

Okularkombination sowie von der Tubuslänge (160—200 mm) ab. Bei den Ermittlungen der Vergrößerung und bei einschlägigen späteren Messungen muß der gleiche Abstand innegehalten werden.

Man mißt die Vergrößerung durch ein Objektmikrometer, d. h. eine auf Glas angebrachte Teilung etwa eines Millimeters in 100 Teile.

Bei gegebener Objektiv-Okularvereinigung und Tubuslänge stellt man auf die Teilung ein. Neben das Mikroskop hält man in Entfernung des deutlichen Sehens (25 cm) von der Augenlinse des Okulars einen Millimetermaßstab. Bei gleichzeitigem Betrachten des Objektmikrometers mit einem und des Maßstabes mit dem andern Auge bringt man beide Objekte zur Deckung, und so kann man die Vergrößerung ablesen. Fallen z. B. 10 mm des Maßstabes mit 5 Teilen = 0,05 mm des Mikrometers zusammen, so ist die Vergrößerung $10/0,05 = 200$ fach linear. Auch kann man einen Zeichenapparat (S. 93/94) zur Messung der Vergrößerung benutzen, indem man die Mikrometereinteilung auf einem Blatt Papier nachzeichnet, das man in die

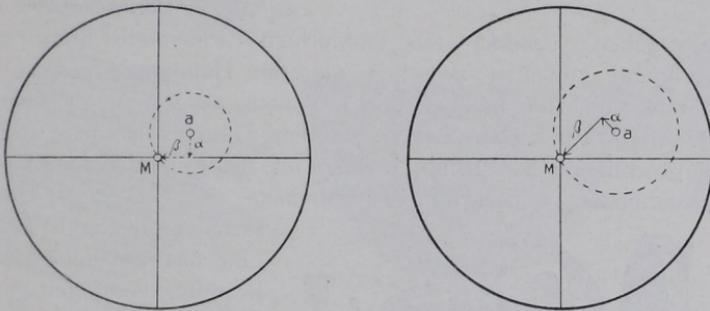


Fig. 325 a und b. Zentrieren des Objektivs.

Entfernung deutlichen Sehens (25 cm) gebracht hat. Dabei hat man diese 25 cm auf dem ganzen gebrochenen Wege des Lichtes vom Papier bis ins Auge abzumessen. Die Vergrößerung ist aus der Zeichnung leicht mittels Maßstabes zu ermitteln.

Im allgemeinen suche man mit schwacher Vergrößerung auszukommen.

II. Hilfsapparate zum Mikroskop.

Außer den bereits beim Kapitel Beleuchtung erwähnten Einrichtungen kommen noch folgende Apparaturen in Betracht.

Drehapparate. Häufig ist es erwünscht, Kristalle unter dem Mikroskop in verschiedener Richtung zu betrachten. Zu dem Zwecke wälzt man sie mit feinen Holzstäbchen in andere Lage, läßt sie auch wohl in Einbettungsflüssigkeiten durch Röhren rollen, besser aber man dreht sie mit Hilfe besonderer Apparate. Zum Beispiel kann man

ein Kriställchen an ein Streichholz mit Wachsspitze stecken. Das Hölzchen läßt man wagerecht durch ein am Rande eines Glasplättchens (Objektträger) angebrachtes Wachshäufchen gehen, so daß man es um seine Achse drehen kann. Auch benutzt man wohl eine Glashalbkugel, auf der in der Mitte der ebenen Fläche das Kriställchen liegt. Die Halbkugel ruht mit ihrer runden Seite in dem Loche des Objektisches und kann somit ziemlich ausgiebig bewegt werden.

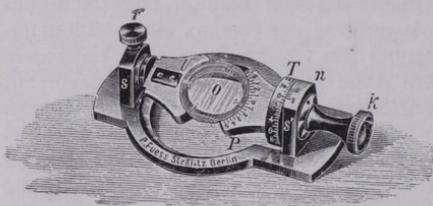


Fig. 326. Fedorowscher Drehapparat.

