

Ueber

das einfache und zusammengesetzte

(dioptrische)

# **Mikroskop.**

Von

PROF. DR. J. RUMPF.

---

Vortrag, gehalten am 10. Jänner 1877.



Die grossartigen Fortschritte der Neuzeit in der Naturwissenschaft, durch deren praktische Anwendungen unsere gegenwärtigen Lebensverhältnisse im Vergleiche mit der Vergangenheit so Vieles voraus haben und vorteilhaft verändert erscheinen, haben wol grossenteils und zwar meist nach jener Richtung hin, in welcher sie, wie z. B. durch die bedeutende Entwicklung des Maschinen-, Eisenbahn- und Telegraphenwesens u. s. w., leicht Jedermann offenkundig wurden, bereits die verdiente allgemeine Anerkennung gefunden.

Aber nicht minder schätzenswert ist auch ein Fortschritt der Naturwissenschaft in anderer Richtung, dessen Erfolge nicht ebenso geräuschvoll der grossen Menge vor die Augen treten und deshalb weniger allgemein bekannt sind, nämlich die ebenfalls besonders in den letzten Jahrzehnten vorgeschrittene Vervollkommnung des Mikroskops und seine Anwendung zu verschiedenen Zwecken. Und dieser Fortschritt ist darum der allgemeinen Beachtung im hohen Grade wert, weil auch er nebst der hiedurch erzielten Erweiterung unserer Kenntnisse über die Natur der Dinge und dem Einblick in eine vordem unbekannte Welt in vieler Hinsicht einen

grossen praktischen Nutzen zu gewähren vermag und zwar für Handel und Gewerbe, für Haushalt und Landwirtschaft, für unsere Erhaltung, für Heilkunst und Rechtspflege.

Deshalb erlaube ich mir die Bitte an Sie, hochgeehrte Anwesende, Ihr Interesse heute dem Mikroskope zuzuwenden als der verbindenden Brücke zwischen unserem Auge und einer Welt von Geheimnissen und Wundern, die es sonst, obgleich so nahe, doch niemals zu schauen vermöchte.

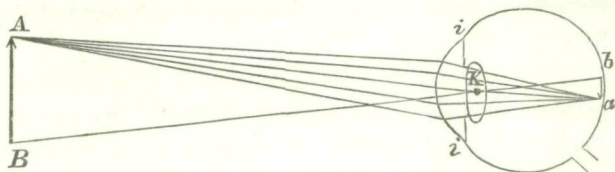
Zwar ist das Auge, dies wunderbare Erzeugnis der bildenden Naturkraft, welches, wie Helmholtz sagt, dem Menschen unter allen Sinnen stets das liebste Geschenk des Himmels ist, dessen Verlust als der härteste nächst dem des Lebens gilt, selbst ein optisches Werkzeug von ausserordentlicher Vollkommenheit, aber es hat doch, wie alle unsere Organe, nur eine begrenzte Leistungsfähigkeit.

Denn bekanntlich vermögen wir einen sehr kleinen Gegenstand auch in der Nähe nicht mehr mit blossem Auge deutlich zu erkennen, und dies deshalb, weil sein Sehwinkel, d. i. der Winkel, welchen (Fig. 1) die von zwei äussersten Grenzpunkten (*A, B*) desselben zu einem im Innern des Auges gelegenen Punkte (*K*) gezogenen Richtungslinien bilden, unter einer gewissen Grösse und daher auch das an der inneren Hinterfläche des Auges entstehende Bild (*a b*) des Gegenstandes zu klein ist. Dieser Sehwinkel und mit ihm auch das Bild wird desto grösser, je mehr man den Gegenstand dem

Auge nähert, wie ja bekanntlich ein einziger Finger durch seine mit der Annäherung scheinbar wachsende Grösse dem einzelnen Auge die Aussicht auf ein Haus verdecken kann.

Es scheint daher, als ob man einen kleinen Gegenstand dem Auge nur hinreichend zu nähern brauchte, um ihn noch genauer sehen zu können. Dem widerspricht aber bei jedem derartigen Versuche die bekannte Erfahrung, dass ein Object, welches wir in einer gewissen Distanz, z. B. auf 25 Centimeter, eben noch deut-

Fig. 1.



lich erkennen, bei gesteigerter Annäherung innerhalb dieser Grenze des deutlichen Sehens immer weniger deutlich erscheint und zuletzt gar nicht mehr erkennbar ist.

Der Grund hievon liegt in der Einrichtung des Auges selbst, welches mit einer Camera obscura vergleichbar ist, wie selbe die Photographen anwenden. In letzterer entsteht, wie bekannt, von jedem abzubildenden Gegenstande durch die Wirkung der vorne befindlichen Glaslinsen auf der rückwärtigen lichtempfindlichen Platte

ein zierliches scharfes Bild. In der natürlichen Camera unseres Augapfels finden wir statt der Glaslinsen drei durchsichtige, den inneren Raum ausfüllende Substanzen mit linsenartig gewölbten Flächen, deren wichtigste die „Krystallinse“ ist, mit ebenfalls Stralen concentrirender Wirkung, und statt der photographischen Auffangplatte befindet sich an der durch ein schwarzes Pigment dunkel gehaltenen Innenseite der Augapfelhülle eine dünne membranartige Ausbreitung der feinen Fasern des Sehnerven, die sog. „Netzhaut“, an deren Hinterseite ein regelmässiges Mosaik von ausserordentlich feinen Organen in Form von Stäbchen und Zäpfchen, jedes mit einer Nervenfaser verbunden, die eigentlich lichtempfindliche Schichte bildet.

Soll nun das Bild des Gegenstandes auf der photographischen Platte oder das viel kleinere Bildchen (*a b*, Fig. 1) auf der Nervenfläche des Auges hell und scharf sein, so müssen alle Lichtstralen, die von einem Punkte (*A*) ausgehend in die Camera oder das Auge eintreten, auch wieder in einem Punkte (*a*) an der Hinterfläche sich vereinigen. Dies ist aber nicht bei jeder Lage des Gegenstandes gegen Linsen und Auffangfläche der Fall. Nun sind wol Linsen und Hinterwand bei der Camera des Photographen vor- und rückwärts beweglich, um der verschiedenen Entfernung des Gegenstandes zur Erzeugung eines genauen Bildes angepasst zu werden, nicht so aber die lichtconcentrierenden Teile und die Netzhaut des Auges, und nur an der Krystallinse (*K*, Fig. 2) ist die Form der beiden Wölbungen durch einen Muskel

veränderlich, wodurch sich das Auge nur innerhalb sehr enger Grenzen verschiedenen Entfernungen anzupassen vermag. Daher kömmt es, dass in dem Falle, wenn wir (Fig. 2) ein kleines Object, das wegen seines allzukleinen Bildes im Auge in gewöhnlicher Sehweite ( $AK$ ) nicht gut erkennbar ist, dem Auge näher (nach  $A'$ ) bringen, nun von jedem einzelnen Punkte des Objectes nicht wieder ein Bildpunkt sondern eine Bildfläche ( $mn$ ) entsteht, und hiedurch so wie durch Uebereinanderlagerung der Bildflächen benachbarter Punkte das ganze

Fig. 2.

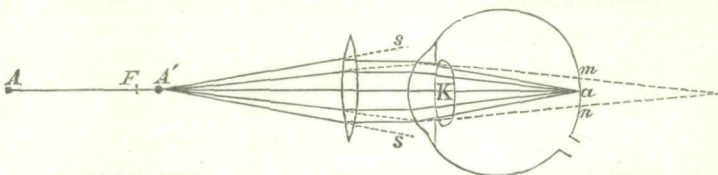


Bild des Objectes trotz der oft sehr fühlbaren Anstrengung des Auges undeutlich und verworren erscheint.

