

Ueber das

Bildmikroskop.

Von

PROF. DR. J. RUMPF.

Vortrag mit Demonstrationen,
gehalten am 14. November 1877.

Hochgeehrte Anwesende!

Ich habe im verflossenen Vereinsjahre an dieser Stelle es versucht, Ihnen das „einfache“ und das „zusammengesetzte“ Mikroskop zu erklären. Mein heutiges Thema betrifft nun als Ergänzung hiezuh jene dritte Gattung Mikroskope, welche man allgemein „Bildmikroskope“ nennt, und wohin speciell das Sonnen-, Gas-, Electro- und photographische Mikroskop gehören.

Ihre Einrichtung hat den Zweck, von einem kleinen Objecte ein vergrössertes wirkliches Bild zu erlangen, um es dann entweder augenblicklich vielen Personen gleichzeitig sichtbar zu machen oder für spätere Verwendung direct nachzuzeichnen oder ohne Zeichnung photographisch zu fixieren.

Für jeden dieser Zwecke gehören zu einem Bildmikroskope drei wesentliche Teile: 1. eine Vorrichtung zur Beleuchtung des Objectes, 2. ein Apparat zur Erzeugung des vergrösserten Bildes, und 3. eine in dunklem Raume befindliche Auffangebene zur Sichtbarmachung des Bildes.

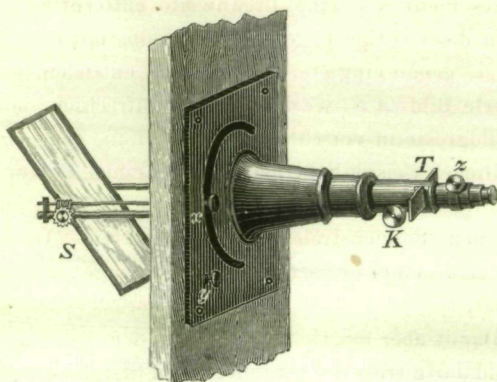
Was den eben erwähnten zweiten Teil als den eigentlichen Mikroskop-Apparat betrifft, so beruht seine

Einrichtung auf jener Eigenschaft einer convexgeschliffenen Glaslinse (sogen. Sammellinse), vermöge deren sie von einem zwischen ihrer einfachen und doppelten „Brennweite“ befindlichen Objecte auf der anderen Seite ein vergrössertes wirkliches Bild (in umgekehrter Lage) erzeugt, gerade so wie dies — indem ich mir erlaube der Kürze wegen mich auf meinen früheren Vortrag zu beziehen — bei der „Objectivlinse“ des zusammengesetzten Mikroskopes der Fall ist. Und es gilt auch hier wieder, was ich damals erklärt habe, dass man wegen der einer einzelnen Linse anhaftenden Unvollkommenheiten in der Bilderzeugung anstatt einer einfachen Sammellinse besser eine gewisse Verbindung von Doppellinsen anwendet.

Bei jedem Bildmikroskope wird also von einem hellbeleuchteten und gehörig eingestellten Objecte durch die Wirkung einer Sammellinse oder besser eines fehlerfreien („aplanatischen“) Linsensystemes ein vergrössertes Bild auf einer gegenüber befindlichen Auffangfläche sichtbar. Da somit dieses Bild ein wirkliches, also „objectives“ ist, so nennt man das Bildmikroskop auch das „objective Mikroskop“ zum Unterschiede von den beiden anderen Gattungen, bei denen das darin sichtbare Bild nicht wirklich existiert, sondern nur dem durch die Linse Sehenden erscheint und daher ein „subjectives“ ist. Und da hiebei nur das Object beleuchtet, der übrige Raum aber dunkel sein soll, so hiess man früher den Apparat auch „Camera obscura-Mikroskop“.

Das historisch älteste unter den Bildmikroskopen ist das „Sonnenmikroskop“, dessen Geschichte seit der Erfindung der meist als Belustigungsapparat bekannten, aber neuestens auch zu ernsteren Zwecken verwendeten „Laterna magica“ aus der Mitte des 17. Jahrhunderts datiert. Seine jetzige gewöhnliche Einrichtung zum Zwecke

Fig. 1.



der objectiven Darstellung des Bildes für gleichzeitig viele Beschauer, so wie den Gang der Lichtstralen in demselben, mögen die beiden Figuren 1 und 2 erläutern.

An der Aussenseite des geschlossenen Fensterladens eines verfinsterten Zimmers ist ein beweglicher Spiegel (*S*) angebracht, der die Sonnenstralen (*s*) durch eine Oeffnung des Ladens in die inwendig befestigte Messingröhre

reflectiert, wo sie zuerst durch eine grosse Convexlinse (*C*) und noch mehr durch eine zweite kleinere (*c*) concentrirt werden. ¹⁾ Nahe an der Vereinigungsstelle der Stralen und daher stark beleuchtet, befindet sich auf dem mittelst Klammern oder zwischen zwei central durchbohrten Platten durch Federkraft gehaltenen Objectträger (*T*) das Object (*a b*). Hierauf folgt das bild-erzeugende Linsensystem (*L*), welches vom Objecte um wenigens mehr als seine Brennweite entfernt sein soll und in die richtige Lage gegen dasselbe mittelst Zahntrieb (*z*) genau eingestellt wird. Das entstehende vergrösserte Bild (*A B*) wird auf einem aufrechten, je nach der Bildgrösse in verschiedener Entfernung ²⁾ gegenüber befindlichen weissen Schirme (*W*) von Leinen, Papier oder Glas aufgefangen und dadurch in dem von den durchgelassenen Sonnenstralen hellbeleuchteten „Gesichtsfelde“ (*D E*) einer grösseren Zuschauermenge gleichzeitig sichtbar.

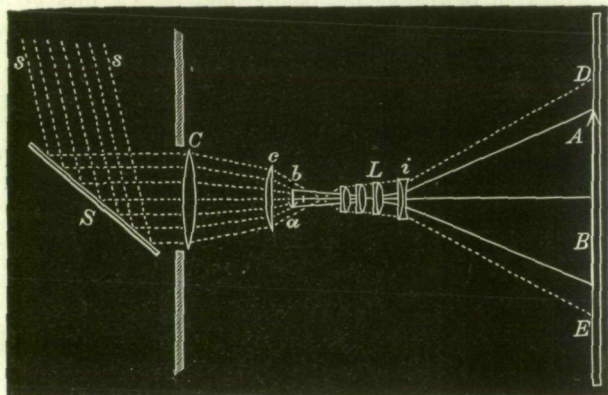
Damit aber das Gesichtsfeld auf dem Schirme und das Bild darin trotz des veränderlichen Standes der Sonne am Himmel doch immer gleich beleuchtet und an derselben Stelle bleibe, muss der Spiegel die auf ihn fallenden Sonnenstralen, ungeachtet seine Lage gegen dieselben wegen der Axendrehung der Erde sich fortwährend

¹⁾ Letztere ist vor- und rückwärts beweglich (*K*), um durch Veränderung des Concentrationspunktes die Menge der auf das Object fallenden Stralen nach Bedarf zu regulieren.