Nach Vorschlägen von Fedorow und Wright sind einfache und auch ziemlich verwickelte Drehapparate mit mehreren Teilkreisen erbaut (Fig. 326/27); sie gestatten sehr ausgiebige Bewegungen, deren Beschreibung sich hier erübrigt, da sie bei Benutzung sich von selbst ergeben. Zwecks stets senkrechten Lichteinfalls bringt man das Präparat zuweilen zwischen gläserne Halbkugeln. Den Zusammenhalt erzielt man etwa durch Glyzerin als Klebmittel.

Umhüllungsapparate. Flächenreiche, durchsichtige Körper (z. B. geschliffene Edelsteine), die in Luft betrachtet werden, zeigen bekanntermaßen vielfach innere Lichtreflexe, die eine glatte Durchsicht erschweren. Es beruht das auf dem großen Brechungsvermögen gegen Luft, demzufolge viele Lichtstrahlen durch die Begrenzungsflächen nicht ohne weiteres in Luft austreten können, vielmehr an ihnen total reflektiert werden. In mehr oder minder ausgesprochenem Maße hindert diese Erscheinung die

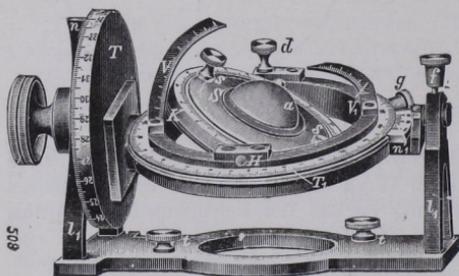


Fig. 327. Fedorow-Wrightscher Drehapparat mit vier Teilkreisen: *T*, *T*₁, *K*, *V*, *fgd* Klemmschrauben, *S* Glas-
scheibe, *a* Glashalbkugel.

Untersuchung der Kristalle im durchfallenden Lichte. Die inneren Reflexionen an den Flächen fallen nun aber fort, wenn man einen Körper in ein Medium taucht, dessen Brechung mit der seinigen übereinstimmt. Praktisch genügt schon eine Annäherung in der Hinsicht, um die Proben in allen Richtungen durchblicken zu können.

Um Umhüllung und Drehung zu vereinigen, benutzt man Apparate, die ein Gefäß zur Aufnahme von Flüssigkeit und drehbare

Teile besigen, an denen der Kristall befestigt ist und in die Flüssigkeit taucht.

Der in Fig. 328 abgebildete Kleinsche Apparat besteht aus einem Glasgefäß, durch dessen Wandung eine Drehachse verläuft. An ihr Ende kittet man den Kristall. Er taucht in die im Gefäße befindliche Flüssigkeit. Zweckmäßigerweise läßt man den Behälter in ein Metallgehäuse ein.

Oder auch kann man den Kristall von oben her in ein mit Flüssigkeit gefülltes Gefäß hineinragen lassen. Um dies zu ermöglichen, legt man das Mikroskop wagerecht um und beobachtet durch die Wand des Umhüllungsapparates hindurch. Für größere Präparate (z. B. Gesteinsschliffe) muß das Umhüllungsgefäß entsprechend geräumig sein (Fig. 329).

Bemerkung. Bei der Feststellung von optischen Richtungen in einer Kristallplatte mittels der Drehapparate ist zu bedenken, daß die Brechung diese Richtungen beim Übergang des Lichtes von einem Medium in ein anderes verändert. Man führt die

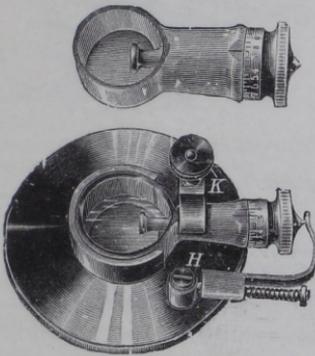


Fig. 328. Kleinscher Drehapparat.
H Grundplatte, K Klammer.

