

in allen ihren verschiedenen Formen erklärt werden, wenn man unsere Deutung annimmt, dass die Grandschmitzen, welche jetzt caementirt sind und die Geschiebe fest eingefügt enthalten, damals nur gefroren waren und bei steigender Temperatur eine Drehung des Geschiebes zuließen. In dieser Beziehung haben wir allerdings unsere Erklärung der Reibsteine auf alle »Facettengeschiebe« ausgedehnt. Das Charakteristische der echten »Facettengeschiebe« liegt darin, dass mehrere glattgeschliffene, ganz ebene Flächen zum Schnitt kommen, wobei zuweilen ein fast zonaler Verband entsteht und die Schrammen entweder ohne Richtungsänderung von einer Fläche auf die andere fortsetzen, häufiger aber eine vollkommene Richtungsänderung der Schrammen eintritt. Niemals wird das Facettengeschiebe zum Pyramidengeschiebe und niemals sind die Seiten convex oder concav und genarbt. Eine Vereinigung der beiden grundverschiedenen Typen ist unzulässig und von uns nicht begangen.

### Die mikrographische Aufnahme von Dünnschliffen.

Von **Fr. Heineck** in Giessen.

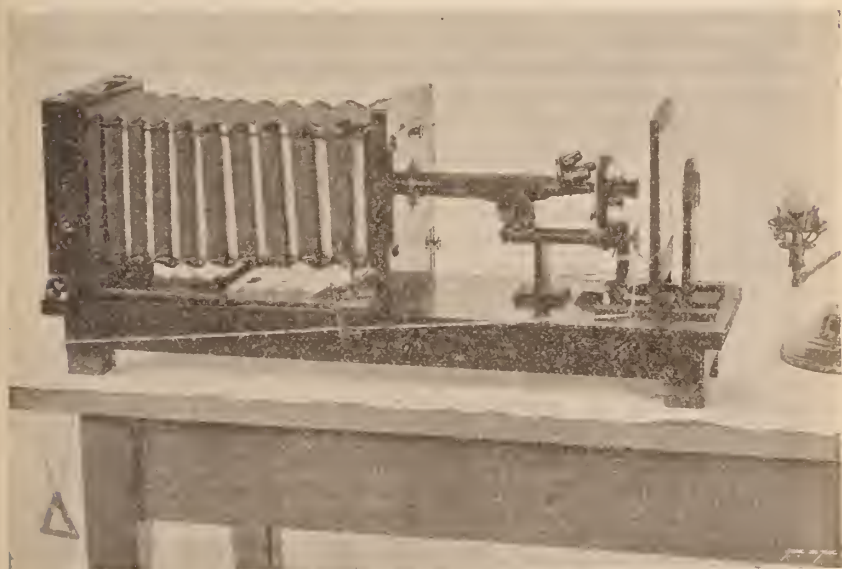
Mit 1 Abbildung im Text.

Mineralogisches Institut der Universität Giessen.

**Inhalt:** Zusammensetzung des mikrographischen Apparates. Abbildung durch die Mikroskopobjektive. Beleuchtung des Präparates. Grösse der Bilder. Einstellung des Objektes. Aufnahmen im gewöhnlichen Lichte. Blenden. Wiedergabe farbiger Objekte. Verwendung von orthochromatischen und Isolar-Platten. Gelbscheibe. Aufnahmen im polarisirten Lichte. Verwendung von Gyps- und Glimmerblättchen. Expositionszeit.

Die Mineralogie und speciell die Petrographie bedienen sich in immer weitergehendem Maasse der photographischen Abbildung zur Wiedergabe mikroskopisch kleiner Objekte, und kaum eine eingehendere petrographische Arbeit pflegt heutzutage auf dieses wichtige Hilfsmittel der Beschreibung zu verzichten. Leider sind die Erfolge nicht immer erfreulich, und gar oft könnte man durch eine Zeichnung mit einigen Strichen etwas besser andeuten, als es durch eine schlechte Photographie geschieht. Der Grund für solche Misserfolge liegt oft darin, dass man in dem Bestreben, alles zu photographiren, zu weit geht und auch ungeeignete Objekte abbildet, in den meisten Fällen aber in einer mangelhaften Methode, die gewöhnlich mit der Unzulänglichkeit der vorhandenen Hilfsmittel entschuldigt wird. Nun fehlt es uns ja nicht an Werken, in denen man sich über Mikrographie eingehend unterrichten kann, aber einerseits nehmen sie auf die Bedürfnisse des Mineralogen nur wenig Rücksicht, andererseits erfordern die angegebenen Hilfsmittel — eben weil sie für andere, meist weitergehende Zwecke berechnet