Nun gerade gegen diesen Uebelstand soll dem Auge das Mikroskop zu Hilfe kommen, so dass wir durch dasselbe auch sehr kleine Gegenstände deutlich sehen können, wie dies auch sein aus griechischen Wörtern („mikros“ klein, und „skopein“ genau sehen) zusammengesetzter Name bezeichnet.

Zu diesem Zwecke kann im Wesentlichen zunächst jede mit starker Wölbung erhabenen geschliffene Glas- oder

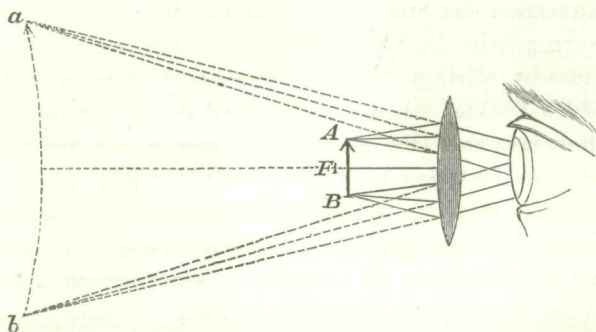
Edelsteinlinse oder ein durch Schmelzung erlangtes Glaskügelchen dienen. Denn ein solcher Glaskörper, von der Form „Convexlinse“ oder nach seiner Wirkung „Sammellinse“ genannt, hat in Folge derselben Strahlenbrechung, welche vor acht Tagen hierorts von meinem geehrten Herrn Fachcollegen an den dreiseitigen Glasprismen erklärt worden ist, die Eigenschaft, die durchgehenden Lichtstrahlen einander zu nähern, zu „sammeln“ und auf einen möglichst kleinen Raum zu concentrieren, wie dies in bekannter Weise das kleine heisse Sonnenbildchen bestätigt, welches man durch Auffangen der als parallel zu betrachtenden Sonnenstrahlen mit einer solchen Sammellinse auf einer Fläche in einer gewissen Distanz von der Linse, „Brennweite“ genannt, erhält, welche desto kleiner ist, je stärkere Wölbung die Linse hat.

Denkt man sich den Stralengang umgekehrt, so ergibt sich, dass auch zerstreute oder divergente Strahlen, welche von einem Punkte in der Brennweite ausgehen, durch die Linse gesammelt und gleich gerichtet werden; ja sie können sogar, wenn (Fig. 5, Seite 300) der Stralenpunkt ( $C, D$ ) ausser der Brennweite liegt, wieder in einem Punkte jenseits der Linse concentriert werden und daselbst von einem Gegenstande ein wirkliches umgekehrtes Bild ( $c d$ ) erzeugen, welches dann, wenn jener noch innerhalb der doppelten Brennweite steht, von der Linse weiter entfernt und in demselben Masse auch grösser ist als der Gegenstand. In dem Falle aber, wenn (Fig. 3) Stralen von einem ganz nahe, d. i. innerhalb



der Brennweite ( $F'$ ) gelegenen Punkte ( $A, B$ ) herkommen und daher allzusehr divergent oder zerstreut auf die Linse treffen, wird die Divergenz nicht mehr vollends aufgehoben, jedoch bedeutend vermindert, so dass die Strahlen nun weniger divergieren als zuvor, gleich als ob sie von einem weiter entfernten Punkte ( $a, b$ ) herkämen.

Fig. 3.



Und eben diese beiden letzterwähnten Wirkungen der Sammellinse, nämlich, die divergenten Strahlen von einem Objecte entweder zu einem vergrößerten Bilde zu vereinigen oder doch mindestens ihre Divergenz zu verringern, machen bei den verschiedenen Arten der Mikroskope das Wesentliche aus, und zwar beruht auf letzterer Wirkung die „Lupe“ und das „einfache Mikroskop“, auf ersterer das „Bildmikroskop“, und die Verbindung beider Wirkungen gibt das „zusammengesetzte Mikroskop“.

Die einfachste Art der Mikroskope bildet die sog. Lupe, eine zur bequemen Handhabung mit geeigneter Fassung versehene Sammellinse von kurzer Brennweite. Ihr Dienst für das Auge zur Besichtigung kleiner Objecte besteht in Folgendem.

Bringt man das Object, um es genauer zu sehen, ohne Lupe recht nahe ans Auge, so wird sein Bild im Auge noch weniger deutlich, weil wegen allzugrosser Divergenz der Stralen die optischen Mittel des Auges, vorzugsweise die Krystalllinse, die ja auch eine Sammellinse ist, allein nicht im Stande sind, die Stralen eines jeden Punktes schon auf der Netzhaut zu vereinigen: Hält man aber (Fig. 2 und 3) die Lupe dazwischen, und so, dass das Object noch innerhalb der Brennweite ( $F$ ) derselben ist, so treten bei gehöriger Stellung die durch die Lupe gegangenen Stralen vermöge der sammelnden Wirkung derselben mit so wenig Divergenz ins Auge, dass sie dann durch die abermalige Concentrierung im Innern des Auges genau auf der Netzhaut (in  $a$ , Fig. 2) zur Vereinigung kommen und ein deutliches Bild geben.

Hiebei gewinnt nicht nur dieses Bild an Lichtstärke oder Helligkeit, weil nun durch die Lupe auch solche Stralen ( $s$ , Fig. 2) noch ins Auge gelangen, welche ohne Lupe wären seitwärts zerstreut worden, sondern das Object erscheint auch vergrössert, weil die Lupe die Stralen so ins Auge lenkt, als ob sie von Punkten ( $a, b$ , Fig. 3) herkämen, die in der deutlichen Sehweite des Auges von einander gegenseitig weiter entfernt sind, als wie sie dem freien Auge erscheinen, und dies

um so mehr, je grösser die Sehweite des individuellen Auges, und je stärker die Lupe, also ihre Brennweite kürzer ist, wol auch je näher man das Auge an dieselbe hält. Letztere Annäherung ermöglicht auch das gleichzeitige Ueberblicken mehrerer Teile des Objectes, wornach man die sog. „Grösse des Gesichtsfeldes“ schätzt, welche nebstdem vorzugsweise von der Grösse der Durchgangsfläche oder sog. „Oeffnung der Linse“ abhängt.

Nach dem nun, was soeben über Lichtstärke, Vergrösserung und Gesichtsfeld des Bildes gesagt worden, könnte es scheinen, als müsse eine Convexlinse von starker Krümmung und grosser Oeffnung jedenfalls ein gutes Mikroskop darstellen. Dem ist aber nicht so, denn es fehlt dem durch eine solche Linse erzeugten Bilde ein Haupterfordernis, die vollkommene Deutlichkeit und Schärfe.

Ich muss nämlich ergänzend hinzufügen, dass bei der Stralenablenkung durch Linsen zweierlei Unregelmässigkeiten stattfinden, deren eine von der Kugelkrümmung der Linsenoberfläche, die andere von der Farbenzerstreuung des Lichtes herrührt. Erstere, die sphärische oder Kugelabweichung genannt, beruht darauf, dass Stralen, welche weiter von der Mitte der Linse gegen den Rand zu auffallen, unverhältnismässig stärker abgelenkt werden als die mittleren oder Centralstralen, wogegen die andere sog. chromatische oder Farbenabweichung dadurch veranlasst wird, dass das weisse Licht auch durch Linsen, gerade so wie dies

bei Prismen heute vor acht Tagen gezeigt worden, fächerartig in Farben zerlegt und unter diesen die violetten am meisten, die roten am wenigsten abgelenkt werden.

