

Neue Apparate und Beobachtungsmethoden.

Ueber einen Apparat zur Erkennung und Messung optischer Anisotropie undurchsichtiger Substanzen und dessen Verwendung¹.

Von Joh. Königsberger in Freiburg i. B.

Mit 3 Textfiguren.

Die Vorrichtung ermöglicht zu sehen, ob in einem polierten Anschliff eines undurchsichtigen Stückes anisotrope Substanzen vorkommen, wie diese optisch orientiert sind und zu messen, wie stark der Unterschied des Reflexionsvermögens (das Verhältnis $\frac{R_1}{R_2}$) für zwei beliebige, zueinander senkrechte Richtungen ist. Der Apparat kommt für folgende Untersuchungen in Betracht: Optisches Studium der auch im Dünnschliff undurchsichtigen Mineralien, Untersuchungen von Erzstücken und Gesteinen mit viel Erz, physikalisch-chemisches Studium von Metallen, Legierungen und Meteoriten. Der Apparat besteht im wesentlichen aus folgendem:

Pz ist das totalreflektierende, genau rechtwinklige Prisma, das etwas exzentrisch sitzt. *S* ist die sehr sorgfältig geschliffene und justierte Savartplatte aus Kalkspat (Doppelplatte unter 45° geschnitten, gekreuzt, von zusammen 6 mm Dicke²).

N ist das Innennicol, das nicht zu kleine Öffnung haben darf, *F* ein auf un-

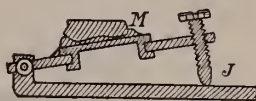
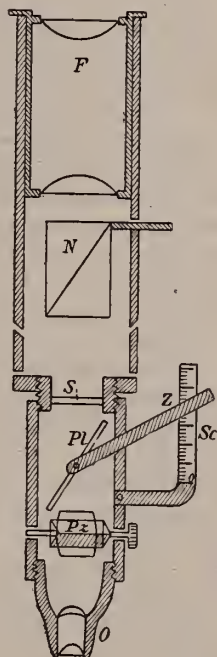


Fig. 1.

¹ Vergl. dies. Centralbl. 1901, p. 195.

² Die SAVART'sche Platte muß zwischen gekreuzten Nicols zwei ganz scharfe tiefschwarze, zentrale Streifen geben; von der Güte der Platte hängt die Empfindlichkeit der ganzen Vorrichtung ab.

endlich gestelltes Fernrohr von etwa 7facher Vergrößerung (Brennseite des Objektivs 5,3 cm). *O* ist das Mikroskopobjektiv (ZEISS Achromat AA oder DD). Am geeignetsten ist *A*, das mit dem Fernrohr eine Vergrößerung von etwa 100 gibt. Um *D* zu gebrauchen und überhaupt für ganz exakte Messungen würde es sich empfehlen, an Stelle des gewöhnlichen totalreflektierenden exzentrischen Prismas ein anderes zentrisch sitzendes mit in der Mitte aufgesetztem Zylinderprisma ähnlich wie NACHER's Zeichenprisma zu verwenden. Die Bilder wären dann auch für stärkste Vergrößerung heller, klarer und frei von jeder Polarisation.

M ist das Präparat, *S* ist die Justierungsvorrichtung. *Pl* ist eine Glasplatte, deren Neigung gegen die Mikroskopachse in meßbarer Weise (Zeiger *Z* und Scala *Sc*) geändert wird. Da bei verschiedenem Winkel der Reflexionsverlust an Glas für die Schwingungsrichtungen parallel und senkrecht zur Einfallsebene verschieden ist und exakt (auf 0,2%) aus dem Brechungsindex und dem Winkel berechnet werden kann, wird der Skala für gelbes Licht gültig eine Tabelle beigegeben. Aus dieser entnimmt man sofort die Größe der Polarisation und dadurch das Verhältnis der Reflexion für die zwei Richtungen am Präparat *M*, welcher Unterschied durch die Drehung der Glasplatte kompensiert worden ist.