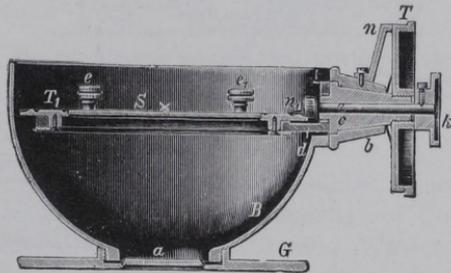


Fig. 329. Kleinscher Drehapparat. T und T₁ Teilkreise, ks dreht das Präparat S mittels Zahnrad n, e und e₁ Klemmfedern.

beobachteten Richtungen auf die in der Kristallplatte zurück mittels der Beziehung $\sin i / \sin r = n$, bzw. $\sin i / \sin r = n/n'$, in welcher i den äußeren, r den inneren Winkel der optischen Richtungen zur Plattennormale bedeutet, sowie n den (event. mittleren) Brechungs-exponenten der Kristallplatte und n' den des umhüllenden Mediums (z. B. der Glashalbkugeln des Fedorowschen Apparates).

Erhigungsapparate. Viele Beobachtungen lassen sich schon durch abwechselndes Erhitzen der Substanz auf ihrer gläsernen Unterlage und Beobachten unter dem Mikroskop machen. Um hierbei ein Zerspringen des Objektträgers zu vermeiden, gibt man ihm eine schlecht wärmeleitende durchlochte Asbestunterlage.

Ein Erhigungsapparat mit Gasheizung ist in Fig. 330 (S. 92) abgebildet.

Am vollkommensten sind elektrische Erhitzungsapparate. Man kann mit ihnen niedere und hohe Temperaturen (über 1400°) konstant erhalten. Ein sehr einfacher Apparat besteht aus einer Asbestplatte mit eingelegtem Nickelheizdraht (Mitt. von R. Nacken). Vollkommenere Einrichtungen haben als Hauptteil ein zentrales Rohr, das mit Nickel- oder Platindraht als elektrisch zu erwärmendem Heizdraht spiralg umgeben ist. Auch bringt man den Heizdraht der besseren Wirkung wegen wohl im Innern des zentralen Rohres an. Nach außen schließt sich ein luftgefüllter oder mit Wärme schlecht leitenden festen Stoffen ausgekleideter Wärmeschutzraum an (Fig. 331). Will man Flüssigkeiten erhitzen, so empfiehlt es sich, wärmeunempfindliche, daher nicht springende Schälchen aus Kieselglas zu benutzen. Auch flache Objektträger werden aus diesem Material bereitet.

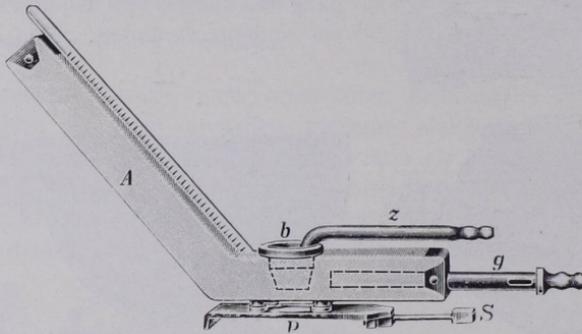


Fig. 330. Gasofen für Mikroskope. *g* Gasleitung, *b* Kupferkessel, *z* Rohr für etwaige Zufuhr von Stoffen, *A* Schornstein.

In allen Teilen ganz besonders den Erhitzungsversuchen angepaßt sind die sogenannten Kristallisationsmikroskope von O. Lehmann.

Abkühlungsvorrichtungen. Sie sind ähnlich den Erhitzungsapparaten konstruiert (vgl. Fig. 332). In den Zwischenraum der beiden Rohre bringt man Eis, feste Kohlensäure oder flüssige Luft.