Hiedurch gelangen bei Sammellinsen einerseits die Randstrahlen früher als die Centralstrahlen, andererseits die violetten früher als die roten zur Vereinigung. Dies hat natürlich zur Folge, dass das Bild eines Objectpunktes nicht wieder nur ein Punkt sondern selbst an der Stelle der engsten Stralenconcentrierung ein kleiner Kreis ist, somit auch durch teilweise Uebereinanderlagerung dieser Kreise das ganze Bild des Objectes undeutlich und farbig umsäumt erscheinen muss. Hiezu kommt noch eine Verzerrung und Krümmung des Bildes (Fig. 3), welche dadurch entsteht, dass die Randteile des Objectes nicht in derselben Masse vergrößert erscheinen als die mittleren Partien, und zwar deshalb, weil jene nicht mit diesen dieselbe Entfernung von der Linse haben und auch nicht dieselben Teile der Linsenfläche passieren, so dass z. B. an dem Bilde eines quadratischen Gitters die parallelen Linien gegen ihre Enden zu entweder convergierend oder divergierend erscheinen.

Diese Uebelstände haben also zumeist in der Wirkung der Randteile der Linse ihren Grund und nehmen daher sowol mit der Oeffnungsweite als auch mit der Stärke der Krümmung und der davon abhängigen Vergrößerungskraft der Linse zu. Da nun letztere in früherer Zeit als die Hauptsache beim Mikroskope

galt — ein leider auch heute noch sehr verbreiteter Irrtum — so suchte man sich zunächst nur, durch Verkleinerung der Durchgangsfläche oder Oeffnungsweite der Linse zu helfen, indem man mittelst breiter Einfassung oder einer geschwärzten Ringscheibe, „Blendung“ genannt, den Rand der Linse in einiger Breite verdeckte.

Doch ist dies einfache Mittel, das wegen seiner Zweckmässigkeit auch heutzutage stets in Anwendung und an unserem Auge selbst durch die sog. „Iris“ (Fig. 1, *ii*) vertreten ist, welche nur durch ihre „centrale“ Oeffnung, Pupille oder Sehloch genannt, die Stralen ins Innere des Auges eintreten lässt, keineswegs allein gegen jene Uebelstände ausreichend, am wenigsten gegen die Farbenabweichung, und vermindert andererseits durch die geringere Menge der durchgelassenen Stralen die Lichtstärke und Grösse des Gesichtsfeldes, weshalb die älteren Mikroskope nur lichtschwache und dabei noch undeutlich begrenzte und farbig umsäumte Bilder gaben.

Da aber die optische Vollkommenheit eines Mikroskops doch vorzugsweise in der Reinheit und Schärfe des Bildes liegt und sein Vergrösserungsvermögen gewissermassen erst in zweiter Linie zu stehen kömmt, so dass man, wie Harting sagt, bei der Wahl zwischen zwei Mikroskopen nicht zuerst nach der Vergrösserung sondern vielmehr darnach zu fragen hat, welches von beiden bei gleicher Vergrösserung die meisten und am schwierigsten wahrnehmbaren Einzel-

heiten eines Objectes gut erkennen lässt, so haben auch seit der Erfindung des zusammengesetzten Mikroskops, bei welchem so wie beim Bild-Mikroskop jene Uebelstände viel störender wirken als beim einfachen Mikroskop, fortan Theoretiker und Praktiker in den Naturwissenschaften jene Fehler der Linsen eifrigst studiert, und es ist, wenn gleich erst nach fast zweihundertjährigen Bemühungen, gelungen, dieselben unbeschadet der Lichtstärke und des Gesichtsfeldes fast gänzlich zu beseitigen und zwar durch geeignete Verbindung oder ein System von mindestens zwei Linsen.

Eine solche Verbindung der einfachsten Art ist z. B. das sog. „Doublet“ aus zwei flachconvexen Linsen derselben Glassorte, von einander weniger als um ihre Brennweite entfernt, mit einem Blendinge dazwischen, entweder in gemeinschaftlicher kurzer Röhre oder einzeln gefasst und beweglich, und mit ihren gekrümmten Flächen gegen das Object oder gegen einander gekehrt. Ein solches Doublet wirkt wie eine stärker vergrößernde doppelt gekrümmte Sammellinse und hat doch wegen schwächerer Krümmung der einzelnen Linsen eine viel geringere Gesamtabweichung.

Noch besser aber wird namentlich die Farbenabweichung corrigiert durch eine Verbindung von zwei Linsen aus verschiedenen Glassorten, mit ihren entgegengesetzten Flächenkrümmungen mittelst Canadabalsam oder auch Terpentin aneinander gekittet (Fig. 6, O). Hiezu dient eine doppelconvexe Linse aus dem kalkhaltigen „Crown glase“ und eine einseitig

flache Hohl linse aus dem bleihältigen „Flintglase“, welches bei gleicher Ablenkung der mittleren Farben ein nahezu doppelt so grosses Zerstreungsvermögen besitzt, d. h. um bildlich zu reden, den aus dem weissen Strale entstehenden Farbenfächer doppelt so weit ausbreitet als das Crown glas.

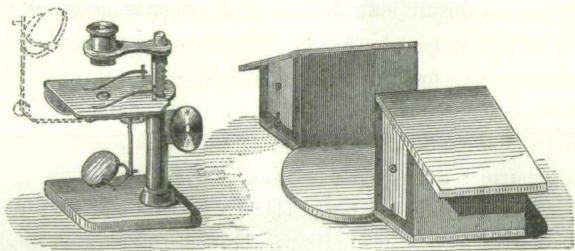
Nun ist wol klar, dass eine Hohl linse im Ver gleiche mit einer Convexlinse wegen des Gegensatzes ihrer Oberflächenform auch die entgegengesetzte Wirkung auf die Richtung der Stralen ausüben müsse, und daher dieselben sowol von einander als von der Linsenaxe möglichst weit zu entfernen suche. Und diese Wirkung wird wieder bei den Randstralen und den blauen Farben stärker sein als beziehungsweise bei den Centralstralen und bei den roten. Hieraus lässt sich leicht entnehmen, dass es möglich ist, durch den Gegensatz der Wirkungen beider Linsen die Farbenabweichung der einen durch jene der anderen im entgegengesetzten Sinne wenigstens bis auf ein Minimum zu neutralisieren, und so hat man dann ein farbenfreies oder „achromatisches“ Linsensystem und, wenn dabei auch die Kugelabweichung möglichst corrigiert ist, ein nahezu fehlerfreies oder „aplanatisches“ System.

Eine solche „Doppellinse“ oder noch besser ein Doublet aus zwei Doppellinsen (zuerst von der hiesigen Firma Plössl angefertigt) dient somit ganz vorzüglich als Lupe oder einfaches Mikroskop, zwischen welchen beiden ja keine scharfe Grenze besteht und man herkömmlicherweise nur nach der Stärke

der Vergrößerung und nach der Art der mechanischen Einrichtung einen Unterschied zu machen pflegt.