Der Apparat wird so eingestellt, daß das Fernrohr auf unendlich steht und die Platte *Pl* senkrecht zur Mikroskopachse. Dann stellt man eine Lichtquelle (Auerbrenner, intensives heißes Natriumlicht, Hg-Lampe etc.) und eine Linse auf den Tisch in genau gleicher Höhe wie die Öffnung des totalreflektierenden Prismas und entwirft ein nicht zu scharfes Bild der Lichtquelle auf diese Öffnung. Darauf wird irgend ein isotroper Metallspiegel unter das Mikroskop gelegt. Zunächst dürfen dann die SAVART'schen Streifen nicht sichtbar sein; wird jetzt die Glasplatte *Pl* um einen größeren Winkel gedreht, so sollen die SAVART'schen Streifen in der Mitte des Gesichtsfeldes¹ erscheinen (2 davon sind fast schwarz, achromatisch). Stellt man *Pl* wieder in die Nullage, so verschwinden die Streifen. Schiebt man aber, nachdem man die Glasplatte wieder horizontal gestellt hat, statt des Metallspiegels z. B. eine Spaltungsplatte von Antimonglanz unter, so erscheinen bei Drehen des Objektisches in 4 Stellungen die Streifen am deutlichsten und verschwinden vollkommen in 4 um 90° verschiedenen Lagen. Dies zeigt, daß die Substanz nach verschiedenen Richtungen verschiedenes Reflexionsvermögen besitzt, also anisotrop ist. Besteht die Fläche aus isotropen und anisotropen Substanzen, so er-

¹ Die SAVART'schen Streifen erscheinen nur in der Mitte des Gesichtsfeldes. Die Richtung ist durch Spitzen an der Okularblende markiert. Nur wenn ganz homogenes Licht verwandt wird, ist der größte Teil des Feldes von schwarzen Streifen durchzogen.

scheinen die Streifen nur in letzteren. — Die Platten sollen so auf den Objektisch gelegt werden, daß ihre spiegelnde Fläche senkrecht zur Mikroskopachse und der ihr parallelen Achse des drehbaren Objektisches ist. Man erkennt dies daran, daß bei richtiger Lage die Helligkeit unverändert bleibt, wenn man den Objektisch mit der Platte dreht. Um diese Justierung zu erleichtern, habe ich von der Firma Voigt & Hochgesang eine kleine Justiervorrichtung, bestehend aus einer Schraube und kleinem drehbarem Tisch (Preis 8 Mk.) anfertigen lassen. Diese ist wegen ihrer festen Lage und einfachen Handhabung der üblichen Justierung mit 3 Schrauben weit vorzuziehen.

Die Einstellung des Mikroskops geschieht zunächst in der Weise, daß auf die reflektierende zu untersuchende Fläche scharf eingestellt wird. Ist diese sehr schön einheitlich, so sind die SAVART'schen Streifen direkt gleichzeitig wahrnehmbar, so bei Spaltungsflächen von Antimonglanz, natürlichen Kriställchen von Eisenglanz etc. Häufig jedoch bei Erzstufen, Legierungen bietet die Fläche namentlich bei mäßiger Politur ein von Strichen, Rissen, Grenzen verschiedener Kristalle wirr durchzogenes Bild, und das erschwert dann die Wahrnehmung der Savartstreifen, wenn diese nur schwach auftreten. Doch man kann dem meist auf zwei Arten abhelfen. Entweder man nimmt das stärkste Objektiv; dann wird auf einen viel größeren Teil des Gesichtsfeldes ein gleichmäßig reflektierendes Flächenstück kommen, oder man stellt durch Heben bzw. Senken des Tubus etwas unscharf ein, so daß die Risse und Striche teilweise verschwinden. Unter Umständen kann man auch beides gleichzeitig anwenden. Manchmal ist es indessen notwendig, die Politur noch zu vervollkommenen.