sind — einen solchen Aufwand, dass mancher von vornherein auf eine photographische Abbildung seiner Präparate verzichtet. Nun wird im hiesigen mineralogischen Institut schon seit längerer Zeit ein ganz einfaches mikrophotographisches Verfahren angewandt, mit dem auch ich mich öfters beschäftigt habe. Durch einige kleine Kunstgriffe war es leicht, das Verfahren so zu vervollständigen, dass es allen billigen Anforderungen genügen kann. Ich habe mich daher, von Herrn Professor BRAUNS, meinem hochverehrten Lehrer, angeregt, entschlossen, hier eine kurze Darstellung der benutzten Methode zu geben. Es wird sich dabei zeigen, dass man mit ganz



Fr. Heineck phot. Der mikrophotographische Apparat.

einfachen Hilfsmitteln, wie sie fast in jedem mineralogischen Laboratorium vorhanden oder leicht zu beschaffen sind, gute Resultate erreichen kann.

An der Hand der beigegeführten Abbildung will ich im folgenden zunächst den mikrophotographischen Apparat beschreiben und dann kurz auf das Verfahren bei der Aufnahme selbst eingehen.

Der **mikrophotographische Apparat**, der im hiesigen mineralogischen Institute benutzt wird, setzt sich — abgesehen von einigen nebensächlichen Stücken — ausschliesslich aus Theilen zusammen, die sonst zu anderen Zwecken verwandt werden, nämlich einem umlegbaren Mikroskop und einer photographischen Kamera für Aufnahmen im Format  $13 \times 18$  cm. Beide werden auf einem hölzernen

Bänkchen in folgender Weise aufgestellt (vergl. Figur): Die Kamera wird ganz ausgezogen (auf ca. 42 cm) und mit zwei Klammern an dem Rande der Bank befestigt. Für die im Fussbrett der Kamera befindliche Schraube besitzt die Bank einen entsprechenden Ausschnitt. Das umgelegte Mikroskop hat bei horizontaler Lage gerade eine solche Höhe, dass der Tubus in die Mitte der Objektivöffnung der Kamera hineinragt; sollte das nicht der Fall sein, so kann man sich leicht durch eine Unterlage helfen.

Das Mikroskop wird ohne Okular so an die Kamera herangebracht, dass der Tubus möglichst senkrecht zur Mattscheibe gerichtet ist, und um es in dieser Lage zu erhalten, wird unter das Mikroskopstativ ein kleines, entsprechend hohes Holzböckchen als Stütze geschoben. Der Spiegel wird zur Seite gedreht und das auf dem Tisch festgeklammerte Präparat mit künstlichem Licht in der unten angegebenen Weise beleuchtet.

Die Abbildung erfolgt allein durch die Mikroskopobjektive, also ohne Okular. Die gewöhnlichen Objektive geben bei den schwachen und mittleren Vergrößerungen (etwa 16—120 fach, entsprechend den Objektiven 00—4 von Seibert), die man für Dünnschliffe fast nur nöthig hat, vollkommen ausreichende Bilder. Mit stärkerer Vergrößerung (z. B. schon mit Objektiv 5) Dünnschliffe zu photographiren, ist oft schwierig, ja meist unmöglich, da die Präparate hierfür zu dick sind; überhaupt hört die photographische Abbildung mit dem Mikroskop natürlich da auf, wo man, um ein Objekt deutlich zu übersehen, mit der Mikrometerschraube auf verschiedene Tiefe einstellen muss. Es empfiehlt sich deshalb schon von selbst, recht dünne Schliffe zu verwenden und sie sich womöglich von einer Fabrik anfertigen zu lassen; denn wenn Dickschliffe, wie sie früher hergestellt wurden, in manchen Fällen auch ganz gute Resultate geben können, so sind sie für andere Zwecke wieder völlig unbrauchbar, zumal die von ungeübter Hand angefertigten Präparate häufig an verschiedenen Stellen ungleichmässig dick oder uneben sind. Auch bei guten Schliffen können Schwierigkeiten entstehen, wenn das aufzunehmende Objekt viel dünner ist als das Präparat, und wenn die verschiedenen Theile in verschiedener Tiefe liegen. Mittelmässige Bilder sind in diesem Falle kaum zu vermeiden.