²⁾ Hier in Figur 2 des Raumes wegen unverhältnissmässig nahe.

ändert, dennoch stets genau in der Richtung der Axe des Mikroskoprohres reflectieren. Zu diesem Zwecke ist der am Fensterladen mittelst einer starken Messingplatte befestigte Spiegelapparat so eingerichtet, dass man den Spiegel mittelst der Schrauben (x, y) in jeder Ebene drehen kann — wie ich es Ihnen jetzt an diesem

Fig. 2.



Apparate zeige* ¹⁾ — und durch diese Drehung lässt sich der Spiegel jedesmal so nach der Sonne richten, dass er ihre Strahlen stets nach der Mikroskopaxe reflectiert, gleichsam als ob der Stand der Sonne am Himmel unverändert bliebe, weshalb man eine solche Vorrichtung „Heliostat“ nennt.

¹⁾ Ein beigefügtes * bedeutet, dass das eben Gesagte zugleich am bezüglichen Apparate veranschaulicht wurde.

Soll jedoch diese Spiegelbewegung sehr genau und continuirlich geschehen, was mit der Hand nicht wol angeht, aber für eine länger unverändert bleibende Lage des Bildes notwendig ist, so muss man einen selbstthätigen Heliostat anbringen, dessen Spiegel durch ein Uhrwerk so bewegt wird, dass er bei vorher gehöriger Einstellung des Apparates¹⁾ dann genau der scheinbaren Bewegung der Sonne folgt — wie dies bei dem hier stehenden Heliostat nach Silbermann der Fall ist*, dessen Spiegelebene Sie durch das so eben in Gang gesetzte Uhrwerk bereits bis zu Ende dieses Vortrages in merklich veränderter Lage finden werden.

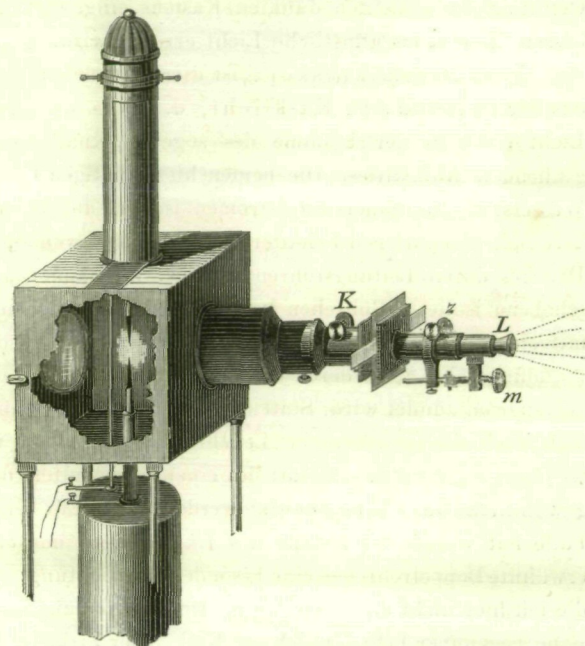
Da man jedoch Sonnenlicht nicht immer zur Verfügung hat, so suchte man es durch intensives künstliches Licht zu ersetzen, und so entstanden, je nach der Lichtquelle benannt, das Lampenmikroskop, Gasmikroskop, und das photo-electrische, oder kurz Electro-Mikroskop, worunter das erstere wegen seiner Lichtschwäche im Vergleiche mit den beiden anderen heutzutage wol nicht mehr gebräuchlich ist.

Auch bei diesen Arten der Bildmikroskope gleicht der bilderzeugende Teil sammt Beleuchtungslinsen jenem beim Sonnenmikroskop, wie Sie dies hier* an einem photo-electrischen Mikroskop (Fig. 3) von Plössl & Co. sehen.²⁾

1) Rücksichtlich der Erd- oder Weltaxe und der dem Tagesdatum entsprechenden „Declination“ der Sonne.

2) An diesem Mikroskope ist bemerkenswert, dass nicht nur das den Objectträger einschliessende Plattenpaar als

Fig. 3.



Der Lichtapparat selbst jedoch ist ein ganz anderer, indem selbstverständlich der Heliostat entfällt, und es wird der

Objecttisch central um die Mikroskopaxe drehbar ist, sondern auch die kleinere Beleuchtungslinse sich (mittelst *k*) ohne Veränderung der Rohrlänge innen verschieben lässt, und somit hiebei die Stellung von Object und Bildlinsen unverändert bleibt, ein Vorteil, der namentlich dann besondere

die Linsen enthaltende Messingkörper in die runde Oeffnung eines kleinen dunklen Kastens eingesetzt, in dessen Innern das künstliche Licht erzeugt wird.

Beim „Gasmikroskop“ ist dies in vielen Fällen das Drummond'sche Kalklicht, d. i. das intensive Licht eines in der Flamme des sogen. „Knallgases“ glühenden Kalkstiftes. Die beiden hiezu nötigen Gase, Wasserstoff und Sauerstoff, strömen isoliert aus besonderen blasebalgartigen Behältern in Folge angewendeten Druckes durch Leitungsröhren in zwei ineinander geschobene isolierte Röhren und dann vereinigt in eine mit einem Endansatz von Platin versehene enge Ausmündungsröhre*, an deren Ende das ausströmende Gasgemenge entzündet wird. Statt des Wasserstoffgases kann man auch das gewöhnliche Leuchtgas verwenden, in welchem Falle natürlich statt des einen Gasbehälters die gewöhnliche Gasleitung benützt werden kann. Für beide Fälle hat wegen der Gefahr des Explodierens das ob erwähnte Doppelröhren eine besondere Einrichtung, auf die ich hier nicht eingehen kann. Der Röhrenmündung nahe gegenüber befindet sich ein Kalk- oder Zirkonstift, der des gleichmässigen Verbrennens wegen durch ein Uhrwerk gedreht und nachgerückt wird* und dessen Erglügen der Gasflamme die ausserordentliche Leuchtkraft gibt.