Die Handhabung des Apparats ist natürlich nicht so einfach, wie wenn man lediglich Glanz und Strich eines Erzes untersucht. Man könnte seine Einführung daher einen Rückschritt gegenüber der makroskopischen Beobachtung nennen. Wenn man aber bedenkt, daß die Einführung der mikroskopischen Physiographie durchsichtiger Substanzen eine gewaltige Komplikation der Methoden bedingte und trotzdem sich als äußerst wertvoll erwiesen hat, so kann das vielleicht auch für die undurchsichtigen Substanzen, wenn auch in geringerem Maß, zutreffen.

Am einfachsten gestaltet sich die Erkennung anisotroper Substanzen. So zeigt ein Blick ins Mikroskop, daß die kugelig-traubigen Bildungen vom Erzbergwerk am Schauinsland (Freiburg i. B.), die gewöhnlich als Pyrit beschrieben werden, ein Gemenge von Pyrit und Markasit sind. Der Glaukonit von Håkansboda parallel (001) angeschliffen, zeigt sich von einer anders orientierten, schwach anisotropen Substanz, Kupferkies, durchwachsen.

Für das Studium der Zwillingsbildung gibt diese optische Methode wünschenswerte Ergänzungen, da die Lage der optischen

Hauptrichtungen verschiedener Kristalle zueinander sofort genau bestimmbar ist.

Einige Erzproben zeigen ihre Zusammensetzung aus isotropen und anisotropen Substanzen. Da man auch die Größe der Anisotropie messen kann, hat man wertvolle Anhaltspunkte für die mikroskopische Diagnostik.

Es läßt sich ferner leicht feststellen, welche Bestandteile eines Meteoriten isotrop oder anisotrop sind, und welches die Orientierung der optischen Hauptrichtungen gegen die äußere Bezugsrichtung ist. Dadurch wird ein Schluß auf die Symmetrieverhältnisse ermöglicht.

In Legierungen geben sich die isotropen und anisotropen Bestandteile auf den ersten Blick zu erkennen, und man kann feststellen, ob eine einheitliche Orientierung der Kristallmasse vorhanden ist.

In anisotropen Metallen kann man die Orientierung der einzelnen Kristallindividuen eines scheinbaren einheitlichen Stückes gegeneinander studieren.

Interessant sind die starken Spannungen in elektrolytisch niedergeschlagenen Nickelhäuten, die sich durch pleochroitische Reflexionen zu erkennen geben.

Besonders nützlich kann sich die Vorrichtung für das Studium der Symmetrieverhältnisse in chemisch einheitlichen Mineralien erweisen. Man kann prüfen, ob die kristallographische Symmetrie einer Fläche auch optisch vorhanden ist. Für diese und die folgenden Messungen wird vor das totalreflektierende Prisma eine Kontrastvorrichtung, bestehend aus zwei schwach gefärbten, um 90° gegeneinander gedrehten Rauchquarzplatten und einer Linse angeschraubt. Dadurch sind die Savartstreifen im Okular in den zwei Hälften des Gesichtsfeldes schwach sichtbar und um eine halbe Streifenbreite gegeneinander verschoben; aber ihre Schärfe, ihr Kontrast ist in beiden Hälften gleich stark.

Ist jetzt die Platte auf dem Objektisch ganz schwach anisotrop, so werden die Streifen in der einen Hälfte des Gesichtsfeldes stärker, in der andern verschwinden sie. Dieser Kontrast ist sehr gut zu erkennen; eine Verschiedenheit von $0,3\%$ im Reflexionsvermögen ist auf diese Art sicher wahrnehmbar.

Ferner läßt sich, wie im folgenden auseinandergesetzt, die Lage der optischen Symmetrielinien zu den kristallographischen ganz einfach auf dieselbe Art feststellen, während bisher sehr mühsame Beobachtungen und recht langwierige Ausrechnungen notwendig waren, wie sie z. B. in der sorgfältigen Studie des Herrn E. C. MÜLLER¹ über Antimonglanz oder des Herrn FÖRSTERLING² über Eisenglanz durchgeführt wurden.