Die Okularöffnung des Tubus ist innen gewöhnlich blank, und um störende Reflexe zu vermeiden, schiebt man ein Stück schwarzes mattes Papier hinein, welches so breit ist, dass es sich vollständig rings an das Rohr anschmiegt. Die Verbindungsstelle des Tubus mit der Kamera muss genügend abgedichtet werden; bei den grösseren Mikroskopen von W. und H. Seibert, die einen aufsetzbaren zweiten Analysator und deshalb einen ringförmigen Theilkreis am oberen Ende des Tubus besitzen, genügt es, das Instrument so weit an die Kamera heranzuschieben, dass der Kreis den Rand der Objektivöffnung bedeckt, und dann ein schwarzes Tuch oder noch besser Sammet um die Verbindungsstelle zu hüllen. Ebenso

verwahrt man vor der eigentlichen Aufnahme den ganzen Tubus durch Umhüllen mit schwarzem Tuch, damit durch die verschiedenen seitlichen Oeffnungen, die sich an dem Mikroskop zur Einführung der BERTRAND'schen Linse, des Analysators und von Gypsblättchen etc. befinden, kein Nebenlicht eindringen kann.

Zur Beleuchtung des Präparates verwendet man zweckmässig einen Auerbrenner und schaltet zwischen ihn und das Mikroskop eine Mattscheibe ein, wodurch man ein gleichmässiges Licht erhält. Um grössere Helligkeit zu erzielen, wird vor die Mattscheibe eine Linse gebracht und die Stellung von Lampe, Linse und mattirter Scheibe so geregelt (in der Figur sind diese Theile der Uebersicht halber gegen einander verschoben), dass auf der letzteren direkt dem Präparat gegenüber ein kreisrunder, möglichst intensiv und gleichmässig beleuchteter Fleck entsteht, der dann für sich die eigentliche Lichtquelle repräsentirt. Die gleichmässige Beleuchtung des Bildfeldes ist auf der Mattscheibe leicht zu kontrolliren.

Das Zusammensetzen des ganzen Apparates macht keine Schwierigkeiten und kann in fünf Minuten geschehen.

Die bei der angegebenen Auszugslänge der Kamera und bei Verwendung eines Tubus von normaler Weite erzielten Bilder haben einen Durchmesser von 9 cm; nach dem Beschneiden bleibt ein Bild von 8 cm Durchmesser, also von genügender Grösse und bequemem Format. Wer für Reproduktionszwecke aus Mangel an Raum kleinere Bilder wünscht, verkürze den Kameraauszug und stelle das Mikroskop von neuem ein.

Die **Aufnahme** geschieht am besten in einem verdunkelten Raume. Das hat den doppelten Vortheil, dass störendes Nebenlicht ferngehalten wird und dass man das Bild auf der Mattscheibe besser zu erkennen und vor allem seine relative Helligkeit genauer zu beurtheilen vermag, da das Auge sich stets auf eine gleich stark beleuchtete Umgebung akkommodirt. Hierdurch wird man leicht in Stand gesetzt, die Expositionszeit mit einiger Sicherheit aus der Helligkeit des Bildes auf der Mattscheibe zu bestimmen, was bekanntlich bei photographischen Aufnahmen im Freien nicht möglich ist.

Die Stelle des Schliffes, welche man photographiren will, markirt man sich vorher in irgend einer Weise und sucht womöglich bei Tageslicht im aufrecht stehenden Mikroskop die Wirkung der einzelnen Hilfsmittel (Blenden, Gypsblättchen, verschiedener Vergrösserungen etc.) und ihre bestmögliche Combination zu bestimmen, wodurch man sich die Einstellung im Apparat wesentlich erleichtert. In der gewünschten Stellung wird der Schliff auf dem Objektisch festgeklammert und roh eingestellt. Die genauere Einstellung mittelst der Mikrometerschraube wird durch folgende einfache Vorrichtung bewirkt: Um die Mikrometerschraube, die sich bei dem benutzten Seibert'schen Mikroskop unter dem Objektisch befindet, schlingt man einen Bindfaden, führt ihn nach beiden Seiten



an die Kanten der hölzernen Bank, auf der der Apparat steht, und von hier durch kleine Oesen nach dem Hintertheil der Kamera, wo die beiden Enden der Schnur verbunden und durch ein leichtes Gewicht beschwert werden, um sie gespannt zu erhalten. Unter dem Einstelltuch sitzend, kann man so sehr bequem und, eventuell unter Benutzung einer besonderen Lupe, scharf einstellen.