Das beim „photo-electrischen“ oder kurz Electro-Mikroskop zur Beleuchtung verwendete electriche

Wichtigkeit hat, wenn bereits das Linsensystem (mittels Zahntrieb *z* und Mikrometerschraube *m*) genau eingestellt ist.

Licht ist dasselbe, welches den hochgeehrten Anwesenden an dieser Stelle schon wiederholt gezeigt worden und bekanntlich von zwei Kohlenspitzen ausgeht, welche durch die Wirkung eines electricischen Stromes vermöge der Umwandlung von Electricität in Wärme mit blendendem Lichte erglühen. Die hiezu nötige Electricität kann entweder durch eine galvanische Batterie von sehr vielen Elementen ¹⁾ oder durch die Rotation einer jener neueren kolossalen mittelst Dampfmaschine getriebenen magnet-electrischen Inductionsmaschinen erzeugt werden, von welchen ich vor zwei Jahren hier in meinem Vortrage über „Wechselwirkung der Naturkräfte“ gesprochen habe. Damit hiebei trotz der durchs Glühen verursachten Abnützung der Kohlenspitzen dennoch die Lichtstärke unverändert bleibe, werden diese Spitzen mittelst eines sogen. „Lichtregulators“ fortwährend in dem Maasse ihrer Abnützung an einander gerückt und dadurch in derselben gegenseitigen Lage erhalten.

Die Zusammenstellung eines solchen Lichtapparates mit der das Licht umgebenden Dunkelkammer für optische Versuche heisst „electricische Lampe“ und ist in ihrer Verbindung mit dem Mikroskop sowol aus der Figur 3, als an dem dort für die nachfolgenden Demonstrationen bereits aufgestellten Apparate* eigener besonderer Construction der k. k. Hofoptiker Plössl & Comp. ersichtlich.

¹⁾ Zu den Demonstrationen am Schlusse dieses Vortrages kamen 80 Elemente in Verwendung.

Denken Sie sich in eine solche Kammer statt des electrischen Lichtapparates die Brennvorrichtung für das Drummond'sche Kalklicht eingesetzt, so haben Sie die entsprechende Lampe für das Gasmikroskop.

Der an dieser Figur (3) im Innern des Kastens an der Rückwand ersichtliche Hohlspiegel, hat den Zweck, auch die nach rückwärts vom Lichtpunkte zerstreut ausgehenden Stralen reflectierend zu sammeln und so mit den directen Stralen vereint verstärktes Licht in das Mikroskop zu senden.

Um ferner hiebei, wie auch beim Sonnenmikroskop, der verderblichen Einwirkung der mit dem Lichte zugleich concentrirten Wärmestralen auf Object und Linsen zu begegnen, kann man in den Gang der Stralen vor ihrer Concentration ein schmales Gefäss mit parallelen Wänden (sog. Cuvette) einschalten, welches eine Alaunlösung enthält, die die Wärmestralen absorbiert, die Lichtstralen aber durchlässt.

Es entsteht nun wol die Frage, wie gross denn die optische Leistungsfähigkeit eines solchen Bildmikroskopes sei, nämlich in Bezug auf Vergrösserung, Deutlichkeit und Schärfe des Bildes.

Was die Vergrösserung betrifft, so wächst sie bei demselben Linsensysteme mit der Annäherung des Objectes an den Linsenfocuspunkt und zugleich entsprechender Entfernung des Auffangschirmes, so dass man ohne Wechsel des Linsensystems durch entsprechendes Verschieben des Objectes und des Schirmes in gleicher Richtung verschiedene Bildgrössen erzielen kann. Auch

lässt sich bei derselben Distanz des Schirmes die Bildgrösse steigern, wenn man (nach Chevalier) die aus dem Objectiv-System austretenden Stralen noch durch eine concave (Zerstreuungs-) Linse (Fig. 2, i) gehen lässt, wodurch sie mehr auseinander gehen. Die erreichbare Vergrösserung beim Bildmikroskop ist deshalb weit stärker als bei den anderen Mikroskopen, und kann bei dem am stärksten beleuchteten Sonnenmikroskope bis zum 8000fachen der Länge und darüber gehen.

Diese starke Vergrösserung und dann der Umstand, dass wegen des grossen Gesichtsfeldes ein kleines Object vollständig abgebildet erscheint, wogegen man hievon in einem „zusammengesetzten“ Mikroskop bei gleicher Vergrösserung nur einen kleinen Teil übersieht, führen bei Unkundigen zu der Meinung, als müsse das Bildmikroskop mehr als jedes andere zu wissenschaftlichen Forschungen geeignet sein, und verschaffen überhaupt dem Bildmikroskope bei dem Publikum häufig einen viel grösseren Eindruck¹⁾ als die Beobachtung durch andere Mikroskope.

In Wahrheit aber steht das zur Schaustellung verwendete Bildmikroskop dem einfachen und zu-

¹⁾ Leider wird dieser Eindruck oft missbraucht und das Bildmikroskop dazu benützt, um die grosse Volksmenge durch Ankündigung einer „millionenfachen“ Vergrösserung zu blenden und zu locken und dann durch Vorführung von bekannten kleinen Thierchen in ungeheuerlichen verschwommenen Gestalten oder durch trügerische Darstellung von Würmern und Wasserthierchen als angeblichen Trichinen und Infusorien u. s. w. halb Staunen halb Entsetzen zu erregen.

sammengesetzten Mikroskope an optischer Leistungsfähigkeit weit nach, weil man bei jenem mit den besten Linsen nicht jene Deutlichkeit und Schärfe der Bilder erreichen kann, wie beim zusammengesetzten Mikroskop. Denn mit zunehmender Vergrößerung über eine gewisse Grenze hinaus verringert sich die Deutlichkeit sowol der äusseren Umrisse als der inneren Details, und das Bild wird unklar und verschwommen. Hiedurch ist auch der Entfernung des Schirmes, wodurch sonst, wie früher erwähnt, bei demselben Linsensysteme die Vergrößerung — allerdings auf Kosten der Helligkeit — gesteigert werden könnte, schon frühzeitig eine Grenze gesetzt, welche bei stärkeren Linsen näher ans Object rückt.

Man wird daher an einem in solcher Weise auf einem Schirme erzeugten Bilde selten etwas mehr wahrnehmen als mit einer eben so starken Linse im einfachen Mikroskop, und der wissenschaftliche Forscher wird nicht leicht etwas Neues finden, was er nicht genauer und ohne umständlichen Beleuchtungsapparat in einem guten zusammengesetzten Mikroskop beobachten könnte.

