

0,001 mm unmittelbar angibt. Man stellt bei diesem Instrument auf Berührung der Mittelschraube mit dem Präparat ein, was man bei recht vorsichtiger Handhabung an dem beginnenden leisen Gleiten der drei äußeren Spitzen auf der ebenen Spiegelglas-Grundscheibe merkt. Noch genauer sind die Interferenz-Sphärometer, bei denen der Kontakt mit einer Kugel am vorderen Ende der Schraube durch ein plötzliches Aufzucken von Interferenzstreifen gekennzeichnet wird, die sich besonders deutlich im Natriumlicht zwischen zwei das Präparat unterlagernden Glasplatten zeigen.

VI. Winkelmessung (Goniometrie).

1. Messung ebener Winkel (Winkel in einer Fläche).

Winkel in einer Fläche lassen sich unter dem Mikroskop mit leidlicher Genauigkeit (je nach der Beschaffenheit der Kanten bis auf $1/4^\circ$) auch mit einfachen Hilfsmitteln messen. Man benützt das im Okular angebrachte Fadenkreuz. Das Objektiv ist genau zu zentrieren.

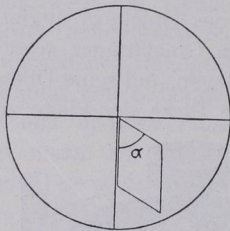


Fig. 342. Winkelmessung mit dem Mikroskop.

Will man einen Winkel α (Fig. 342) finden, so stellt man mit der Hand den Scheitel des Winkels in den Kreuzungspunkt des Fadenkreuzes, durch Drehung des Mikroskoptisches den einen Schenkel parallel einem beliebigen Faden des Kreuzes und liest die Tischstellung ab. Darauf dreht man so lange, bis der andere Schenkel des Winkels in dieselbe Lage kommt, liest ab und hat in der Differenz der Ablesungen die gesuchte Winkelgröße. Natürlich kann man auch die Ergänzung von α zu 90° messen bzw. bei Winkeln über 90° den Überschuß über 90° (Beispiel: Messung der Spaltrisse in Spaltblättchen nach $\{010\}$ von Gipszwillingen).

2. Messung der Winkel von Flächen zueinander.

a) Unter dem Mikroskop. Man stellt die Kante zwischen den beiden Flächen, deren Neigung zueinander man ermitteln will, mit Hilfe eines Drehapparates (S. 89) senkrecht zum Objektisch des Mikroskops, so daß die Flächen bei der Betrachtung von oben als Linien erscheinen.

Man kann nunmehr den Winkel zwischen den beiden Flächen wie vorhin einen ebenen Winkel messen. Es ist recht angebracht, dies reichlich zu wiederholen, um sich leicht einstellenden Fehlern möglichst zu entgehen.

b) Mit Reflexionsgoniometern. Sie sind nach folgendem Grundsatz konstruiert.

Ein am Ende eines Kollimators¹⁾ angebrachtes Signal (in Fig. 343 ein daneben in Aufsicht gezeichneter beleuchteter Webskyscher Spalt) wird von der Fläche a bei schräger Lichtreflexion gespiegelt und das Bild durch ein auf das Signal eingestelltes Beobachtungsfernrohr in das Auge des Beobachters geworfen. In diesem Fernrohr befindet sich ein Fadenkreuz (neben dem Rohr mit dem gespiegelten Signal in Aufsicht dargestellt). Durch Drehen des Kristalls um seine zur Zeichenebene senkrechte Kante zwischen a und b kann man das von a gespiegelte Bild des Signals, genau wie es in Fig. 343 gezeichnet ist, ins Fadenkreuz bringen; diese Stellung liest man auf dem Teilkreise T ab. Dreht man nunmehr den Kristall um die von den Flächen a und b gebildete Kante, bis b in die Lage von a kommt, also um den Winkel α , so wirft die Fläche b das Signalbild genau wieder in die vorige Lage. Durch erneutes Ablesen auf dem Teilkreise gewinnt man den Drehwinkel α , d. h. den Außenwinkel von a und b , der gleich dem Winkel der

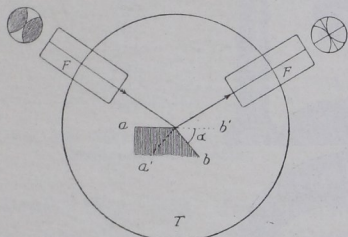


Fig. 343. Schema des Reflexionsgoniometers.

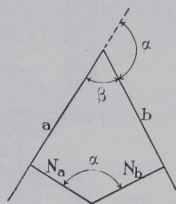


Fig. 344. α = Normalenwinkel u. Nebenwinkel;
 β = Innenwinkel zweier Flächen a u. b .