Lupen vergrößern etwa bis zwanzig Mal und sind ohne besondere mechanische Einrichtung bequem mit der Hand zu führen. Soll die Lupe zu anatomischen oder andern feineren Arbeiten benützt werden, so kann sie, um die Hände frei zu haben, auf einem sog. Lupenträger, d. i. auf einem einfachen Stative mit beweglichem Arme, dessen ringförmiges Ende die Lupe trägt, durch Drehen oder Verschieben in beliebige Lage gebracht und daselbst festgestellt werden. Die „Taschenlupe“ des wandernden Naturforschers hat eine gegliederte zusammenlegbare Fassung, so dass sich zwei oder drei einfache oder Doppellinsen von verschiedener Vergrößerungskraft sowol einzeln als auch übereinander als Doublet oder Triplet gebrauchen lassen.

Fig. 4.



Einfaches Dissections-Mikroskop von Plössl & Comp.  
sammt Vorrichtung zum Auflegen der Hände.

Für stärkere Vergrößerungen, etwa bis zweihundert Mal, wo die gewöhnliche directe Beleuchtung des



Objectes nicht mehr ausreicht und auch eine viel genauere Einstellung des Objectes gegen die Linse erforderlich ist, dient bereits das „einfache Mikroskop“ im engeren Sinne, bei welchem (Fig. 4) an der aufrechten Stange eines Stativs ein horizontaler Arm die Linse oder das Linsensystem von stärkerer Vergrößerung trägt, und unter diesem ein eigenes Objecttischchen, ferner eine Bewegungsvorrichtung zur genauen Einstellung des Objectes oder der Linse (hier der letzteren) und ein Beleuchtungsspiegel angebracht sind.<sup>1)</sup>

Vor dieser erst seit der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts datierenden mechanischen Einrichtung des einfachen Mikroskops hatte man, wie dies auch heute noch häufig geschieht, die Linse an geeigneter Fassung nur einfach mit der Hand gehalten und durch sie horizontal auf das an einer damit verbundenen Pincette oder Nadelspitze befindliche Object gesehen, indem man dieses dem Tages- oder Kerzenlichte zuwandte und hiebei allenfalls (nach Leuwenhook's Erfindung 1668, welche erst später durch Lieberkühn allgemeine Verbreitung fand) durch ein kleines Hohlspiegelchen, in dessen durchbohrter Mitte die Linse gefasst ist, das Licht mehr auf das Object concentrirte. Als man aber zum festen Stativ und zur Anbringung eines Objecttisches für Präparierarbeiten unter der Linse überging und somit des directen Tageslichtes entbehren sollte, da erfand,

---

<sup>1</sup> In Fig. 4 ist derselbe Spiegel auch für die Beleuchtung von oben mit auffallendem Lichte zu gebrauchen, wie dies die punktierten Linien andeuten.

nachdem man längere Zeit das Object von unten mittelst Kerzenlicht und Sammellinse zu beleuchten versucht hatte, endlich Hertel 1715 die so einfache Lösung der Beleuchtungsaufgabe durch Anwendung eines ebenen Spiegels und später der Optiker Cuff durch den Hohlspiegel, welcher das einfallende Licht durch die centrale Oeffnung des Objecttisches auf das Object zurückwirft und so dasselbe beleuchtet. Und dies ist in der That auch heute noch im Wesentlichen dieselbe Einrichtung, wie an Cuff's Instrument vor mehr als einem Jahrhundert.

Die älteste Form des Mikroskops aber war das „Flohglas“, eine doppelconvexe Linse mit etwa zehnmaliger Vergrößerung an dem einen Ende einer kurzen Röhre, an deren anderem Ende auf einem flachen Glase ein Insekt aufgeklebt war. Dies diente lange Zeit nur zur Belustigung oder zur Befriedigung der Neugier; zuweilen erregte es auch Entsetzen, wie z. B. bei jenen Bewohnern eines tirolischen Dorfes, welche dem auf der Durchreise daselbst verstorbenen Gelehrten Scheiner ein „ehrliches“ Begräbniß verweigern wollten, weil sie unter dessen hinterlassenen Effecten ein „Flohglas“ gefunden hatten und darin beim ersten Hineinsehen den Teufel gesehen zu haben glaubten, bis sie endlich eines Besseren belehrt wurden.

Erst in der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts kam das einfache Mikroskop durch Leuwenhook zur wissenschaftlichen Verwendung und behauptete dann bis zu Anfang unseres Jahrhunderts sogar den Vorzug vor dem

zusammengesetzten Mikroskop, auf dessen gründliche Vervollkommnung man bis dahin wenig Hoffnung gehabt hatte.

Auch heutzutage wird das einfache Mikroskop in allen Fällen, wo eine bedeutende Vergrößerung nicht erforderlich ist, z. B. bei vielen anatomischen Arbeiten <sup>1)</sup> oder zur Gewinnung eines grösseren Ueberblickes, zumal auch die Bilder aufrecht erscheinen, mit Vorteil angewandt, besonders wenn es mit einem aplanatischen Linsensysteme versehen ist; zudem eignet es sich wegen seiner einfachen Einrichtung auch als „Taschen-Mikroskop“, wenn dessen Aufbewahrungskästchen zugleich als Stativkörper dient.

So sehr aber auch die optische und mechanische Einrichtung des einfachen Mikroskops vervollkommenet wurde, so dass es auch zu feineren Untersuchungen benützt werden kann, so hat ihm doch für stärkere Vergrößerungen von zweihundert Mal aufwärts seit der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts, das zusammengesetzte Mikroskop den Rang abgewonnen, nachdem es endlich gelungen war, auch an diesem die oft-erwähnten Fehler der Linsen gründlich zu verbessern.

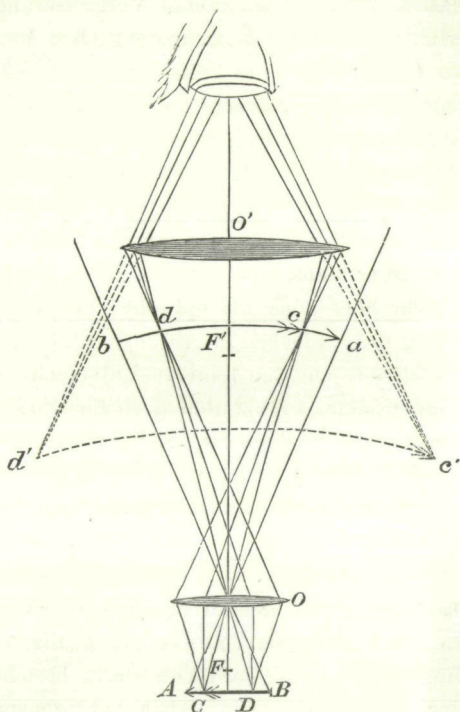
Das Wesentliche dieses Mikroskops in seiner ersten und einfachsten Zusammensetzung (Fig. 5), deren Erfindung beiläufig ums Jahr 1600 fällt, besteht darin, dass eine Sammellinse (*O*), „Objectiv“ genannt, von

---

<sup>1)</sup> Hiebei dient in Fig. 4 (Seite 296) die nebenstehende Vorrichtung (aus Holz), in dessen Zwischenraum das Mikroskop gestellt wird, zum bequemen Auflegen der Hände.

einem etwas ausser ihrer Brennweite befindlichen Objecte ( $AB$ ) ein umgekehrtes vergrössertes Bild ( $a b$ ) erzeugt, welches dann mit einer Lupe ( $O'$ ) als „Ocular“ be-

Fig. 5.



trachtet wird. Da somit hier nicht, wie beim einfachen Mikroskop, das Object selbst sondern dessen bereits vergrössertes Bild durch die abermals vergrössernde Ocular-

linse besehen wird, so ist wol klar, dass das zusammengesetzte Mikroskop in der Vergrößerung weit mehr zu leisten vermag als das einfache, und bei gleicher Vergrößerung wenigstens eine bequemere Entfernung des Objectes von der Linse gestattet.