Eine solche Kritik der optischen Leistungsfähigkeit des zur Schaustellung verwendeten Bildmikroskopes dürfte Sie, hochgeehrte Anwesende, vielleicht zur Frage veranlassen, ob es denn wol der Mühe und Kosten wert sei, das Bildmikroskop überhaupt noch neben dem einfachen und zusammengesetzten Mikroskop in Anwendung zu bringen. Die Antwort darauf liegt bereits in dem eingangs erwähnten Zwecke desselben und muss, wenn

man nicht zu strenge Forderungen stellt, zu Gunsten desselben lauten.

Denn erstens dient es zum anschaulich belehrenden naturwissenschaftlichen Unterrichte, zweitens bietet es ein bequemes Mittel zum Zeichnen und Messen mikroskopischer Objecte, und drittens ist es namentlich in Verbindung mit der Photographie vielfach von grossem Nutzen.

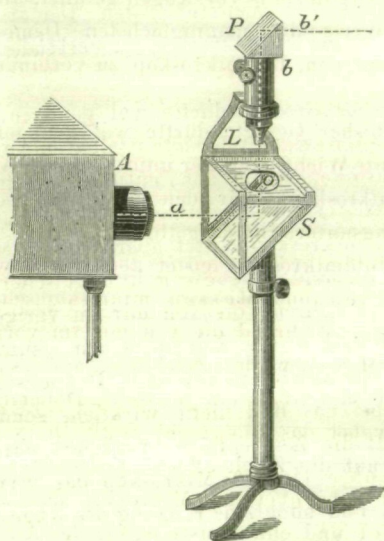
In ersterer Beziehung ist bei Erklärung mikroskopischer Objecte und Erscheinungen die objectivbildliche Darstellung derselben von grossem Belange, weil sie die Verständigung zwischen Lehrer und Lernenden und hiedurch den Unterricht selbst wesentlich erleichtert, ja zuweilen allein ermöglicht. Ist es doch beim „subjectiven“ Mikroskop auch bei unverändert bleibendem Objecte oft schwer, auf das, was man so eben selbst gesehen und nun auch von einem Anderen, der hierauf durch die Linsen schaut, beachten wissen will, genau hinzuweisen und darüber, ohne selbst wiederholt hineinzublicken, erläuternde Bemerkungen zu machen; und dies ist um so schwieriger und zeitraubender, je mehr Personen dasselbe Object durch eigene Anschauung kennen lernen sollen. Hat man ja deshalb auch für das gleichzeitige Hineinsehen von zwei bis vier Personen die sogen. „multoculären“ Mikroskope construiert, welche jedoch, wie ich dies in meinem früheren Vortrage besprochen habe, wegen ihrer durch die Stralenteilung bedingten Lichtschwäche nur geringe Vergrößerung zulassen und bisher sehr wenig im Gebrauche sind.

Nun aber gar in jenen Fällen, wenn das Object oder die Erscheinung, bis die folgende Person am subjectiven Mikroskop zur Beobachtung gelangt, sich ändert oder gar verschwindet, wie z. B. bei Bewegungen lebender Organismen, bei physiologischen und chemischen Vorgängen oder irgend welchen physikalischen minimalen Bewegungserscheinungen, ist ein directer Unterricht am „subjectiven“ Mikroskope selbst wol meist fruchtlos, wenn nicht ganz unmöglich, weil da die Gleichzeitigkeit und somit die Uebereinstimmung der Anschauung fehlt. Diese findet aber beim „objectiven“ oder Bildmikroskop statt, weil hiebei der Erklärer und seine Zuhörer in allen Fällen stets gleichzeitig dasselbe schauen.

Um hiebei auch solche Erscheinungen, welche eine horizontale Lage des Objectes erfordern, auf verticalem Schirme projicieren zu können, wird (Fig. 4) das Linsensystem sammt Objecttisch vom Beleuchtungsapparat getrennt und wie bei anderen Mikroskopen aufrecht gestellt, dazwischen aber ein Spiegel (*S*) unter 45° Neigung angebracht. Dieser sendet die aus dem Lichtapparate (*A*) horizontal kommenden Strahlen (*a*) durch Reflexion vertical aufwärts dem horizontal liegenden Objecte (*o*) zu, und die dann von diesem aus dem Linsensystem (*L*) austretenden Bildstrahlen (*b*) werden durch abermalige Reflexion in dem darüber befindlichen Prisma (*P*) wieder in horizontaler Richtung (*b'*) dem verticalen Schirme zugesendet. Ferner für auffallendes Licht bei undurchsichtigen Objecten oder überhaupt zur Beleuchtung der Oberfläche eines Objectes kann auch hier, wie beim sub-

jectiven Mikroskop, der Lieberkühn'sche Hohlspiegel dienen, der an der Fassung der Objectivlinsen angebracht, das Licht auf die Vorderfläche des Objectes zurückwirft.

Fig. 4.



Auf diese Weise zeigt z. B. der englische Gelehrte Farguson in horizontalen flachen Glasgefäßen chemische Vorgänge, Wellenbewegungen, Krystallbildungen u. dgl., und so hat auch der leider zu früh dahingeschiedene Physiologe und Professor Czermak zu Leipzig — der Erste, der in Deutschland die objective Darstellung als

ergänzenden Teil des naturwissenschaftlichen Unterrichtes eingeführt hat — in dem 500 Plätze fassenden Amphitheater seines aus eigenen Mitteln hiezu erbauten und dann testamentarisch der dortigen Universität geschenkten Laboratoriums seinen Zuhörern die Thätigkeiten des Organismus vor Augen geführt, indem er in genialer Weise die mannigfachsten Demonstrationsapparate mit dem Bildmikroskop zu verbinden gewusst hatte.

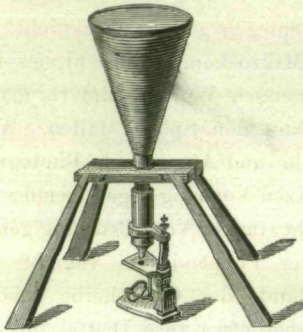
Das bisher Gesagte dürfte wol genügen, um die ersterwähnte Wichtigkeit der unmittelbaren Anwendung des Bildmikroskopes für den naturwissenschaftlichen Anschauungsunterricht dargethan zu haben.