¹ N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. 17. p. 187. 1903.

² N. Jahrb. f. Min. etc. 25. p. 350. 1908.

Die Empfindlichkeit der Vorrichtung läßt sich am leichtesten wohl durch die Reflexion an Platten aus durchsichtigem anisotropen Material prüfen. Hierdurch kann auch gleich der Apparat geeicht werden. Man kann entweder nur eine Fläche verwenden, was theoretisch vorteilhafter ist, dann wird die Rückfläche mit schwarzem Lack überzogen, oder wenn die Platte einigermaßen planparallel ist, können beide Flächen verwandt werden. Aus den FRESNEL'schen

Intensitätsformeln kann man ableiten, daß
$$\frac{J}{J'} = \frac{4d}{(n' - 1)(n' + 1)}$$

bei schwacher Doppelbrechung für Reflexion an einer Fläche ist, worin n' den größeren Brechungsindex, J' die zugehörige reflektierte Intensität und d die Größe der Doppelbrechung bedeuten. Für ein Spaltblättchen beliebiger Dicke von Gips ist das Intensitätsverhältnis für Na-Licht bei richtiger Lage an den beiden Flächen gerade gleich 1%, für Glimmer 1,5%, muß also gut erkennbar sein.

Zur Eichung der Glasplatte für Messung des Intensitätsverhältnisses dienen: Quarz // Achse: 1 oder 2 Flächen $\frac{J}{J'} = 0,958$;

Kalkspat // Achse: 1 Fläche $\frac{J}{J'} = 0,623$; 2 Flächen $\frac{J}{J'} = 0,637$;

Glimmer: 1 oder 2 Flächen $\frac{J}{J'} = 0,985$.

Man kann sich leicht für jede Farbe diese Größen ausrechnen und so die Glasplatte eichen.

Der Apparat kann ferner im durchgehenden Licht zur Erkennung und Messung der Gitterpolarisation (QUINCKE, AMBRONX, DU BOIS und RUBENS, BRAUN) dienen. Ein Schnitt durch eine LIPPMANN'sche Farbenphotographie senkrecht zur Schicht läßt die SAVART'schen Streifen deutlich hervortreten. Hier kann natürlich auch mit Bogenlampe und streng parallelem Licht gearbeitet werden. Ferner ist die submikroskopische Gitterstruktur von Membranen auf diese Art zu erkennen (weit zuverlässiger als mit gekreuzten Nicols, wo die Aufhellung zunächst nur auf Doppelbrechung schließen läßt), ferner polarisierte Emission etc. Diese mehr den Physiker interessierenden Fragen sollen a. a. O. ausführlich erörtert werden.

Anm. Der Apparat wird auf meine Veranlassung von der Firma R. FUESS in Steglitz bei Berlin angefertigt. Ich würde zunächst, wenn ein diesbezüglicher Wunsch geäußert wird, den Apparat mir schicken lassen und seine Empfindlichkeit und Eichung prüfen, da es ganz wesentlich auf eine gute Savartplatte ankommt und deren Herstellung nicht leicht ist, und da die Justierung auch sehr sorgfältig sein muß.

Schleifen und Polieren.

Das technische und in der Metallographie viel verwandte Verfahren, mit sehr rasch rotierenden Scheiben auch ganz weichen Substanzen Hochglanz zu verleihen, gibt eine Strichpolitur, die für diese optischen Messungen durchaus unbrauchbar ist, obgleich die Gesamtwirkung für das Auge derjenigen nach der mühsameren, später beschriebenen Behandlung fast gleichkommt und sie sogar bei einigen weichen, nicht kristallisierten Substanzen, wie manchen Metallen und Metalllegierungen, vielleicht übertrifft. Die bei Gold, Silber und weichen Edelmetallen vielfach angewandte Behandlung mit Polierstahl oder besser mit sog. Blutstein (Eisenoxyd) ist auf kristallisierte Substanzen nur sehr selten anwendbar und keinesfalls theoretisch einwandfrei, da ja hierbei eine durch Druck erfolgende Umlagerung und wohl stets auch eine Verdichtung und dadurch eine Änderung der optischen Konstanten zustande kommt.