Aber mit der Vergrößerung wachsen auch die Unvollkommenheiten, nämlich die Kugel- und Farbenabweichung, die Beschränktheit des Gesichtsfeldes und die Krümmung des Bildes. Letztere beiden Mängel wusste man bereits um die Mitte des 17. Jahrhunderts durch eine zwischen Objectiv und Ocular, näher dem letzteren, eingeschobene sog. „Collectivlinse“ (Fig. 6, C) zu verbessern, welche die aus dem Objectiv kommenden bereits convergierenden Strahlen noch mehr sammelt und daher früher als sonst zu einem Bilde ( $a'' b''$ ) vereinigt. Hiedurch wird zwar dieses Bild minder gross als ( $a' b'$ ) ohne diese Linse, dafür aber lichtstärker, und es lassen sich auch mehr Teile desselben durch das Ocular gleichzeitig überblicken, daher das Gesichtsfeld grösser ist.<sup>1)</sup> Nebstdem bewirkt die Collectivlinse eine Krümmung des Bildes im entgegengesetzten Sinne als das Objectiv, und es kann somit durch die folgende Gegenwirkung der Ocularlinse das Gesichtsfeld wieder eben erscheinen.

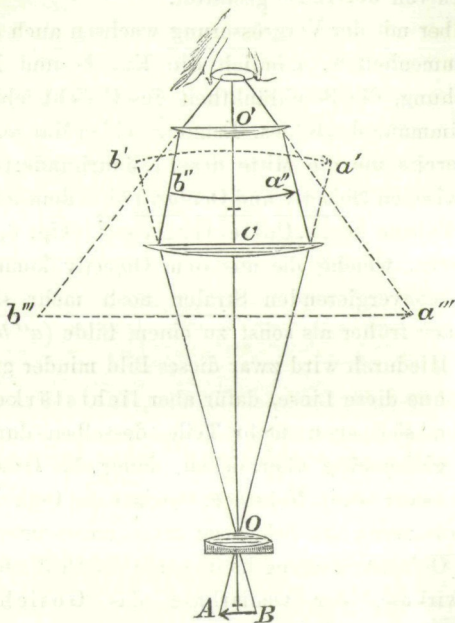
Deshalb hat man bereits seit zweihundert Jahren bisher an jedem zusammengesetzten Mikroskope ein

---

<sup>1)</sup> Man vergleiche damit die vorige Fig. 5, wo nicht das ganze Bild, sondern nur ein Teil ( $c d$ ) desselben durch das Ocular überblickt werden kann.

solches Collectivglas angebracht, und ich bin in der angenehmen Lage, eine Bestätigung dessen an einem historisch-interessanten Exemplare (Fig. 8, Seite 312) vorzeigen zu können, welches in dem (unter meiner

Fig. 6.

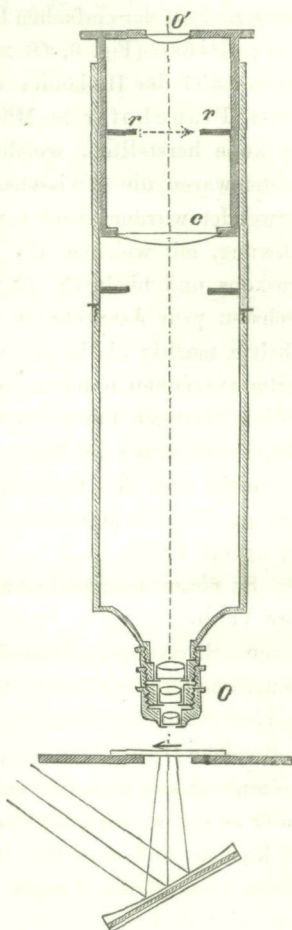


Obsorge stehenden) physikalischen Museum der k. k. Theresianischen Akademie aufbewahrt ist und — nach seiner mit einer Zeichnung in Harting's Geschichte des Mikroskops übereinstimmenden Form und dem in der Lade des Stativkästchens auf Holz geschriebenen

lateinischen Worttexte —  
von der Hand des Opti-  
kers John Marschall  
in London aus der ersten  
Hälfte des vorigen Jahr-

hunderts herstammt,  
nachdem dieser sein ur-  
sprüngliches Mikroskop,  
bei welchem das Object  
nur mit Kerzenlicht und  
Linse beleuchtet worden  
war, später durch Cuff's  
Erfindung des Hohlspie-  
gels verbessert hatte. —  
Heutzutage sind (Fig. 7)  
Ocular- und Collectivlinse,  
beide flachconvex und  
mit der Wölbung gegen  
das Object gekehrt, mit  
einem Blendringe ( $rr$ ) da-  
zwischen und zwar dort,  
wo das vom Collectiv  
erzeugte Bild hinfällt,  
mit ihren Fassungen in  
die Enden einer cylin-  
drischen Messing-Röhre  
verschraubt, welche in  
das Hauptrohr einge-  
schoben wird.

Fig. 7.



Als Objectiv hat man erst zu Anfang unseres Jahrhunderts statt der einfachen Linse eine achromatische Doppellinse (Fig. 6, O) zu setzen vermocht, indem zuerst 1807 der Holländer van Deyl und vier Jahre später Fraunhofer in München achromatische Mikroskope herstellten, welche die ersten zusammengesetzten waren, die zu wissenschaftlichen Untersuchungen verwendet wurden. Und von da an datiert jener Aufschwung, mit welchem die Vervollkommnung des Mikroskops und hiedurch die Naturwissenschaft in den nächsten paar Jahrzehnten allein weit grössere Fortschritte machte als in den verflossenen zwei Jahrhunderten zusammen, indem ausser Fraunhofer auch durch die kunstfertigen Bemühungen der Optiker Chevalier und Oberhäuser in Paris, Plössl in Wien, Schiek in Berlin und des Gelehrten Amici in Modena und Florenz an den Mikroskopen eine Verbesserung nach der andern folgte.

So nimmt man seither als Objectiv für eine stärkere Vergrösserung schon nicht mehr bloss eine einzige kleine achromatische Doppellinse von stärkerer Krümmung, sondern verbindet, wie dies nach Selligue's Anleitung zuerst Chevalier 1824 gethan, mindestens drei solche Doppellinsen (Fig. 7, O) von schwächerer Krümmung und stufenweise grösserer Oeffnung mit einander zu einem „Linsensysteme“ und zwar so, dass die kleinste und stärkste Doppellinse dem Objecte zunächst kommt und diesem auch alle ebenen Flächen zugekehrt sind.



Hiedurch erreicht man mehrere wichtige Vorteile. Zunächst bewirkt ein solches System wegen grösserer Oeffnungsweite der Linsen auch eine grössere Lichtstärke des Bildes und erhöht somit die „penetrierende“ d. i. durchdringende oder auflösende Kraft des Mikroskops, wodurch man feinere Details an dem Objecte wahrzunehmen vermag; ferner ist wegen schwächerer Krümmung die Stralenabweichung der ersten Doppel linse nicht nur an sich geringer, sondern sie kann auch durch die folgenden corrigiert werden, wodurch das Bild eine grössere Schärfe und somit das Mikroskop mehr „definierende“ oder begrenzende Kraft gewinnt; überdies ist die Gesamtvergrösserung eine stärkere und es genügt daher ein schwächeres Ocular, was besser ist als im entgegengesetzten Falle; endlich gestattet dies System auch einen grösseren Abstand vom Objecte, was sowol überhaupt in vielen Beziehungen bequemer und sicherer als ganz besonders wegen des „Deckglases“ wichtig ist, wenn solches noch zwischen Object und Linse Raum finden soll.