Die Temperaturmessungen bei Erhitzungen und Abkühlungen nimmt man mit Thermometern oder Thermoelementen vor. Für höhere Temperaturen, bis an 500° , geeignet sind Quecksilberthermometer mit Stickstofffüllung, für niedere Wärmegrade Pentanthermometer. Kupfer-Konstantan-Elemente benutzt man im Temperaturbereich von -200 bis $+20^{\circ}$, solche aus Silber-Konstantan von 0° bis 600° , Platin-Platinrhodium-Elemente bis 1500° . Die Thermoelemente bestehen aus Drähten, deren Lötstelle man möglichst nahe an den zu

untersuchenden Körper bringt; anderseits führen sie zu einem Galvanometer, auf dessen Teilung man die Temperatur der Lötstelle abliest. Man wähle die Drähte recht fein (bei kleineren Erhitzungsapparaten in Stärke von 0,2 mm); auch lasse man reichlich Draht in den Ofen

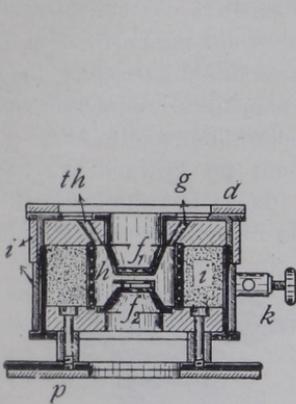


Fig. 331. Elektrischer Ofen für Mikroskope. *h* Heizspirale, *f*₁ und *f*₂ Einsätze, falls das Objektiv dem Präparat stark genähert werden muß, *th* und *g* Öffnungen für das Thermoelement.

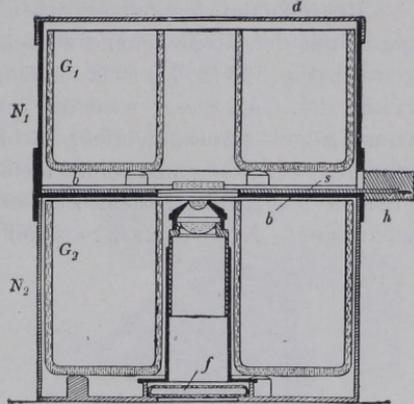


Fig. 332. Abkühlvorrichtung nach H. E. Boeke. *G*₁, *G*₂ zylindrische Glasgefäße für Kältemittel, *N*₁, *N*₂ Nickelmantel, *b* Nickelboden, *s* Schieber für Präparat, *d* Deckel, *f* evakuiertes Doppelfenster.

tauchen (Drahtspirale). Andernfalls ergeben sich erhebliche Fehler der Temperaturbestimmung. Natürlich sind Thermoelemente vor Gebrauch zu eichen (z. B. mittels kochenden destillierten Wassers, schmelzender reiner Metalle oder Salze, wie Zink 419°, Antimon 630°,

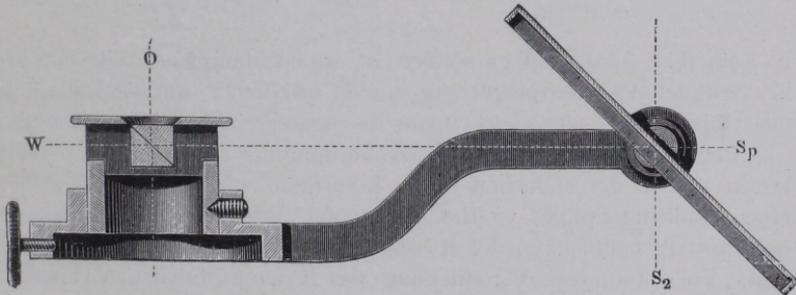


Fig. 333. Zeichenspiegel.

Chlornatrium 800°, Gold 1062°, Umschlag von KLiSO_4 435° (optisch beobachten), von Quarz 572° (optisch und thermisch wahrnehmbar). Unreine Substanzen geben keine scharfen Schmelzpunkte, können also zur Eichung nicht verwandt werden.

Zeichen- und Photographierapparate. Es empfiehlt sich, ein Skizzenbuch zum Zeichnen aus freier Hand beim Mikroskopieren stets bereit zu haben. Für genauere, mehr objektive Abbildungen dienen Zeichen- und Photographierapparate.