Senkrechten auf a und b (dem Normalenwinkel) ist und den inneren Winkel β zwischen a und b zu 180° ergänzt. (Vgl. auch Fig. 344.)

In Fig. 345 (S. 104) ist ein einfacheres Reflexionsgoniometer mit horizontalem Kreis (am meisten zu empfehlen) dargestellt.

Zum Zentrieren und Justieren der Kante zwischen den zu messenden Flächen dient am besten die Fueßsche Vorrichtung, bestehend aus zwei ebenen Schlitten (zum Zentrieren) und zwei gekrümmten Schlitten (zum Justieren). Eine Vorschlagslupe verwandelt das Beobachtungsfernrohr in ein schwaches Mikroskop, durch welches man den Kristall sieht.

In neuerer Zeit benutzt man vielfach Goniometer nach dem Vorschlage von V. Goldschmidt, mit denen man die Flächenanlagen nach Art eines Koordinatensystems entsprechend der Festlegung eines

¹⁾ Durch eine Linse, deren Brennpunkt im Signal liegt, liefert der Kollimator paralleles Licht; der Spalt wirkt auf diese Weise wie eine unendlich ferne Lichtquelle.

Punktes auf der Erde nach Länge und Breite bestimmt (zweikreisiges Goniometer, Fig. 347)¹⁾.

Zur Erläuterung des hierbei verfolgten Prinzips sei auf die schematische Fig. 346 hingewiesen. F ist ein Kollimator, der paralleles Licht auf die Kristallfläche K wirft, von der es in das Beobachtungsfernrohr F' zurückgeworfen wird. Damit dies geschieht, muß die Kristallfläche in die Lage wie in Fig. 246 gebracht werden; die Normale auf ihr fällt dann mit der Halbierungslinie des Winkels zwischen Kollimatorachse und Fernrohrachse zusammen. Die gewünschte Stellung von Kristallfläche und Fernrohr erhält man durch Drehung mit Hilfe zweier Teilkreise A und B . Die von einer

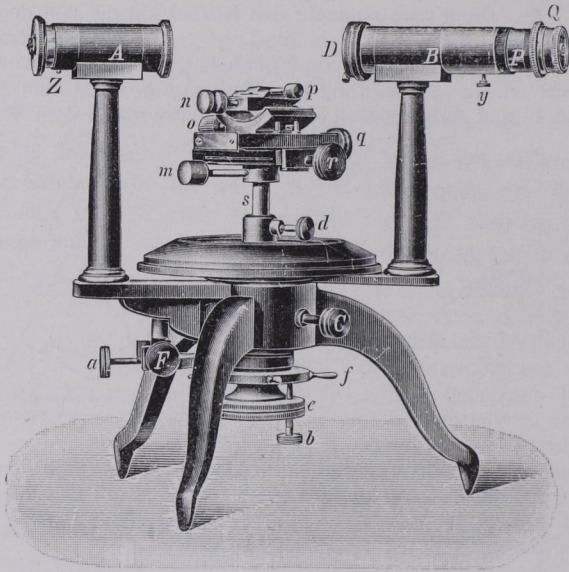


Fig. 315. Goniometer. A Kollimator, B Beobachtungsfernrohr, s Achse des Fueschen Zentrier-Justierapparates mit den Zentrierschlitzen r und q sowie Justierschlitzen o und n , ρ Schraube des Kristalltischchens, F Mikrometerschraube.

Nullage beider aus gerechneten, hierzu nötigen Winkel φ und ρ kennzeichnen die Lage der Kristallflächen. (Vgl. Fig. 27 S. 16.)

Eine von V. M. Goldschmidt empfohlene Vorrichtung gestattet auch, die Winkel zwischen Zonenkreisen zu messen; sie kann auf gewöhnlichen Goniometern zum Auswechseln angebracht werden.

Thermogoniometer sind mit Heizvorrichtungen, am besten elektrischer Art, ausgestattet. Man mißt an ihnen die Winkel-

¹⁾ Bezugsstelle: P. Stoß, Mechanische Werkstätte, Heidelberg i. B.

veränderung nichtisometrischer Kristalle mit der Temperatur, auch die plötzlichen Gestaltsänderungen bei Modifikationswandlungen. Entsprechend werden Kühlvorrichtungen an Goniometern verwandt.

c) Mit dem Anlegegoniometer. Es besteht aus einem geteilten Halbkreise, einem festzulegenden und einem drehbaren

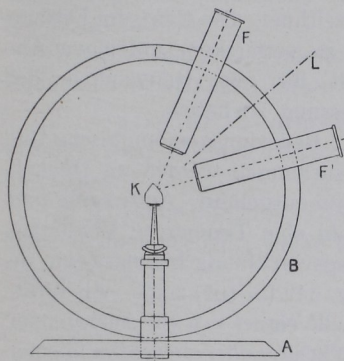


Fig. 345. Schema des zweikreisigen Reflexionsgoniometers.