Bei Aufnahmen im gewöhnlichen Lichte wird auch der Polarisator entfernt, falls man nicht Absorptionserscheinungen (Pleochroismus) für die photographische Wiedergabe ausnutzen möchte. An Stelle des unteren Nikols setze ich manchmal, um grössere Helligkeit zu erzielen, einen Kondensator, wie er auf dem Polarisator der Mikroskope angebracht ist; doch ist das keineswegs nothwendig und für den Charakter des Bildes fast ohne Bedeutung. Die Verwendung von polarisirtem Licht bringt keine besonderen Komplikationen mit sich; nur darf man nicht vergessen, nach Einschaltung des Analysators von neuem die Einstellung zu kontrolliren.

Das in der angegebenen Weise erhaltene Bild ist nur in der Mitte vollkommen scharf, feinere Einzelheiten, wie Risse, Punkte etc., treten bei stärkeren Vergrösserungen nur unvollkommen oder gar nicht hervor. Beide Mängel werden behoben durch Einschaltung von Blenden, also dadurch, dass man den Lichtkegel, welcher auf das Präparat fällt, einengt. Mikroskope ohne Polarisationsvorrichtung besitzen zu diesem Zwecke meist eine Irisblende. Bei mineralogischen Mikroskopen würde diese mit dem unteren Nicol nicht leicht zu kombiniren sein. Daher werden diesen Mikroskopen stets kleine Aufsteckblenden beigegeben, die allerdings nur zur Benutzung im gewöhnlichen Lichte bestimmt sind und die auf eine Hülse geschoben und an Stelle des Polarisators in den unter dem Objektisch befindlichen Schlitten eingesetzt werden. Sie lassen sich aber auch sehr gut beim Arbeiten mit polarisirtem Licht oder bei Benutzung eines Kondensators in den Strahlengang einschalten, indem man mit ganz wenig Wachs die Blende auf dem unteren Nicol bezw. auf dem Kondensator befestigt. Welche Blende man verwendet, hängt von der Stärke des benutzten Objektivs, d. h. von der Grösse des Gesichtsfeldes ab. Man wählt am besten diejenige kleinste Blende, welche, wenn sie ganz an den Schliiff herangebracht wird, das Gesichtsfeld nicht einengt, also in dieser Stellung überhaupt nicht als Blende wirkt. Senkt man jetzt mittelst des Hebels oder ähnlicher Vorrichtungen unter dem Objektisch die Blende und bei polarisirtem Lichte den Nicol, so wird der von der Lichtquelle kommende Strahlenkegel immer weiter eingeengt, mit anderen Worten, das Bild wird abgeblendet und entsprechend schärfer. Die durch eine zu enge Blende eintretende Beschränkung des Bilddurchmessers verschwindet zwar beim Niedergehen, doch ist die Beleuchtung dann zunächst keine gleichmässige, was sich zuweilen erst auf der photographischen Platte bemerklich macht.

Es ist rathsam, nicht zu stark abzublenden, da hierdurch, namentlich bei stärkeren Vergrößerungen, Einzelheiten, wie kleine Risse und Einschlüsse, das Relief mancher Mineralien etc. sich unliebsam vordrängen und die wesentlichen Linien nicht genügend hervortreten lassen.

In der angegebenen Weise erhält man leicht bis zum Rande scharfe Bilder. Da diesen wenigen Zeilen keine besonderen Mikrophotographien zur Erläuterung beigegeben werden können, darf ich vielleicht auf die Abbildungen verweisen, die ich vor kurzem zu meiner Arbeit über Diabase geliefert habe, auf Tafel V—XII, Beil.-Bd. XVII des Neuen Jahrbuchs. Die Figuren auf Tafel VIII—XI sind theils in gewöhnlichem, theils in polarisirtem Licht und bei verschiedenen Vergrößerungen aufgenommen und lassen den auf dem beschriebenen Wege erreichten Grad von Schärfe erkennen.

