale bieten gleichfalls gute Übungsbeispiele.

1. Amorphe Körper.

Glas. Optische Anomalien: beim Biegen (Glasstab) oder nach ungleichmäßigem Erhitzen. Betrachtung mit Gipsblättchen von Rot 1. Ordnung. Fasern, Haare, Gele sind oft doppelbrechend.

2. Isometrische Kristalle.

Chlornatrium, Kaliumplatinchlorid, reiner Kalialaun, Baryumnitrat, Bleinitrat, Pyrop.

Optische Anomalien: Mischung von Baryum- und Bleinitrat. Granat der Kontaktgesteine. Gepreßtes Steinsalz.

Skelette: Salmiak. Schnelle Kristallisation durch Erhitzen eines Lösungstropfens.

Zirkularpolarisation: Natriumchlorat (dicke Kristalle, Drehung sonst gering).

3. Optisch einachsige Kristalle.

a) Trigonale Kristalle.

Kieselfluornatrium, Natriumnitrat, Brucit, Kalkspat, Turmalin (Pleochroismus), Quarz (Zirkularpolarisation).

b) Tetragonale Kristalle.

Nickelvitriol, Quecksilberchlorür, Zirkon.

c) Hexagonale Kristalle.

Nephelein, Apatit.

4. Optisch zweiachsige Kristalle.

a) Rhombische Kristalle.

Kaliumchromat, Bittersalz, Natriumdithionat (Ätzfiguren), Anhydrit, Schwerspat, Aragonit, Olivin, Schwefel aus Schwefelkohlenstoff, Kalisalpeter.

b) Monokline Kristalle.

Gips (oft Zwillinge), Borax, Rohrzucker, Weinsäure (Pyroelektrizität), Sanidin, Glimmer, Augit, Hornblende, Epidot.

c) Triklone Kristalle.

Kupfervitriol, Kaliumdichromat, Plagioklase, Disthen.

Um besonders wichtige optische Verhältnisse an möglichst wenigen Präparaten erläutern zu können, habe ich eine Sammlung von 15 Mineraldünnschliffen zusammengestellt, nach welcher die Firma Voigt und Hochgesang in Göttingen für Interessenten gleiche Sammlungen anfertigt.

Sie enthält folgende Schriffe: 1. Olivin nach $\{100\}$. 2. Quarz nach $\{0001\}$. 3. Granat, beliebiger Schnitt. 4. Sanidin nach $\{010\}$. 5. Quarz nach $\{10\bar{1}0\}$. 6. Kalkspat nach $\{10\bar{1}1\}$. 7. Staurolith nach $\{110\}$. 8. Hornblende nach $\{100\}$. 9. Augit nach $\{010\}$. 10. Labrador nach $\{010\}$. 11. Labrador senkrecht a. 12. Labrador nach $\{001\}$. 13. Kalkspat nach $\{0001\}$. 14. Muscovit nach $\{001\}$. 15. Epidot nach $\{001\}$.

Die Sammlung dient zum Studium folgender Verhältnisse.

I. Brechung. (Die Schriffe liegen in Kanadabalsam: $n = 1,54$).

1. Starke Brechung.

Olivin (rhombisch), parallel dem ersten Pinakoid. Schliff 1 ($\beta = \text{etwa } 1,68$). Vgl. auch Schliff 3 ($n = \text{etwa } 1,74$), 7 ($\beta = \text{etwa } 1,74$), 9 ($\beta = \text{etwa } 1,70$).

2. Schwache Brechung.

Quarz (hexagonal), senkrecht Achse c . Schliff 2 ($n = 1,54$). Vgl. auch Schliff 4 ($\beta = 1,52$), 5 ($\beta = \text{etwa } 1,55$), 10 ($\beta = \text{etwa } 1,56$).

II. Einfache und doppelte Brechung.

1. Einfache Brechung.

Pyrop (isometrisch), Schliff beliebiger Lage. Schliff 3. Vgl. auch Schliff 2, 13.

2. Doppelbrechung.

a) Starke Doppelbrechung.

Olivin (rhombisch), Schliff 1 ($\beta - \alpha = \text{etwa } 0,017$). Vgl. auch Schliff 6 ($\gamma' - \alpha' = 0,092$), 9 ($\gamma - \alpha = 0,025$).

b) Schwache Doppelbrechung.

Sanidin (monoklin), parallel dem seitlichen Pinakoid. Schliff 4 ($\gamma - \beta = 0,004$); vgl. auch Schliff 10 ($\gamma' - \alpha' = \text{etwa } 0,009$).

III. Lage der Auslöschungsrichtungen.

1. Optisch einachsige Kristalle: trigonale, tetragonale, hexagonale Kristalle.

a) Schliff parallel der optischen Achse.

Quarz (trigonal), Schliff parallel Achse c , Schliff 5.

b) Schliff aus der Zone von Säule zur Endfläche.