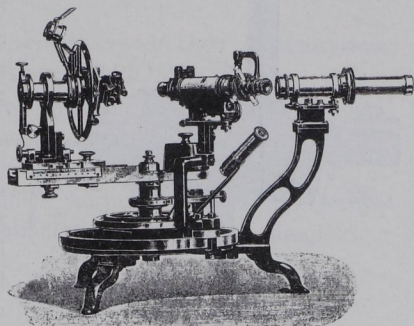


Fig. 347. Zweikreisiges Reflexionsgoniometer nach V. Goldschmidt.

Schenkel (Fig. 348). Die in ihrer Neigung zu messenden Flächen legt man dicht an die erwähnten Schenkel und liest nun am Teilkreise den betreffenden Winkel ab.

In Fig. 348 ist die Teilung des Halbkreises nur angedeutet.

Bei kleinen Kristallen empfiehlt es sich, die Schenkellineale vom Teilkreise herunterzunehmen und sie durch Verschieben aneinander ent-

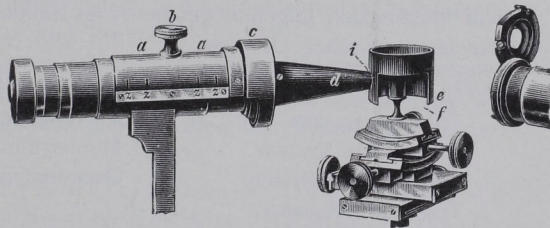
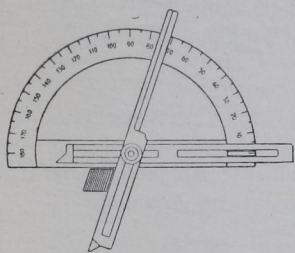


Fig. 348. Anlegegoniometer. Fig. 349. Verdunkelungskappe für Goniometer. Nach Traube.

sprechend der Kristallgröße zu verkleinern. Diese so verkürzten Schenkel legt man an die betreffenden Flächen (wobei man am besten gegen das Licht sieht, um genaue Berührung der Lineale und Flächen zu kontrollieren) und liest dann, nach richtiger Auflage der Schenkel auf das geteilte Gestell, ab.

Für gewöhnlich fertigt man die Anlegegoniometer aus Metall an; doch gibt es auch billigere aus Karton und Zelluloid hergestellte zu kaufen.

Bemerkung. Vor der Kristallmessung stellt man sich eine

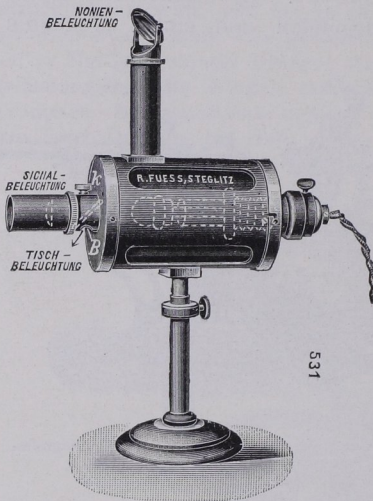


Fig. 350. Goniometerlampe

Kristallskizze her, deren Flächen man mit Zahlen oder Buchstaben bezeichnet. Die Güte der Flächen ist zu vermerken, um einen Anhalt für die Genauigkeit der Messung zu haben.

Reflexionsgoniometrische Untersuchungen werden im Dunkelraum ausgeführt. Auch kann man wohl eine Traubesche Verdunkelungsvorrichtung benutzen, wie sie Fig. 349 (S. 105) zeigt. Als Lichtquelle eignet sich ein Auerbrenner mit Schirm oder ein solcher in einer Blechhülse mit Rohransatz. Auch hat man für den Zweck eingebaute Glühlampen angefertigt (Fig. 350).

VII. Beziehungen zwischen gestaltlicher und optischer Symmetrie der Kristalle.

Optisch lassen sich fünf Gruppen der Kristalle aufstellen¹⁾, und zwar entsprechen folgende geometrische Hauptabteilungen den rechts stehenden optischen Gruppen.

Gestaltliche Abteilungen.

Triklines System
 Monoklines System
 Rhombisches System
 Trigonaies System
 Tetragonales System
 Hexagonales System
 Isometrisches System

Optische Abteilungen.

Asymmetrische Abteilung
 Monosymmetrische Abteilung
 Orthotrisymmetrische Abteilung
 } Einachsige (wirtelige) Abteilung
 Isotrope Abteilung.

¹⁾ Es ist hier von den zirkularpolarisierenden Kristallen abgesehen, die später besonders betrachtet werden.