Soll an einem größeren Kristall für exakte Messung eine Fläche angeschliffen werden, so ist bei nicht regulären Mineralien eine genaue Orientierung erforderlich. Ich habe hierfür mit bestem Erfolg den bequemen, billigen und sehr exakt arbeitenden Apparat von E. A. WÜLFING¹ verwandt. Zur Kontrolle genügt ein Anlegegoniometer, das $1/2^{\circ}$ angibt; denn vorläufig lassen sich die optischen Eigenschaften der metallisch absorbierenden Substanzen noch nicht so genau untersuchen, daß eine sorgfältigere Orientierung erforderlich wäre. Der Gang des Schleifens ist, wie unten beschrieben. Zwischenhinein erfolgt Kontrolle mit Libellendreifuß und Anlegegoniometer.

Die geeigneten Poliermittel zu finden, war der zeitraubendste Teil der Untersuchung. Die diesbezüglichen Untersuchungen von LE CHATELIER (Revue de metallurgie 1905, p. 528) waren mir leider unbekannt geblieben; erst der Liebenswürdigkeit von Herrn Prof. F. RINNE verdanke ich die Einsichtnahme dieser Abhandlungen. Da aber auch LE CHATELIER über die Wirkung verschiedener Poliermittel speziell auf Erze nichts mitteilt, sollen meine Erfahrungen hier kurz dargelegt werden. Zinnasche poliert nur Silikate vollkommen, dagegen viele Erze nicht. Feinstes Pariser Rot ist bei den nicht spröden Substanzen vielfach verwendbar, aber nicht bei den andern, so z. B. nicht bei Markasit, Eisenglanz etc. Wiener Kalk wirkt bei den harten Mineralien äußerst langsam. Feinster Tripel, der aus dem käuflichen durch Schlemmen hergestellt wird, ist bei einigen Substanzen brauchbar. Chromoxyd allein hat sich für fast alle Mineralien (mit Ausnahme mancher Elemente und Legierungen) gleichmäßig bewährt und poliert

¹ E. A. WÜLFING, N. Jahrb. f. Min. etc. 1901. II. 1.

rasch¹. Nur Kupferkies muß zur Erlangung der Hochpolitur noch mit einem mit feinstem Pariser Rot eingeriebenen Lederlappen behandelt werden.

Das Präparat wird mit Siegelack auf ein Stück dickes Glas mit abgeschliffenen Kanten warm aufge kittet. Der Siegelack muß am Rand eben abgestrichen werden und darf keine Vertiefungen zeigen, in denen sich Schmirgelpulver festsetzen könnte. Zuerst wird auf rotierender Schmirgelscheibe die Fläche in annähernd gewünschter Größe und Richtung angeschliffen. Soll dann die Fläche genau orientiert sein, so wird sie auf dem Dreifuß des Schleifapparats nach WÜLFING befestigt. Um die folgenden Operationen nicht von Hand vornehmen zu müssen, wird der Schleifapparat *A* auf der auf beifolgender Figur ersichtlichen ein-

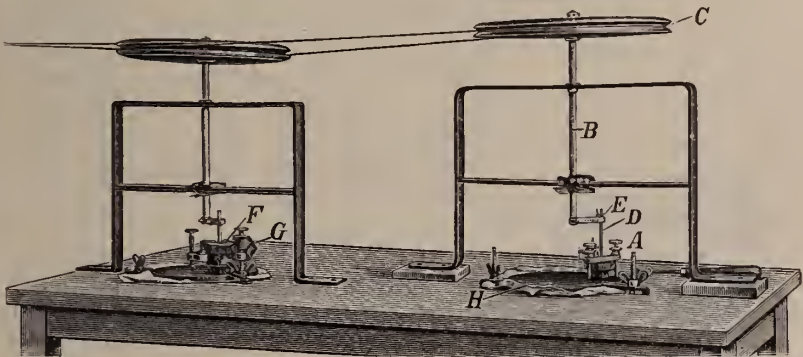


Fig. 2.