Das Bildmikroskop leistet aber auch zweitens für das Zeichnen und Messen mikroskopischer Objecte gute Dienste. Während die von mir im vorigen Jahre erklärten Methoden des Zeichnens am „subjectiven“ Mikroskope sämtlich ein gewisses „Doppeltsehen“ erfordern, wobei das Bild nicht wirklich, sondern nur scheinbar auf die Zeichenfläche projiciert wird, kann man beim „objectiven“ Mikroskop das wirkliche Bild direct und ohne Anstrengung des Auges auf der Rückseite des Schirmes selbst nachzeichnen, der zu diesem Zwecke aus Glas mit daraufgelegtem durchscheinenden Papier besteht. Da diesfalls zum bequemen Zeichnen die horizontale Lage des Schirmes wünschenswert ist, so braucht man hiezu nur mittelst eines Spiegels von 45° Neigung entweder bei liegendem Mikroskope den austretenden Bildstralen oder bei aufrechtem Mikro-

skope schon zuvor den Beleuchtungsstrahlen eine Wendung in die verticale Richtung zu geben.

Sehr praktisch ist in dieser Beziehung das von dem ausgezeichneten Mikroskopiker Prof. Harting construierte „tragbare Sonnenmikroskop“, dessen Einrichtung nach Fig. 5 man jedem einfachen oder zusammengesetzten Mikroskope geben kann. Hier ist es

Fig. 5.



(Nach Harting's Originalabbildung.)

ein zusammengesetztes Mikroskop mit einem darüber aufgesetzten trichterförmigen Rohr, in dessen oberen Rand eine als Bildschirm dienende Glastafel passt. Man kann auch das Ocular entfernen und nur das Objectivsystem verwenden, wie bei dem zuerst beschriebenen Sonnenmikroskop. Das Trichterrohr ist aussen und innen geschwärzt, bei Harting etwa 25 Cm. lang und oben

16 Cm. weit, und wird zur gehörigen Feststellung in die centrale Oeffnung eines kleinen Tischchens eingesenkt, welches zu diesem Zwecke aus zwei trennbaren Hälften besteht, die dann wieder durch Schrauben vereinigt werden und so das in ihrer Mitte befindliche Rohr festhalten. Der so zusammengestellte Apparat wird am besten auf einen eigens dazu bestimmten niedrigen Tisch gestellt, so dass der obere Teil mit der Glasplatte in eine für die zeichnende Hand passende Höhe kommt.

Zur Beleuchtung des Objectes an diesem Apparate mittelst des Spiegels genügt aber nicht, wie sonst beim subjectiven Mikroskop, das Licht des klaren Himmels oder einer weissen Wolke, sondern man lässt directes Sonnenlicht auf den Spiegel fallen. Auch muss beim Zeichnen Bild und Auge nach Photographenart durch einen schwarzen Vorhang gegen fremdes Licht geschützt sein; bei nicht starker Vergrösserung genügt hiezu schon ein schwarzer Pappendeckel von 30 Cm. Höhe, der nach dem Rande der Glasscheibe gebogen auf dieser ruht und dabei etwa zwei Drittel ihres Umfanges einnimmt.

Was das Messen der Objecte am Bildmikroskop betrifft, so lässt sich die wirkliche lineare Ausdehnung eines Objectes mit grosser Genauigkeit dadurch leicht bestimmen, dass man die am Bilde selbst oder später an dessen Zeichnung mittelst Zirkelmessung gefundene Grösse derselben durch die Vergrösserungszahl des Mikroskopes dividiert. Letztere aber findet man, wenn man bei derselben Entfernung des Schirmes ein „Glas-

mikrometer“ d. i. eine auf Glas radierte Millimeterteilung als Object verwendet und dann eine am Bilde gemessene Länge derselben mit ihrer wirklichen Länge vergleicht. Enthält z. B. das Glasmikrometer Hundertteile eines Millimeters, und haben zwei solche Teile auf dem Bilde eine Länge von drei ganzen Millimetern, so erscheinen dieselben somit 150mal so gross als sie wirklich sind und daher ist die Vergrößerung ein 150fache.

Ich komme nun zu der früher erwähnten dritten Verwertung des Bildmikroskopes, nämlich seiner Verbindung mit der Photographie, in welchem Falle es „photographisches“ Mikroskop oder kurz „Photomikroskop“ heisst.

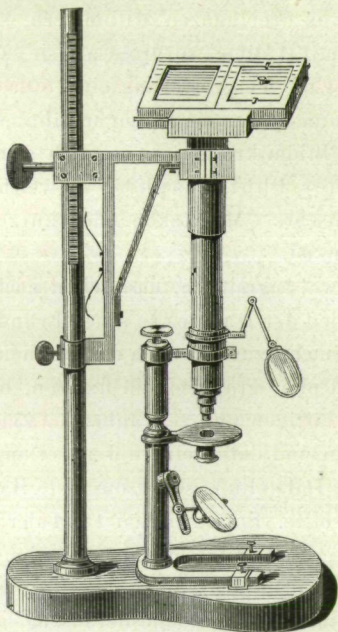
Es ist wol begreiflich, dass schon nach dem ersten Bekanntwerden der Daguerre'schen Erfindung sogleich Versuche gemacht wurden, auch das durch das Mikroskop erlangte Bild photographisch zu fixieren, hoffte man ja dadurch des lästigen und zeitraubenden Zeichnens überhoben zu sein und dafür ein Bild zu erlangen, welches an Treue der Darstellung selbst die beste Handzeichnung übertreffen sollte. So war schon 1844 der Pariser Professor Donné im Vereine mit dem berühmten Physiker Foucault¹⁾ in der Lage, einen daguerrotypischen Atlas der mikroskopischen Anatomie herauszugeben.

Selbstverständlich musste nun jeder Fortschritt in der photographischen Kunst auch den mikroskopischen Teil derselben fördern, und so ist denn nach Niepce's

1) Beide auch Erfinder des photo-electrischen Mikroskops.

Erfindung, auf Glas zu photographieren, auch die „Mikrophotographie“ zu einer hohen Stufe der Vollkommenheit und zu allgemeinerer Verbreitung gelangt. In

Fig. 6.