Man pflegt nämlich heutzutage die Objecte zum Schutze gegen Beschädigung, Verwischen und Verstauben, zur Aufbewahrung und Untersuchung derselben in Flüssigkeiten, zum Schutze der Linsen selbst gegen die aus Präparierflüssigkeiten aufsteigenden Dünste u. s. w., mit sehr dünnen ebenen Glastäfelchen zu bedecken, wogegen man in früherer Zeit die Objecte, auf Glasplättchen geklebt, fast immer offen betrachtet hatte.

Ein solches „Deckgläschen“ übt aber bei stärkeren Linsensystemen einen bedeutenden Einfluss auf die Schärfe des Bildes. Denn nun gehen die Strahlen von einem Objectpunkte zuerst durch das Deckglas und dann durch die Luft zur Linse, werden aber hiebei wegen der optischen Verschiedenheit von Glas und Luft so ungleich und teilweise so stark von ihrer ursprünglichen Richtung abgelenkt, dass sie theils nicht von einem und demselben sondern von mehreren hintereinander liegenden Punkten herzukommen scheinen, theils aber auch die Linse ganz verfehlen, und dies um desto mehr, je dicker das Deckglas ist und je schiefer die Strahlen dasselbe treffen. Hiedurch wird bei einem bestimmten Linsensysteme das Bild des Objectes, wenn dasselbe ohne Deckung oder bei ganz dünnen Plättchen klar erscheint, bei Anwendung eines dickeren Deckplättchens weniger deutlich und dabei lichtschwach, und umgekehrt zeigt zuweilen ein Linsensystem erst mit einem Deckglase von bestimmter Dicke seine volle Wirkung.

Die richtige Erkenntnis dieses Einflusses der Deckgläschen durch Amici (1850) und das Streben, demselben wirksam zu begegnen, führten zu den beiden höchst wichtigen Erfindungen der „Correction“ und der „Immersion“ des Linsensystems.

Erstere besteht in einer dem angewendeten Deckglase entsprechenden Stellungsänderung der einzelnen Doppellinsen des Objectivsystems durch geeignete Vorrichtung, wie solche in deutschen Landen zuerst Plössl

und Nobert lieferten, wodurch der Beobachter selbst in der Lage ist, die sonst fixierten Doppellinsen je nach Anwendung eines dickeren oder dünneren Deckgläschens mittelst einer feinen Schraube nach Bedarf gegenseitig beziehungsweise zu nähern oder zu entfernen, und so durch diese Correction wieder ein klares Bild zu erhalten.

Bei dem Immersions- oder Eintauchungsverfahren bringt man auf die Unterfläche der letzten Objectivlinse und auf das Deckglas ein Tröpfchen destillierten Wassers, nähert dann vorsichtig bis zum Zusammenfließen beider Tröpfchen, und sucht die das beste Bild liefernde Linsenstellung. Da hiemit der Raum zwischen Deckglas und Linse durch eine Schichte Wassers ausgefüllt ist, so gehen nun die Stralen eines Objectpunktes vom Deckglase aus nicht, wie beim „trockenen“ Systeme, durch Luft sondern durch Wasser zur Linse, und es kann so wegen der optischen Aenlichkeit von Glas und Wasser jene früher erwähnte, der Deutlichkeit nachtheilige Stralenablenkung nicht stattfinden. Ja es können jetzt sogar solche Stralen noch zur Linse gelangen, welche auch ohne Deckglas dieselbe verfehlt hätten. Hiedurch gewinnt das entstehende Bild ausserordentlich an Lichtstärke und erkennbarem Detail. Verbindet man damit auch noch die vorerwähnte Correction, wobei, weil Deckglas und Wasser zusammen wie ein dickeres Deckglas wirken, die gegenseitige Annäherung der Doppellinsen erforderlich ist, so wird auch zugleich eine stärkere Vergrößerung erreicht.

Daher besitzen Mikroskope, deren Objective solche „Immersionssysteme“ mit oder ohne Correction sind, wobei also die Wasserschichte eine wesentliche Ergänzung derselben und eine notwendige Bedingung ihrer Wirkung bildet, bei entsprechenden Ocularen die höchste Leistungsfähigkeit, welche bisher erreicht worden ist, indem sie (teilweise mit Objectiven von nur  $\frac{1}{2}$  Mm. Brennweite und einer Linsenöffnung von 180 Grad) bei einer linearen Vergrößerung bis zu mehreren Tausend doch ein klares Bild der feinsten Details am Objecte geben und die Erkennungsproben an den schwierigsten Objecten bestehen.<sup>1)</sup>

Als solche „Probeobjecte“ dienen für mittelstarke Instrumente z. B. die an den blattförmigen Schuppen oder Stäubchen von Schmetterlingsflügeln befindlichen

---

<sup>1</sup> Solche vorzügliche Mikroskope liefern gegenwärtig mehrere optische Fabriken, worunter (nach den neuesten wissenschaftlichen Werken) im europäischen Auslande besonders jene von Hartnack in Potsdam, Schieck, Beneche, Wasserlein in Berlin, Leitz, Seibert & Kraft in Wetzlar, Hasert in Eisenach, Winkel in Göttingen, Schröder in Hamburg, Nobert in Pommern, Merz in München, Chevalier, Nachet, Verick in Paris, Ross, Powell & Lealand, Smith & Beck in London, u. m. A. gerühmt werden, in Oesterreich aber vor allen andern das hiesige Institut der k. k. Hof-Optiker Plössl & Comp. hervorragt, deren fortschrittliche Leistungen, so wie früher und in der Wiener Weltausstellung 1873, auch neuestens wieder in jener zu Philadelphia 1876 anerkannt und durch eine Preismedaille ausgezeichnet worden sind.

feinen Querlinien, deren je zwei bei gewissen Arten nur um  $\frac{1}{1200}$  Mm. von einander abstehen. Für die starken Immersionssysteme aber dienen zur Probe die Kieselpanzer der sog. Diatomeen-Arten <sup>1)</sup> mit ihren so feinen und dicht aneinander liegenden Zeichnungen, dass z. B. bei „*Pleurosigma angulatum*“ 2300, bei „*Navicula*“ und „*Surirella gemma*“ 3000—3200, und bei „*Frustulia saxonica*“ gar bis 3500 Streifen auf 1 Mm. kommen.

Nebst diesen organischen Probeobjecten hat man seit 1846 durch des Optikers Nobert (in Pommern) kunstreiche Erfindung verschiedene Gruppen paralleler Linien, welche auf Glasplättchen mittelst seiner Teilungsmaschine so fein eingeritzt sind, dass hiedurch die feinsten Streifen an den vorerwähnten natürlichen Probeobjecten an Feinheit noch übertroffen werden. Seine neuesten „Probeplättchen“ enthalten 19 verschiedene Gruppen solcher Linien von stufenweise steigender Feinheit, so dass die Linien der 1. Gruppe  $\frac{1}{1000}$ , die der 19. Gruppe aber nur  $\frac{1}{10000}$  P. Linie von einander abstehen, und somit auf 1 Mm. 4430 parallele Streifen kommen. <sup>2)</sup>

---

<sup>1)</sup> Zusammenstellungen von Diatomeen auf Glasplatten liefert in vorzüglicher Weise Möller zu Wedel in Holstein; jede enthält in einer Reihe und in je einem Exemplare 20 stufenweise schwierigere Probeobjecte. Auch Rodig in Hamburg liefert ähnliche sehr schöne Diatomeen-Platten.