fachen Vorrichtung befestigt. *A* sitzt exzentrisch an der Achse *B*, die oben durch das große Rad *C* gedreht² wird. Um zu vermeiden, daß stets auf demselben Kreisbogen poliert und dadurch rasch die Leinwand zerrissen wird, kann der Schleifapparat *A* noch um seine eigene Achse *D* rotieren. Der Stift *D* ist lose in die durchbohrte Platte des Schleifapparats eingesteckt; oben bei *E* ist er festgeklemmt. Seine Höhe kann reguliert werden; ein Bleigewicht *F* verstärkt den Druck und ein auf eine Schraube gesetzter Bleiring bewirkt eine Verlegung des Schwerpunktes aus der Achse *D* heraus. Dadurch wird bei einer Rotation um *B* auch von selbst eine langsamere Rotation um *C* eintreten und die ganze Fläche *H* wird für das Schleifen ausgenützt. *H* ist eine runde Glasplatte; um sie wird ein Rahmen durch eine

¹ Es ist meines Wissens auch die einzige Substanz, mit der Schwefel rasch Hochglanz erhält ohne sich zu erwärmen und zu springen.

² Zum Drehen des Apparats dient eine kleine Turbine.

Schraube anziehbar gelegt. Auf die Schraube wird zunächst feiner Schmirgel gebracht und die Fläche matt angeschliffen. Dann wird dünnere Leinwand darauf gespannt, die möglichst frei von Knoten ist, und mit feinstem Schmirgel feucht geschliffen. Je nach der Härte des Materials kann schon hierbei Glanzpolitur auftreten. Meist aber muß darauf mit feinstem nach LE CHATELIER zweimal geschlemmtem Schmirgel trocken die Politur angefangen werden. In vielen Fällen ist dann noch folgende weitere Behandlung nötig. Auf eine sehr fein geschliffene Glasplatte wird feine Leinwand gespannt und sorgfältig geschlemmtes Chromoxyd¹ als Poliermittel verwandt. Zum Schlemmen empfiehlt sich LE CHATELIER'S Vorrichtung oder bequemer noch ein Apparat, wie er zum Schlemmen

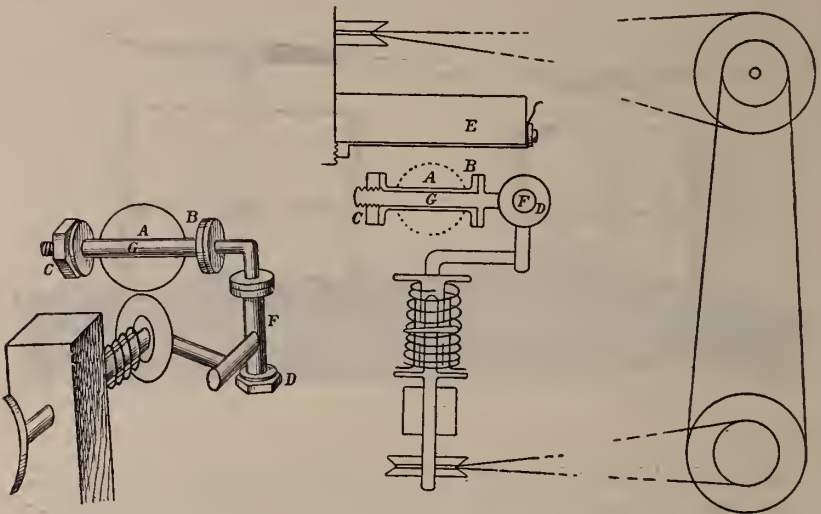


Fig. 3.