Oesterreich zwar hat man sich damit bisher wenig beschäftigt; aus früherer Zeit sind diesfalls in Wien die Prof. Pohl und Wesselski und die Staatsdruckerei zu erwähnen, und neuestens Photograph Haack, dessen

schön gelungene Erzeugnisse ¹⁾ heute den hochgeehrten Anwesenden hier zur gefälligen Ansicht ausgestellt sind*. Dagegen wurde und wird diese Kunst im Auslande vielfach geübt, und es sind hierin in Deutschland Meyer, Gerlach, Albert, Hellwig, Hessling & Kollmann, Benecke, Fritsch und Stein, in Frankreich Moitessier, Lackerbauer, Bertsch und Nacet, in England Beale, Shabolt, Maddox, Higley, Huxley und Wenham, und in Amerika Woodward besonders hervorzuheben.

Die Einrichtung der zur „Mikrophotographie“ dienenden Photomikroskope ist von jener der bisher besprochenen Bildmikroskope im Wesentlichen nur dadurch verschieden, dass als Bildschirme eine photographische Platte mit der bezüglichen Dunkelkammer verwendet wird. So zeigt die Figur 6 ein Photomikroskop zum Teile nach Meyer, Apotheker in Frankfurt, dem Ersten, der in Deutschland (vor 25 Jahren) „mikrophotographierte“, mit der Abänderung nach Dr. Stein, (Frankfurt), dass oben statt Meyer's Kastenform eine Schiebercassette ²⁾ mit der lichtempfindlichen Platte aufgesetzt ist.

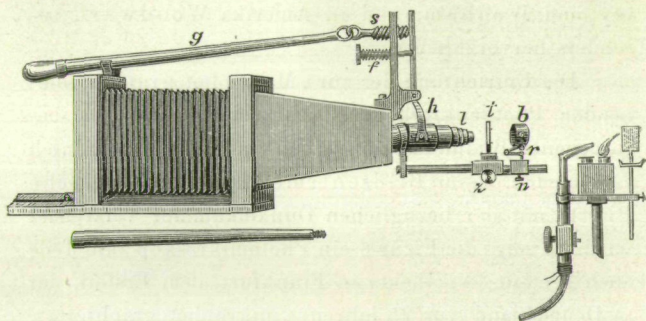
Für etwas stärkere Bildvergrößerung und somit weitere Entfernung der Platte benützt man die dehnbare

¹⁾ Angefertigt mit einem photographischen Mikroskop (Fig. 7) aus Plössl's Fabrik und zur vorjährigen Weltausstellung nach Philadelphia gesendet.

²⁾ Benecke (Königsberg) hat hiefür eine runde Cassette mit einem Drehschieber für acht Aufnahmen construiert.

„Balgkamera“ und gibt auch dem ganzen Apparate die bequemere horizontale Lage, z. B. nach Fig. 7, welche ein Plössl'sches Photomikroskop darstellt, womit Haack, wie vorhin erwähnt, die hier ausgestellten Mikrophotographien anfertigt.

Fig. 7.



Grobe Einstellung am Objecttisch (*t*) mittelst Zahn und Trieb (*s*), feine am Linsensysteme (*l*) durch Hebel (*h*) Federung (*f*) und Schraube (*s*) mittelst Griffstange (*g*) von der Camera aus handzuhaben, chromatische Beleuchtungslinsen (*b*) mittelst Schlitten (*n*) und Gliederung (*r*) axial und seitwärts verstellbar.

Für noch stärkere Vergrößerungen werden Mikroskop und Camera von einander getrennt angebracht. Einer solchen Anordnung, bedient sich der amerikanische Oberst-
Arzt Dr. Woodward, Vorstand der medizinisch-chirurgischen Abteilung im Kriegsministerium zu Washington, der sich hiezu im Amtsgebäude ein sonnig gelegenes

Zimmer eigens eingerichtet hat, ¹⁾ worin er auf Staatskosten seine zu den besten Leistungen zählenden mikrographischen Arbeiten im Gebiete der Histologie, Anatomie und Chirurgie ausführt.

Zur Beleuchtung für das Photomikroskop dient für stärkere Vergrößerungen am besten allerdings das Sonnenlicht selbst; an dessen Stelle kann man auch das electriche oder das Drummond'sche Licht hiezu verwenden, und nur für geringe Vergrößerung genügt auch das helle Tageslicht. In neuester Zeit aber pflegt man, da ohnedies die Beschaffung jener beiden künstlichen Lichtquellen sehr umständlich und kostspielig ist, für das Photomikroskop häufig eine ingeniiöse Modification

¹⁾ Das grössere der beiden Fenster hat gelbes Glas, und bietet so für die Arbeiten genügende Helligkeit im Zimmer, ohne die chemisch wirksamen Teile des Sonnenlichtes einzulassen. Das kleinere Fenster hat einen Ladenverschluss mit runder Oeffnung wie beim gewöhnlichen Sonnenmikroskop; ausserhalb desselben ist ein Silbermann'scher Heliostat und innerhalb das Mikroskop angebracht. Unter letzterem von der Wand hinweg gehen am Fussboden zwei Schienen von mehr als 3 Meter Länge, über welche sich die entfernte photographische Camera in gleicher Höhe mit dem Mikroskop auf einem Stativ hin und herfahren lässt. Nach vorher möglichst richtiger Einstellung des Linsensystems an Ort und Stelle des Mikroskopes selbst reguliert dann Woodward von der Camera aus, während er darin das Bild beobachtet, mittelst Drehung einer Schraube durch einen sinnreichen Bewegungsmechanismus, der vom Stativ abwärts, dann längs der Schienen und wieder aufwärts auf das entfernte Mikroskop wirkt, die vollkommen scharfe Einstellung des Bildes.

des Kalklichtes nach Dr. Harnecker anzuwenden, indem man (wie dies in Fig. 7 rechts angedeutet) comprimierten Sauerstoff in eine Weingeistflamme zuströmen und diese auf einen aus Kalk, Magnesia und Chrysolith (Olivin) zusammengesetzten Cylinderstift wirken lässt. Die beste jedoch unter allen künstlichen Lichtquellen für photographische Zwecke ist das durch besondere chemische Wirksamkeit sich auszeichnende Magnesiumlicht, so dass schon $\frac{1}{10}$ Gramm dieses Metalles in Draht- oder Streifenform beim Verbrennen hinreichendes Licht für eine mikrographische Aufnahme liefert. Deshalb hat man zur bequemen Anwendung desselben besondere Lampen mit Hohlspiegel und einem Uhrwerk construirt, durch welches das beständige Nachrücken des im Focus des Spiegels verbrennenden Magnesiumstreifens besorgt wird, wie Sie dies hier an dieser Lampe sehen, deren so eben mit blendendem Glanze verbrennender Metallstreifen Ihnen hiedurch seine Leuchtkraft beweist*.