Noch eine Seite der photographischen Praxis ist speziell für den Mineralogen von besonderer Bedeutung; ich meine die Wiedergabe farbiger Objekte, denn um solche handelt es sich ja in den meisten Fällen beim Photographiren von Dünnschliffen, sowohl im gewöhnlichen, als auch ganz besonders im polarisirten Lichte. Man benutzt hierzu farbenempfindliche (d. h. grün- und gelbempfindliche) Platten und will es für gewöhnlich dahin bringen, die einzelnen Farben möglichst genau in dem Helligkeitsgrade, in dem sie unserem Auge erscheinen, wiederzugeben. Darum kann es sich aber bei den Mineralien eines Dünnschliffes nur bis zu einem gewissen Grade handeln, nämlich nur insoweit, als man bei Objekten von chemisch wenig wirksamer Färbung zu beachten hat, dass sie im Bilde nicht allzu dunkel oder gar schwarz erscheinen. Im übrigen ist aber der Helligkeitsgrad der Farbe eines Minerals für dieses in gewissen Grenzen nicht charakteristisch. Er variirt bei einem und demselben Mineral, ändert sich mit der Dicke des Schliffes, ist bei dichroitischen Mineralien in verschiedenen Lagen verschieden und im polarisirten Lichte überhaupt ganz unbestimmt und periodisch wechselnd. In dem einfarbigen Bilde bietet daher die Helligkeit des Minerals, abgesehen von extremen Fällen, keine besonderen Kennzeichen dar; bezeichnend ist vielmehr in erster Linie die Form (wozu nicht nur die Umrisse, sondern die Summe von Linien und Punkten zu rechnen sind, die man im einzelnen als Spaltbarkeit, Absonderung, Einschlüsse etc. bezeichnet), und um diese möglichst hervortreten zu lassen und in die Menge der Linien Uebersichtlichkeit zu bringen, kann man in sehr geschickter Weise die Färbung einzelner Gemengtheile eines Schliffes benutzen. Nach diesem Gesichtspunkt hat sich auch die Wahl der Hilfsmittel, also z. B. auch der photographischen Platten zu richten.

Dass man sich aus den angeführten Gründen nicht an eine Plattensorte binden soll, möge durch ein Beispiel erläutert werden: Es ist ein dünner Schliff durch einen schon stark zu Serpentin verwitterten Olivin zu photographiren, der die bekannte

Maschenstruktur zeigt und dessen einzelne Körner sich von dem (wegen der geringen Dicke des Schliffes) ganz schwach grünen Verwitterungsprodukt nur wenig abheben. Um diesem Uebelstande im Bilde, wo Färbungsunterschiede das Auseinanderhalten der Gemengtheile nicht unterstützen, abzuhelfen, benutzt man zur Aufnahme eine gewöhnliche (nicht farbenempfindliche) Platte, die das zarte Grün des Serpentin dunkler wiedergiebt, als es in Wirklichkeit ist, sodass der Contrast auf der Photographie womöglich noch besser erscheint, als er sich dem Auge unter dem Mikroskop darbietet.

Abgesehen von solchen Fällen, in denen man absichtlich einen Farbencontrast verstärken will, verwendet man zweckmässig orthochromatische Platten, welche auch weniger leicht schleiern, z. B. die Vogel-Obernetter'schen Eosinsilberplatten von Perutz oder die orthochromatischen Isolarplatten der Actiengesellschaft für Anilinfabrikation, Berlin. Die letzteren leisten besonders dann vorzügliche Dienste, wenn es sich um die Aufnahme von Schliffen mit sehr starken Helligkeitsunterschieden handelt, also in den Fällen, in denen man das Auftreten von Lichthöfen zu befürchten hat. Das ist z. B. der Fall beim Photographiren von farblosen, klar durchsichtigen Einsprenglingen in einer dunklen Grundmasse, wobei jene in schwächerem Maasse gerade so wirken, wie die hellen Fenster eines Zimmers auf einer Interieur-Aufnahme. Ist der Helligkeitsunterschied zwischen Einsprenglingen und Grundmasse auch nicht so bedeutend wie in diesem Beispiel, so wird man doch häufig beobachten, dass die hellen Gemengtheile von schwachen Lichthöfen umgeben sind, die die Brillanz der Bilder wesentlich beeinträchtigen.