und Trennen von Bodenarten verwandt wird. Sehr weiche Erze (Bleiglanz, Antimonglanz etc.) werden dann auf Birnbaumholz, über das feinste Battistleinwand gespannt ist, mit der Hand poliert, schließlich noch mit einem Bausch derselben Leinwand gerieben. Auch weiches Leder gibt sehr gute Resultate, ist viel haltbarer als Leinwand, hat aber den Nachteil, daß sich härtere Fremdkörper aus dem Staub der Luft festsetzen und die Politur vereiteln können und daß die Flächen gekrümmt sind. — Die Polierfähigkeit ist durchaus nicht, wie man etwa annehmen

¹ Chrom. oxydat. anhydric. hellgrün MERCK, K. Mk. 2,80, geben etwa 50 g Polierpulver. Die üblichen Polierpulver von Chromoxyd sind nicht zu gebrauchen.

könnte, bei Eisen von der Härte des Materials abhängig. Es lassen sich bei geeigneter Behandlung der weiche Antimonglanz und der harte Stahl rasch sehr gut polieren, während Bleiglanz und Eisenglanz nur nach langer Behandlung vollkommene Politur erlangen und bei zwei oder drei Substanzen Hochglanz zu erreichen überhaupt unmöglich ist. Es sind, wie schon H. BEHRENS (Ann. écol. polyt. Delft 1887) erwähnt, das Eindringen der Körner des Poliermaterials, das Überschreiten der Elastizitätsgrenze, und nach den Erfahrungen des Verf.'s auch die Art des Absplitterns und nicht zuletzt die mikrochemischen Reaktionen zwischen Poliermittel und Präparat maßgebend.

Handelt es sich nicht um Kristalle, die in genauer Orientierung untersucht werden müssen, so kam folgender kleiner Schleifapparat, der viel Zeit spart und sich gut bewährt hat, zur Verwendung. Die Substanz wird auf der Platte *A* in der oben beschriebenen Weise befestigt. Dann wird zunächst auf einer rotierenden Schmirgelscheibe eine Fläche angeschliffen. Darauf wird die Platte bei *B* befestigt. Die Gewinde *C* und *D* werden etwas gelockert und die Fläche wird von Hand möglichst gut der gegenüberstehenden Polierscheibe *E* parallel justiert. Dies ist möglich, weil Drehungen um die zwei zueinander senkrechten Achsen *F* und *G* ausgeführt werden können und diese Achsen in der Ebene senkrecht zur Achse *H* der Polierscheibe liegen.

Man schleift zuerst auf recht fester, grober Leinwand mit feinem Schmirgelpapier trocken, dann auf feinerer Leinwand mit feinstem geschlemmtem Schmirgel (vergl. oben). Sehr häufig hat die Substanz dann schon Hochglanz, andernfalls wird noch auf feinsten Leinwand mit geschlemmtem Chromoxyd nachpoliert. Zwischen jeder Operation ist sorgfältigste Reinigung des gesamten Apparats und Abstauben der Umgebung erforderlich; wird das beachtet, so kann fast jede Substanz oder jedes Handstück von 4 qcm in 3 Stunden geschliffen und poliert sein. Die Leinwand und jedes Poliermittel müssen gesondert aufbewahrt werden.

Ein Motor von $\frac{1}{16}$ Pferd ist ausreichend¹.

¹ Die vollständige Vorrichtung (ohne Motor) kann ebenfalls von der Firma PCESS geliefert werden, ebenso auch der erstere Schleifapparat.

(Fortsetzung folgt.)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1908

Band/Volume: [1908](#)

Autor(en)/Author(s): Königsberger Joh.

Artikel/Article: [Ueber einen Apparat zur Erkennung und Messung optischer Anisotropie undurchsichtiger Substanzen und dessen Verwendung. 565-573](#)