Es erübrigt nun noch, auch über die Leistungen und die Vorteile der Mikrophotographie zu sprechen, um hiedurch die Wichtigkeit des Bildmikroskopes auch in dieser dritten Art seiner Verwendung darzuthun.

Die „Mikrophotographie“ bietet dem Forscher nicht nur eine wahrheitsgetreue Darstellung der Objecte in vergrössertem Bilde, sondern auch die Möglichkeit, die wirklichen Grössenverhältnisse derselben durch vorgenommene Messung auf die schon zuvor beim Bildmikroskop überhaupt erklärte Weise mit der grössten

Genauigkeit zu bestimmen. Das Bild des Photomikroskopes zeigt sogar mehr Detail am Objecte, als unser Auge bei gleicher Vergrößerung am Schirme eines anderen Bildmikroskopes oder in einem „subjectiven“ Mikroskope wahrzunehmen vermag, weil auch die unser Auge nicht mehr afficirenden chemischen Strahlen doch noch auf die chemisch empfindliche Platte einwirken; ja es können sogar, wie dies Prof. Gerlach (Erlangen) bewiesen hat, durch weitere Vergrößerung des zuerst erlangten photographischen Bildes sich neue Formverhältnisse zeigen, welche das unbewaffnete Auge an dem früheren Bilde nicht wahrzunehmen vermochte.

Allerdings ist die Herstellung einer wirklich schönen Mikrophotographie sehr schwierig, weil das Photomikroskop, so zu sagen, allzu wahrheitsgetreu arbeitet, indem es auch jedes zufällige Staübchen, das der Beobachter oder Zeichner nicht bemerkt oder beachtet, getreu mit abbildet und auch solche Details mit aufnimmt, welche der Zeichner oft wegen Nebensächlichkei^t oder Unklarheit absichtlich ganz übergeht; daher geben schwächere Vergrößerungen reinere und schärfere Bilder.

Ferner macht es die Mikrophotographie möglich, von dem Objecte in jedem Augenblicke ein nicht bloß flächenhaftes, sondern körperlich plastisches Bild zu sehen, und zwar mit alleiniger Hilfe eines gewöhnlichen Stereoskopes, wogegen beim subjectiven Bilde im zusammengesetzten Mikroskop ein gleich schneller und constanter Eindruck dieser Art nur durch ein eigens hiezu eingerichtetes Doppelmikroskop erreicht wird, wie

ich dies im vorigen Jahre erklärt habe. Denn beim photographischen Mikroskop bedarf es ja nur der Aufnahme zweier Bilder für das Stereoskop, deren Verschiedenheit bekanntlich auf einer gewissen Aenderung in der Stellung der Linsen zum Objecte beruht. Diese geringe Aenderung wird beim Photomikroskop nach Babo's sinnreicher Erfindung (1861) auf eine ganz eigentümliche, hier der Kürze wegen nicht näher zu erklärende Weise bewirkt.

Endlich hat das Bild des Photomikroskops, so wie heutzutage jedes photographische Bild, auch den Vorteil der beliebigen Vervielfältigung durch Pressendruck für sich, seitdem es zuerst (1869) dem k. bairischen Hofphotographen Albert in vollkommener Weise gelungen ist, das „Lichtbild“ direct in eine zum Pressendruck geeignete Platte umzuwandeln, so dass nach diesem Verfahren z. B. die Schnellpressen-Anstalt von Braunek & Meyer in Mainz in einem Tage auf einer Maschine gegen 2000 Photographien-Abdrücke liefern kann. Daher ist die vergrößerte Photographie des mikroskopischen Objectes zum Zwecke der belehrenden Anschauung auch der allgemeinsten Verbreitung fähig.

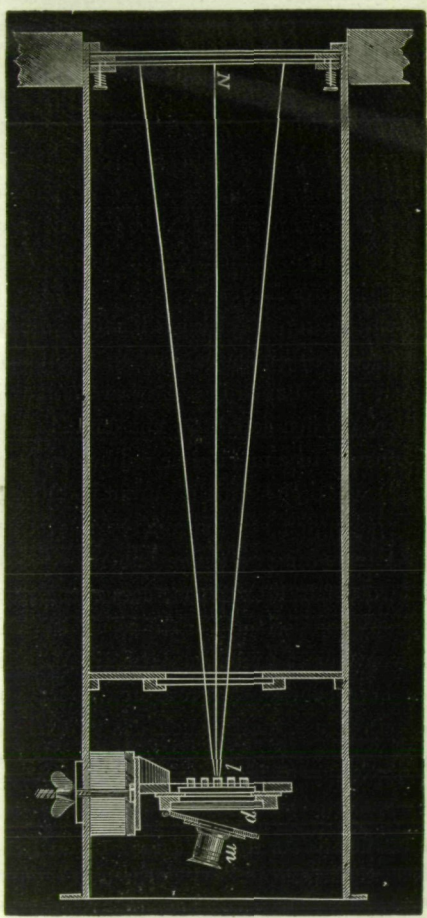
Es ist aber — und ich erlaube mir, die hochgeehrten Anwesenden darauf besonders aufmerksam zu machen — die so eben besprochene Mikrophotographie (auch photographische Mikroskopie genannt) nicht zu verwechseln mit der „mikroskopischen Photographie“, deren winzige Bildchen erst wieder durch Vergrößerungslinsen zur deutlichen Anschauung gebracht werden müssen.

Beide geben durch ein Linsensystem ein photographisches Bild des dargebotenen Objectes; ihr Unterschied aber liegt in der Grösse sowol des Objectes als des Bildes und lässt sich vielleicht kurz in folgenden Worten kennzeichnen: die „photographische Mikroskopie“ (Mikrophotographie) gibt von mikroskopisch kleinen Objecten durch Vergrösserung ein deutlich sichtbares Bild, die „mikroskopische Photographie“ aber von deutlich sichtbaren Objecten durch Verkleinerung ein mikroskopischkleines Bild.

Solche mikroskopischkleine Bildchen, deren Anfertigung zuerst (1858) einem englischen Photographen zu Manchester und bald auch dem Pariser Optiker Nacet gelungen war, werden seit 1860 von dem Pariser Photographen Dagron in einer bisher unübertroffenen Weise ausgeführt, ¹⁾ wodurch sie nicht nur zu mehr allgemeiner Verbreitung gelangten, sondern auch bereits eine wichtige praktische Anwendung gefunden haben.