Bei ersteren handelt es sich darum, das Bild des Objektes zugleich mit der Zeichenebene zu sehen, um es auf ihr nachziehen zu können. Fig. 333 (S. 93) stellt ein Doppelprisma mit innerer spiegelnder Fläche dar. An dieser wird das vom Zeichenpapier kommende und vom Spiegel zurückgeworfene Licht ins mikroskopierende Auge geworfen, welches durch eine kleine Öffnung im Spiegelbelag des Prismas zugleich mit dem Zeichenpapier das mikroskopische Bild wahrnimmt. Noch einfacher gestaltet ist ein Zeichenokular der Firma



Fig. 334. Zeichenokular von Leitz, Wetzlar.

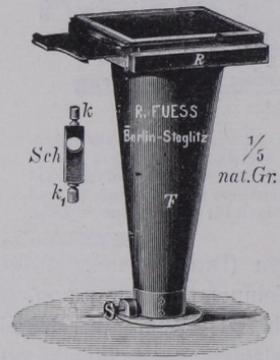


Fig. 335. Photographische Stülpe für Mikroskope. *T* Tubus, *R* Rahmen, *Sch* Blende.

E. Leitz (Fig. 334). Zu empfehlen ist es, lichtdämpfende Gläser seitlich vor den Prismenspiegel einschieben zu können, um die Helligkeit des Objektes und des Zeichenpapiers einander anpassen zu können.

Photographische Apparate in Verbindung mit dem Mikroskop lassen sich in der einfachen Weise herrichten, wie es Fig. 335 zeigt: eine lichtdichte Stülpe, welche oben eine Vorrichtung zum Einsetzen der Einstellscheibe bzw. der Kassette trägt, wird auf den Tubus gesetzt. Falls man eine Verschiebung des letzteren durch das Gewicht der Kamera befürchtet, kann man das Mikroskop umlegen.

In dieser Stellung kann man es natürlich mit jedem photographischen Apparat ohne weiteres verbinden. Am besten entfernt man das photographische Objektiv und projiziert das Bild mit Hilfe des Mikroskopobjektivs und Okulars oder nur mit dem Mikroskopobjektiv auf die photographische Platte.

Als Lichtquelle kann man Auerlicht, natürlich auch Kalkglühlicht, eine Liliput-Bogenlampe (Fig. 336) oder eine Nernstlampe benutzen. Es empfiehlt sich, eine Gelscheibe in den Gang der Strahlen zu schieben, ferner das Bild im großen auf einer Mattscheibe, genauestens aber auf einer durchsichtigen Scheibe, die ein eingeritztes Kreuz trägt, mit Hilfe einer Lupe einzustellen. Alles Nebenlicht ist abzuhalten, indem man das Mikroskop mit einem Tuche bedeckt. Der Tubus des Mikroskops muß innen geschwärzt sein.

Eine sehr bequeme Vorrichtung ist in der Hinsicht auch der kleine Projektionsapparat mit Polarisations-einrichtung von E. Leitz in Weßlar.

Recht vollkommene Einrichtungen hat man für episcopische Beobachtungen und photographische Aufnahmen konstruiert. Das hierbei benutzte, sehr praktische Le Chateliersche Prinzip besteht darin, die zu untersuchende Platte auf einen horizontalen Objektstisch zu legen und von unten zu beleuchten. Damit fällt jede Schwierigkeit der Justierung des Präparats senkrecht zur Achse des Instrumentes fort. Durch Drehen eines reflektierenden Prismas kann man das Bild in das Auge des Beobachters oder zum Photographieren auf die Mattscheibe schicken, die natürlich auch zur Demonstration dienen kann.

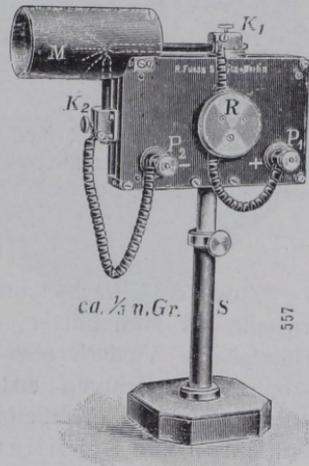


Fig. 336. Kleine Bogenlampe.

Objektträger und Deckgläser.