Kalkspat (trigonal), Schliff parallel einer Rhomboederfläche, Schliff 6.

2. Optisch zweiachsige Kristalle.

a) Rhombische Kristalle.

 α . Pinakoidaler Schliff.

Olivin, Schliff parallel dem ersten Pinakoid, Schliff 1.

 β . Prismatischer Schliff.

Staurolith, Schliff parallel einem Prisma dritter Art, Schliff 7.

b) Monokline Kristalle.

 α . Schliff parallel Achse b .

Hornblende, Schliff parallel dem ersten Pinakoid, Schliff 8.

 β . Schliff senkrecht Achse b .

$\alpha\alpha$. Geringe Schiefe der Auslöschung.

Sanidin, Schliff 4.

$\beta\beta$. Große Schiefe der Auslöschung.

Basaltischer Augit, Schliff 9.

c) Triklone Kristalle.

Labrador, Schliff parallel dem zweiten Pinakoid, Schliff 10.

IV. Bestimmung des relativen Wertes der Schwingungsrichtungen in einer doppelbrechenden Platte (zugleich Bestimmung des Charakters der Doppelbrechung).

Quarz, Schliff parallel Achse c ($c = k$, also positive Doppelbrechung), Schliff 5.

Sanidin, parallel dem zweiten Pinakoid (die den Spaltrissen anliegende Auslöschungsrichtung = Richtung der ersten Mittellinie = α ; negative Doppelbrechung). Schliff 4. Vgl. auch Schliff 1, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14.

V. Pleochroismus.

Hornblende (monoklin), Schliff parallel dem ersten Pinakoid, Schliff 8. Vgl. auch Schliff 7.

VI. Zwillingsbildungen bei doppelbrechenden Kristallen.

1. Schliff senkrecht zur Zwillings- (und Verwachsungs)ebene.

Labrador (triklin), senkrecht zum zweiten und dritten Pinakoid, Schliff 11.

2. Schliff schief zur Zwillings- (und Verwachsungs)ebene.

Labrador schief zum zweiten Pinakoid, Schliff 12.

VII. Konvergentes polarisiertes Licht.

1. Optisch einachsige Kristalle (trigonale, tetragonale und hexagonale Kristalle).

a) Schliff senkrecht zur optischen Achse.

 α . Schwache Doppelbrechung.

Quarz (trigonal), Schliff 2 ($\varepsilon - \omega = 0,009$).

- β. Starke Doppelbrechung.
Kalkspat (trigonal), Schliff 13 ($\omega - \varepsilon = 0,172$).
 - b) Schliff aus der Zone von Säule zur Endfläche.
Kalkspat, Schliff parallel einer Rhomboederfläche, Schliff 6.
 - c) Schliff parallel Achse c .
Quarz, Schliff 5.
- 2. Optisch zweiachsige Kristalle.
 - a) Schliff senkrecht zur 1. Mittellinie.
 - α. Optische Achsen im Gesichtsfelde.
Muscovit (monoklin), Spaltblättchen nach dem dritten Pinakoid, Schliff 14.
 - β. Optische Achsen nicht im Gesichtsfelde.
Olivin (rhombisch), parallel dem ersten Pinakoid, Schliff 1.
 - b) Schliff senkrecht zur 2. Mittellinie.
Sanidin (monoklin), Schliff 4.
 - c) Schliff parallel der Ebene der optischen Achsen.
Augit (monoklin), Schliff parallel dem zweiten Pinakoid, Schliff 9.
 - d) Schliff etwas schief zu einer optischen Achse.
Epidot (monoklin), Schliff parallel dem dritten Pinakoid, Schliff 15.
- 3. Bestimmung des Charakters der Doppelbrechung.
 - a) Optisch einachsige Kristalle (trigonale, tetragonale und hexagonale Kristalle).
 - α. Positive Doppelbrechung.
Quarz (trigonal), Schliff senkrecht zur optischen Achse (schwache Doppelbrechung), Schliff 2.
 - β. Negative Doppelbrechung.
Kalkspat (trigonal), Schliff senkrecht zur optischen Achse (starke Doppelbrechung), Schliff 13.
 - b) Optisch zweiachsige Kristalle (rhombische, monokline und trikline Kristalle).
 - α. Positive Doppelbrechung.
Olivin (rhombisch), Schliff senkrecht zur 1. Mittellinie (Schliff parallel dem ersten Pinakoid), Schliff 1.
Labrador (triklin), Schliff schief zur Mittellinie, Schliff 10.
 - β. Negative Doppelbrechung.
Muscovit (monoklin), fast genau senkrecht zur 1. Mittellinie (Spaltblättchen nach dem dritten Pinakoid), Schliff 14.
Epidot (monoklin), etwas schief zu einer optischen Achse, Schliff 5.