Es ist wol leicht einzusehen, dass zum Zwecke einer solchen photographischen Verkleinerung das Distanzverhältnis von Object und Bildplatte im Vergleiche mit der früher besprochenen Mikrophotographie gerade das verkehrte sein muss, da ja auch das Grössenverhältnis zwischen Object und Bild das umgekehrte sein soll. Ich

¹⁾ In Wien hatte der Hofphotograph L ö w y sich noch vor Kurzem mit der mikroskopischen Photographie beschäftigt, dieselbe jedoch bei der ohnedies die Nachfrage weit überschreitenden Einfuhr von derlei Pariser Fabrikaten wieder aufgeben.



(Nach Stein's Abbildung.)

Fig. 8.

muss jedoch hinzufügen, dass hiebei das Object durch sein Bild auf einer photographischen Negativplatte vertreten wird, mit welcher zuvor der mikroskopisch darzustellende Gegenstand z. B. eine Landschaft, ein Gebäude, eine Druckschrift u. dergl. oder eine Person photographisch aufgenommen wurde.

Diese Negativplatte (*N*) wird nun nach Dagron's Verfahren an dem einen Ende eines langen rechtwinkligen Kastens (Fig. 8) auf der Innenseite mittelst Klammern an einer matten Glastafel befestigt, welche dieses Ende verschliesst und von aussen sehr hell beleuchtet wird. Ihr gegenüber am anderen Ende des Kastens befindet sich der mikroskopisch photographierende Apparat, welcher aus zwanzig kleinen (in vier Reihen zu je fünf) sehr nahe zusammengestellten Mikroskop-Linsensystemen (*l*) und der zunächst hinter ihnen befindlichen mit Albumin oder Gelatin präparierten Platte (*p*) besteht. Hiedurch entstehen, nach scharfer Einstellung mittelst eines besonderen kleinen aber stark vergrössernden Mikroskopes (*m*), auf der Platte gleichzeitig zwanzig aneinandergereihte winzige Bildchen, und es ist auf diese Weise möglich, auf einem etwa 15 Cm. langen und 2 Cm. breiten Glasstreifen durch fünfmaliges Verschieben desselben in kurzer Zeit hundert kleine Bildchen zu gewinnen. Diese werden dann durch Zerschneiden des Glases mittelst Diamant in lauter quadratische Stückchen mit je einem Bildchen zur weiteren Verfügung getrennt.

Für die Verbreitung dieser winzigen Bildchen hatte ebenfalls Dagron den praktischen Gedanken, dieselben direct mit einer Vergrößerungslinse zu verbinden. Es wird nämlich ein Stäbchen Crownnglas von 1 Cm. Länge und der Dicke eines Zündhölzchens an beiden Enden convex geschliffen, dann mitten quer durchschnitten, und nun auf der ebenen Schnittfläche einer jeden solchen Hälfte eines der eben erwähnten quadratischen Glasstückchen mit dem Bilde mittelst Canada-balsam aufge kittet. Dies in geeignete Fassung gebracht, gibt wegen des convexen Endschliffes eine Vergrößerungslinse mit der durch sie vergrößert erscheinenden Photographie. Es sind dies die zur Unterhaltung dienenden, in Stecknadeln, Feder- und Bleistifthaltern, Cigarrenspitzen u. dergl. gefassten Glasstückchen mit Miniaturphotographien, und ich würde dieser wegen allein die „mikroskopische Photographie“ nicht näher besprochen haben, wenn dieselbe nicht auch bereits eine viel ernstere praktische Anwendung gefunden hätte — welche ich nun zum Schlusse noch kurz erklären will.

Es wurde nämlich im deutsch-französischen Kriege 1870—71 längere Zeit der private und officielle Correspondenzverkehr zwischen Paris und Südfrankreich zur Sicherung desselben durch die „mikroskopisch-photographische Taubenpost“ vermittelt. Zu diesem Zwecke wurden durchschnittlich 3—4000 kurzgefasste Nachrichten neben einander auf grossen Bogen von zwölf bis sechzehn Folioseiten gedruckt, hievon ein starkes Negativbild photographisch aufgenommen, dieses

wieder mittels des Dagrön'schen Verfahrens auf einem 4 □Cm. grossen Gelatinhäutchen mikroskopisch klein photographiert, dann letzteres zusammengerollt in eine Federspule geschoben und einer Brieftaube zwischen den Flugfedern angeheftet. Solcher Gelatinhäutchen konnte man achtzehn einer Taube mitgeben, ohne diese zu belasten, da dieselben ungeachtet der circa 60.000 darauf enthaltenen Depeschen doch kaum ein Gramm wogen. Am Ankunftsorte wurden dieselben mittelst einer stark vergrössernden „Laterna magica“, dieser älteren Schwester des Bildmikroskops, welche in ihrer jetzigen Vervollkommnung als Projectionslampe und „Skioptikon“ sehr gute Dienste leistet, in dunklem Raume vergrössert auf einer weissen Wand sichtbar gemacht, von den versammelten Personen gelesen, von zahlreichen Schreibern copiert und dann weiter expediert. Besonders schnell wurden hiebei die officiellen Regierungsdepeschen befördert, indem ein Beamter die der angekommenen Taube entnommenen Gelatinhäutchen sogleich an Dagrön abließerte, der schon nach einer halben Stunde eine Anzahl photographisch vergrösserter Copien davon der Regierung übergeben konnte. —

Nachdem ich nun in dem bisher Gesagten das Wesentlichste über Einrichtung, Leistung und Anwendung des Bildmikroskopes mit möglichster Kürze zusammengefasst zu haben glaube, schliesse ich mit der Mitteilung, dass ich durch die besondere Güte und wesentlich unterstützende Mitwirkung der k. k. Hofoptiker Plössl & Comp. in die angenehme Lage ver-

setzt bin, Ihnen, hochgeehrte Anwesende, speciell die Leistungen des photo-electrischen Mikroskops jetzt sogleich durch praktische Demonstrationen zur Anschauung bringen zu können, und erlaube mir daher die Bitte, hiez zu noch einen Teil Ihrer Zeit in Anspruch nehmen zu dürfen.

Anmerkung: Es folgte nun eine präcis gelungene objectivbildliche Darstellung von 60 Objecten mittelst eines photo-electrischen Mikroskop-Apparates eigener Construction von Plössl & Comp., wozu eine galvanische Batterie von achtzig grossen Elementen das electriche Licht lieferte.

D. Red.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1878

Band/Volume: [18](#)

Autor(en)/Author(s): Rumpf Jakob

Artikel/Article: [Ueber das Bildmikroskop. 1-34](#)