Um den Contrast zwischen farblosen und gefärbten Gemengtheilen zu mildern, benutzt man auch mit Vortheil eine Gelbscheibe, die man am besten zwischen Lichtquelle und Mikroskop unmittelbar vor diesem einschaltet. Besonders braune Töne, die in Schliffen (in der Grundmasse, bei Glas etc.) so häufig sind, lassen sich ohne Gelbscheibe kaum anders als schwarz wiedergeben, wenn man nicht die anderen Partien stark überbelichten will. Die Gelbscheibe darf in solchem Falle ziemlich intensiv gefärbt sein. Durch einen Versuch kann man leicht feststellen, um wieviel dadurch die Expositionszeit erhöht wird. Uebrigens sei für denjenigen, der seine Gelbscheibe in dieser Weise vielleicht bei Tageslicht ausprobiert hat, bemerkt, dass die Scheibe die Belichtungszeit bei künstlichem Lichte in anderer Weise (nämlich nicht so stark) verändert, da dieses schon an und für sich weniger violette Strahlen enthält.

Kaum zu umgehen ist die Verwendung von orthochromatischen Platten und einer gelben Scheibe bei Aufnahmen im polarisirten Lichte. Hier kann man am meisten durch Farbenanordnungen erreichen und zwar mit Leichtigkeit, wenn man sich über die chemische Wirksamkeit der verschiedenen Farben ungefähr

klar ist; genaues lässt sich darüber ja nicht sagen, da man es nicht mit Farben zu thun hat, denen eine bestimmte Stellung im Spektrum zukommt. Immerhin lässt sich die Wirkung von vornherein meist genügend beurtheilen. Zu schwache Polarisationsstöne kann man verstärken durch Einschaltung eines Gyps- oder Glimmerblättchens an der gewöhnlichen Stelle, worauf allerdings die Einstellung korrigirt werden muss. In dieser Weise kann man beliebig starke Contraste erzielen. Gelingt das nicht bei gekreuzten Nicols, so versuche man es mit parallelen. So stellt beispielshalber Figur 1 auf Taf. X Beil.-Bd. XVII einen complicirt verzwilligten Feldspath dar. Zwischen gekreuzten Nicols zeigte er die grauen Polarisationsstöne erster Ordnung, vor allem war nur schwer zu erkennen, dass es sich nicht um zwei, sondern um drei Streifensysteme handelte. Es wurde ein Gypsblättchen vom Roth der 1. Ordnung eingeschaltet und so eingestellt, dass die feinen (im Bilde schwarzen) Streifen das Roth der 1. Ordnung zeigten, also in der Auslöschungslage waren, während die Farbe der anderen Streifen in ein intensives blau der 2., bezw. in gelb bis orange der 1. Ordnung umschlug. Um das Gelb in der Photographie nicht zu dunkel werden zu lassen, wurde eine gelbe Scheibe benutzt; dieselbe Aufnahme ohne eine solche gleichzeitig belichtet und entwickelt gab ein flaeses Bild und das Gelb erschien fast schwarz.

Zum Schlusse sei noch einiges über die Expositionszeit bei Mikrophotographien bemerkt. Bestimmte Regeln lassen sich darüber nicht geben, da einzelne veränderliche Faktoren, deren Wirksamkeit nicht zahlenmässig zu bestimmen ist, bei der Helligkeit des Bildes eine Rolle spielen, z. B. die verschiedene Entfernung der Blende vom Präparat, die Stellung der Lampe etc. Man gewöhnt sich daher am besten daran, die Expositionszeit nach der Helligkeit des Bildes auf der Mattscheibe zu beurtheilen. Das ist, wie schon oben bemerkt, um so leichter, als man meist in einem verdunkelten Zimmer bei constanter Beleuchtung arbeitet. Die Belichtungszeiten variiren natürlich ausserordentlich (wenige Sekunden bis einige Stunden), besonders bei Verwendung von polarisirtem Licht und bei Benutzung einer Gelscheibe oder bei starkem Abblenden, so dass man manchmal auf eines dieser Mittel ganz oder theilweise verzichten muss, wenn man nicht einen ganzen Tag exponiren will. Wem es möglich ist, der mag in solchem Falle seine Zuflucht zum elektrischen Lichte nehmen. Figur 2 auf Taf. IX (Beil.-Bd. XVII) stellt z. B. einen Feldspathdrilling dar, ein sehr dunkles Objekt in einem dicken Schliff, welches unter Anwendung einer Gelscheibe bei dem intensiven Lichte einer elektrischen Bogenlampe mit schräg gestellten Kohlenspitzen  $\frac{5}{4}$  Stunden lang exponirt wurde, während bei Auerlicht ein ganzer Vormittag zur Belichtung nicht ausreicht hatte.



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1903

Band/Volume: [1903](#)

Autor(en)/Author(s): Heineck Friedrich

Artikel/Article: [Die mikrographische Aufnahme von Dünnschliffen. 628-635](#)