Durchsichtige Präparate bringt man auf einer Glasunterlage (Objektträger) auf den Tisch des Mikroskops, falls sie nicht am Drehapparat befestigt werden. Objektträger werden fabrikmäßig hergestellt. Schickliche kristallographische Formate sind die von 45:26 mm, auch 32:32 mm.

Oft beobachtet man Kristalle auf dem Objektträger in einer Flüssigkeit. Damit sie nicht allzu schnell verdunstet und zum Schutz gegen Verstauben legt man auf Präparat und Flüssigkeit ein sehr dünnes Glasplättchen, Deckgläschen. Auch sind Objektträger mit einer zentralen ausgeschliffenen Vertiefung zur Aufnahme von Flüssigkeit käuflich. Bedarf man größerer Mengen Flüssigkeit, so benutzt man Schälchen bzw. Uhrgläser.

Die Dicke von Objekt- und Deckglas ist beim Mikroskopieren von Wichtigkeit. Sehr starke Objektträger sind nicht zu empfehlen. Besonders F. Rinne, Krist. Formenlehre u. Anleitung z. kristall.-opt. sowie röntgen. Untersuchung. 7

wichtig ist die Dicke der Deckgläschen. Ist sie bedeutend, so verhindert sie bei starker Vergrößerung die nötige Annäherung des Objektivs an das Objekt. Auch ist die Deckglasdicke bei mittleren und stärkeren Vergrößerungen wesentlich für die Deutlichkeit des von Trockensystemen oder bei

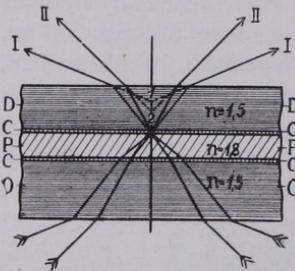


Fig. 337. Wirkung des Deckgläsens auf die Bildschärfe.

Bei Apochromaten paßt man Objektiv und Kompensationsokular den Verhältnissen durch Veränderung der Tubuslänge des Mikroskops an. Bei homogenen Immersionen ist die Deckglasdicke natürlich ohne Einfluß.

III. Präparate.

Zuweilen betrachtet man Kristallisationsprodukte, sowohl Einzelkristalle als auch Pulver, ohne weitere Präparation in Luft oder in Flüssigkeit. Vielfach aber auch wird das Material für die mikroskopische Betrachtung erst hergerichtet, und zwar in Form von kristallographisch orientierten Präparaten oder in Form von Dünnschliffen und Schliffen aus Aggregaten.

Zum Zuschneiden von Kristallen, auch von Gesteinen, kann man mit Vorteil einen weichen Eisendraht benutzen, der als Sehne in einen Bogen aus spanischem Rohr gespannt ist und ständig mit Schmirgel- oder Karborundbrei betupft wird. Sichere Führung erzielt man dann durch Aufkitten der Probe auf ein Brett mit je zwei Nägeln als Führung für den schneidenden Draht. Besondere Apparate mit Kreisscheiben liefert für genannten Zweck nach den Vorschlägen von E. A. Wülfig die Firma R. Winkel in Göttingen.

Zum Aufkitten von Proben bedient man sich verschiedener Mischungen, so z. B. von Kolophonium (2 Teile) und Wachs (1 Teil) oder von 100 Teilen pulverisierten Schellacks und 30 Teilen Kanadabalsams. Der Schellack wird mit letzterem auf dem Wasserbade erwärmt und verrührt. Weiterhin seien durch Kochen gehärteter Kanadabalsam und Siegelack erwähnt. Zum Schleifen gebraucht man Karborund, geschlammten Schmirgel, zum Polieren Glastafeln mit angefeuchteter Zinnasche, Englisch-Rot, am besten wohl Diamantin (Tonerde durch Glühen von Ammonalaun hergestellt). Tücher, Leder, Papier usw. sind zur Herstellung ebener Flächen durch Polieren nicht geeignet. Die Glastafeln müssen natürlich ganz eben sein, was man durch Abschleifen zweier (kleiner) Platten aneinander erreicht.