<sup>2)</sup> Auch die feineren „Glasmikrometer“, so wie die „mikroskopischen Schriften“ nach Peters (siehe Seite 321 sammt Anmerkung) bilden geeignete Probeobjecte.

Man bedarf übrigens so starker Linsensysteme höchst selten und nur zu den feinsten wissenschaftlichen Untersuchungen; im Uebrigen ist zumeist eine 200 bis 300malige Vergrößerung bereits ausreichend, und es sind überhaupt minder starke Vergrößerungen von hohem Werte, namentlich wenn es sich um Erkennung der Form und Umrisse eines Objectes handelt.

Damit aber die Linsen ihre volle Wirkung zeigen können, muss das Object selbst eine passende Beleuchtung haben, entweder von durchgehendem oder von auffallendem Lichte, wobei das natürliche Tageslicht dem künstlichen Lichte vorzuziehen ist, jedoch nicht von glänzend weissen Wolken kommen soll, deren Wirkung das Auge zu sehr blendet, sondern vom rein blauen Himmel, am besten aber von einer gleichmässig mattweissen Bewölkung.

Das durchgehende Licht bei durchsichtigen Objecten, welches man wie beim einfachen Mikroskop gewöhnlich durch Reflexion von einem unter dem Object-tische befindlichen und beliebig beweglichen Spiegel erhält, <sup>1)</sup> kann nötigenfalls noch durch eine zwischen Tisch und Spiegel verschiebbare Sammellinse oder ein Linsensystem (Lichtcondensor) auf das Object concentrirt werden. Zuweilen ist aber im Gegenteile eine Dämpfung

---

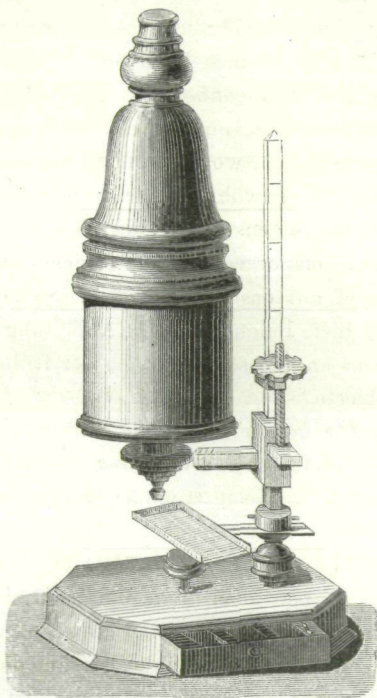
<sup>1)</sup> Die hiesige Firma Plössl & Comp. hat zusammengesetzte „Demonstrations - Mikroskope“ für durchgehendes Licht auch ohne Spiegel und Stativ; sie können mit geklemmten Objectplatten von Hand zu Hand gehen und werden beim Durchsehen direct gegen das Licht gehalten.

und Begrenzung des durchgehenden Lichtes notwendig; dies geschieht durch Blendungen, deren oft mehrere von verschiedener Grösse in Kreis- und Ringform auf einer excentrisch drehbaren Scheibe unter dem Objecttische angebracht sind.

Ausser dieser gewöhnlichen sog. „centralen“ Beleuchtung ist aber für manche Zwecke, namentlich zur Erkennung von Erhabenheiten und Vertiefungen am Objecte, die besonders von Nacet eingeführte schiefe Beleuchtung nützlich, wo die vom Spiegel reflectierten Stralen nicht wie gewöhnlich senkrecht aufwärts, sondern durch eine Seitenstellung des zuweilen ganz nahe an den Tisch emporgeschobenen Spiegels mehr oder weniger schief auf das Object treffen. So gelingt z. B. erst durch schiefe Beleuchtung die Auflösung der feinen Liniensysteme an den schwierigsten der früher erwähnten Probeobjecte.

Das auffallende Licht für undurchsichtige Objecte muss man bei stärkeren Vergrösserungen concentrirt und verstärkt dem Objecte zusenden, und zwar entweder durch seitliche Anbringung einer grösseren Sammellinse, eines Prisma (in Fig. 11, Seite 318) oder eines Hohlspiegels (Fig. 4), oder man kann, um das Object ringsum gleichmässig zu beleuchten, den Lieberkühn'schen Hohlspiegel anwenden, der, an der Fassung des Objectivs central angebracht und nach unten gekehrt, das Licht vom unteren Spiegel empfängt und auf das gegen das untere Licht durch einen dunklen Hintergrund geschützte Object zurückwirft.

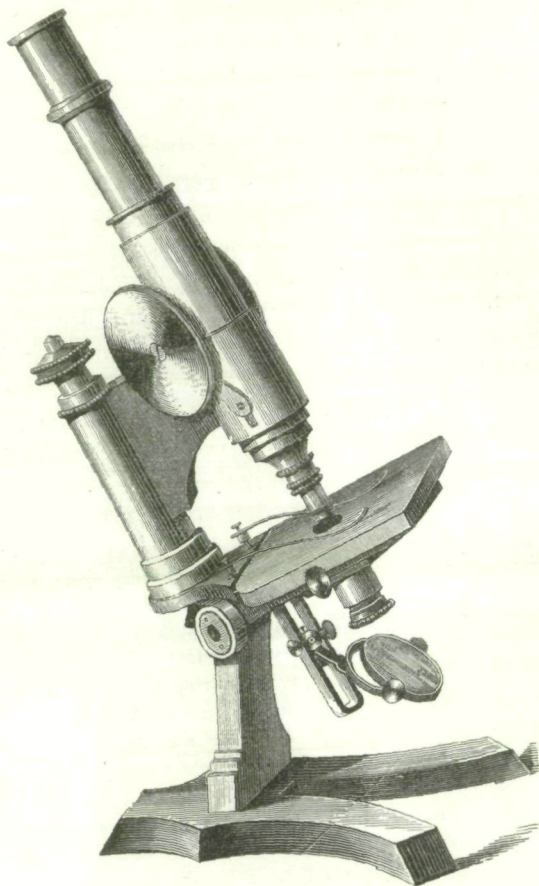
Fig. 8.



Zusammengesetztes Mikroskop von Marshall, aus der ersten  
Hälfte des vorigen Jahrhunderts.



Fig. 9.



Grosses Mikroskop von Plössl & Comp.

Nebst den bisher besprochenen optischen Teilen ist weiters auch die mechanische Einrichtung von Wichtigkeit, um das Mikroskop bequem und sicher gebrauchen zu können, und auch diese Einrichtung wurde im Laufe der Zeit vielfach geändert und verbessert. Dies bestätigt augenscheinlich ein Vergleich zwischen den hier zu diesem Zwecke an einander gereihten Instrumenten, welche diesfalls gewissermassen eine kleine additionelle Ausstellung repräsentieren, indem die Art ihrer mechanischen Construction aus sehr verschiedenen Zeiten stammt, nämlich: aus der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts von Marshall (Fig. 8), aus der Zeit gegen Ende desselben nach Cuff, aus der Mitte unseres Jahrhunderts von S. Plössl (Gründer dieser Firma) und aus der neuesten Zeit (Fig. 9) von dessen Nachfolgern Plössl & Comp. <sup>1)</sup>

---

<sup>1)</sup> Der Vortragende bespricht hier die successive Vervollkommnung der mechanischen Einrichtung unter gleichzeitiger Demonstration an jener Reihe von Instrumenten. An dem ersten derselben (Fig. 8) erscheinen bemerkenswerth: die etwas plumpen Linsenröhren von Holz, deren obere und mittlere Einschnürung anstatt Blendringen für die Ocular- und Collectivlinse dient, dann das zur beliebigen Neigung der stählernen Stativstange dienende Kugelgelenke, die in Silber gefasste viereckige Glasplatte als Objecttisch, ferner der Umstand, dass der gabelförmige verschiebbare Träger derselben, sowie dessen Fixierungsschraube und der auf- und abschiebbare Träger des Hauptrohres sammt dem zur feineren Einstellung dienliche geränderte Schraubenkopf aus Silber sind. Dagegen zeichnet sich die Construction des neuen

Es können aber Mikroskope auch ganz besondere Einrichtungen haben, und zwar für besondere Zwecke; dahin gehören: die Umkehrung des Mikroskops, das Aufrechtsehen des Bildes, das Horizontalsehen, das stereoskopische Sehen, das gleichzeitige Hineinsehen zweier oder mehrerer Personen u. dgl.