Eine andere Sammlung von 9 Schliffen dient zur Erläuterung der Zirkularpolarisation, der Dispersionen der optischen Achsen und der Dispersionen der Mittellinien (bzw. Achsenebenen).

I. Zirkularpolarisation.

1. Isometrische Kristalle. Beobachtung im parallelen, polarisierten Lichte.
Natriumchlorat (Dickschliff), Schliff 1.

2. Trigonale, tetragonale und hexagonale Kristalle. Beobachtung im parallelen und konvergenten polarisierten Lichte.

Quarz, Schliff parallel $\{0001\}$ (Dickschliff). Rechts drehend, Schliff 2.
 Quarz, Schliff parallel $\{0001\}$ (Dickschliff). Links drehend, Schliff 3.
 Durch Aufeinanderlegen von 2 und 3 Airysche Spiralen.

- II. Dispersion der optischen Achsen, Mittellinien und Ebenen der optischen Achsen.

1. Rhombische Kristalle.

Dispersion der optischen Achsen ohne Dispersion von Mittellinien bzw. der Ebenen der optischen Achsen.

- a) Winkel der optischen Achsen für die roten Strahlen größer als der für die grünen (blauen) Strahlen. $R > Bl$.

Cerussit, senkrecht zur 1. Mittellinie. Schliff 4.

- b) Winkel der optischen Achsen für die roten Strahlen kleiner als der für die grünen (blauen) Strahlen. $R < Bl$.

Schwerspat, senkrecht zur 1. Mittellinie, Schliff 5.

2. Monokline Kristalle.

- a) Dispersion der Mittellinien. Geneigte Dispersion.
 (Ebene der optischen Achsen in der Symmetrieebene).

Gips, senkrecht zur 1. Mittellinie (für mittlere Farben), Schliff 5.

- b) Dispersion der Mittellinien und Ebenen der optischen Achsen. Horizontale Dispersion. (Ebene der optischen Achsen senkrecht zur Symmetrieebene. Erscheinung um die Mittellinien in der Symmetrieebene).

Adular, senkrecht zur 1. Mittellinie (für mittlere Farben), Schliff 7.

- c) Dispersion der Achsenebenen. Gekreuzte Dispersion. (Ebene der optischen Achsen senkrecht zur Symmetrieebene. Erscheinung um die mit der Achse b zusammenfallenden Mittellinien).

Borax, senkrecht zur 1. Mittellinie, Schliff 8.

3. Triklone Kristalle.

Unsymmetrische Dispersion.

Kaliumdichromat, senkrecht zur 1. Mittellinie (für mittlere Farben), Schliff 9.

Zur Demonstration von Sphärolithen sind geeignet Kristallisationen von Baryumchlorid, Benzoin, Betol.

Enantiotrope Umwandlung weisen sehr drastisch auf z. B. Kohlenstofftetrabromid (Umschlag monoklin \rightleftharpoons isometrisch bei 47°), Borazit (rhombisch \rightleftharpoons isometrisch bei 265°), Quarz $\beta \rightleftharpoons \alpha$ bei 575°).

Für das erste Studium flüssiger Kristalle sind folgende Präparate (zu beziehen von Merck in Darmstadt) zu empfehlen.

1. Sirupartiges Ammonoleat mit wäbrigem Alkohol unter großem flachem Uhrglas bis nahe dem Sieden erwärmen, durch Abheben und Aufsetzen des Deckglases gut mischen; einige Oleatreste lassen; zwischen $+N$ abkühlen lassen. Die kleinen pyramidalen Kristalle

fließen zu größeren zusammen, biegen und strecken sich in der bewegten Flüssigkeit. Beim öfteren parallelen Verschieben des Deckglases Parallelstellung der Kristalle. Magdalarot und Olivenöl machen die Kristalle pleochroitisch.

2. Paraazoxyzimtsäureäthylester mit zur völligen Lösung nicht ausreichender Menge von Monobromnaphthalin in der Nähe des Schmelzpunktes behandeln und erkalten lassen. Es entstehen pflanzenförmige sich bewegende Kristalle.

3. Paraazoxyanisol 63,8 Gew.-T., Paraazoxyphenetol 25,3 Gew.-T., Paraazophenetol 6,3 Gew.-T., Kolophonium 2,5 Gew.-T., Olivenöl 1,9 Gew.-T. bilden runde flüssige Kristalle.

4. Anisalamidoazotoluol in sehr dünner Schicht unter Deckglas geschmolzen wird beim Abkühlen pseudoisotrop, d. h. die (optisch einachsigen) Teilchen stellen sich parallel und mit der optischen Achse senkrecht zum Objektträger.

5. Cholesterylcaprinat und Anisalparamidozimtsäureäthylester zeigen beim Erwärmen und entsprechend beim Wiedererkalten zwei flüssige Modifikationen.