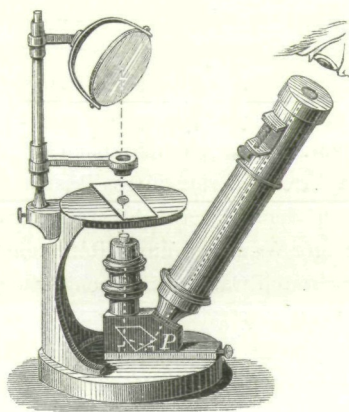
Um nämlich bei Anwendung chemischer Flüssigkeiten oder bei Erhitzung des Objectes das nahe Linsensystem des Objectivs möglichst zu schützen, kam man auf den Gedanken, dasselbe unter dem Objecttische anzubringen und somit das Mikroskop teilweise umzukehren, so dass das Ocular dennoch aufwärts gerichtet bleibt. Dies geschieht nach der Construction von Næthet durch ein vierseitiges Prisma (Fig. 10, p), in welchem die aus dem Objectiv abwärts gehenden Stralen nach zweimaliger Wendung durch Réflexion wieder dem aufwärts gerichteten Oculare zugelenkt werden.

---

Mikroskops (Fig. 9) als vollkommen aus: durch den soliden Metallfuss, durch die sichere Beweglichkeit des ganzen Mikroskopkörpers (bei fixem Stativfuss) in horizontaler und vertikaler Ebene, und ebenso des nach jeder Richtung verstellbaren Doppelspiegels und des 'sowol axial drehbaren als auch in seiner Ebene verschiebbaren Objecttisches, ferner durch den unter ihm befindlichen Lichtcondensor sammt Cylinderblendung mit Schlittenbewegung, dann durch eine die beiläufige Einstellung des Linsensystems (anstatt Zahn und Trieb) sanft und ohne „todten Gang“ bewirkende eigentümliche Hebelvorrichtung, durch die zur genauesten Einstellung dienende Mikrometerschraube am oberen Ende des beweglichen Theiles der Stativstange u. s. w.

Ferner ist beim mikroskopischen Präparieren eines auf dem Tische liegenden Objectes das Aufrechtsehen desselben insofern vom Vorteil, als die Hände bei umgekehrter Lage des Bildes leicht falsch agieren. Die zum Aufrechtsehen nötige Rückumkehrung des Bildes geschieht ausser durch Spiegelung in Prismen, deren

Fig. 10.



Umgekehrtes Mikroskop von Nachet.  
(Harting.)

nähere Erklärung ich hier der Kürze wegen übergehe, auch durch Einschiebung von Linsen zwischen Objectiv und Collectiv, und zwar entweder eines Linsendoublets nahe dem Collectiv, wodurch nahe vor diesem, also vor Entstehung des Bildes, eine Kreuzung der Strahlen mit der optischen Axe und somit ein Wechsel der Lage

bewirkt wird, oder durch Anbringung eines zweiten Objectivsystems im Innern, das nun mit dem Ocular selbst ein zusammengesetztes Mikroskop bildet, mit welchem man das aus dem äusseren Objectiv entstehende umgekehrte Bild betrachtet und daher wieder aufrecht sieht.<sup>1)</sup>

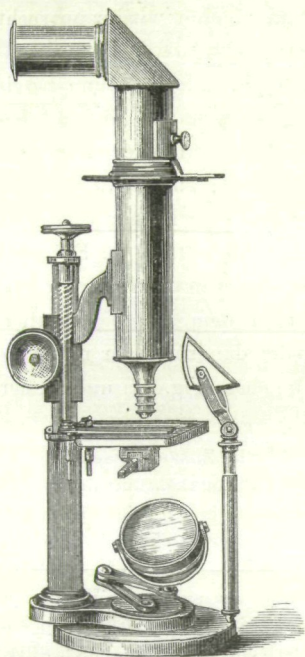
Ebenso ist es bequem, in sitzender Stellung horizontal sehen zu können, besonders bei längerer Beobachtung und hochgebauten Instrumenten zur Vermeidung des ermüdenden Stehens; auch gewährt das Horizontalsehen beim gleichzeitigen Präparieren den Händen durch das hiebei mögliche Stützen der Ellbogen auf den Arbeitstisch mehr Sicherheit in den Bewegungen. Zu diesem Zwecke pflegt man dem Rohre zwischen Objectiv und Collectiv entweder dauernd oder nur vorübergehend eine Knieform zu geben (Fig. 11) und an der

---

<sup>1)</sup> Wenn hiebei die mechanische Zusammensetzung aus zwei Röhren derart ist, dass die Bildumkehrungslinsen mit dem Ocular sich in einer gemeinschaftlichen Röhre befinden, welche in der Röhre des Objectivs verschiebbar ist, so hat dies den Vorteil, dass man mit denselben Linsen bloss durch längeres Ausziehen der inneren Röhre steigende Vergrößerungen erzielen kann. Man nennt ein solches Mikroskop ein „pankratisches“ (aus dem Griechischen von „pan“, alles, und „kratein“, mächtig sein) und die Optiker pflegen zur Bequemlichkeit des Beobachters die Vergrößerungszahlen an den betreffenden Stellen der inneren Auszugröhre zu markieren. Bei einem solchen Instrumente von Plössl steigt die Vergrößerung des aufrechten Bildes durch blosses Ausziehen der Röhre von 24 bis 300.

Kniestelle ein dreiseitiges Glasprisma in der dem Knie entsprechenden Stellung und Form einzufügen. Hiedurch werden die von unten aus dem Objective kommenden

Fig. 11.



Mikroskop von S. Plössl.

Stralen an der inneren schiefen Prismasfläche durch Reflexion rechtwinklig umgelenkt, so dass sie dann durch das Ocular horizontal austreten. Oder man kann im Falle geeigneter mechanischer Einrichtung denselben Zweck ohne Prisma durch Umliegen des ganzen Linsenapparates sammt Tisch erreichen, wenn das Object die lothrechte Stellung gestattet und am Objecttische gehörig befestigt ist.

Was endlich das Sehen mit beiden Augen und das gleichzeitige Beobachten desselben Objectes von Seite zweier oder mehrerer Personen betrifft, so beruht die

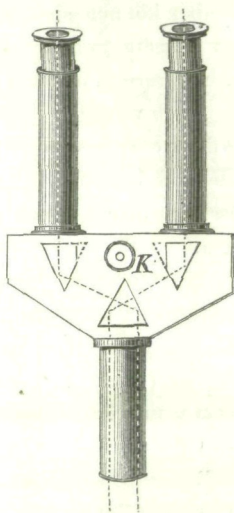
Einrichtung der hiezu dienlichen „stereoskopischen“, „binoculären“ und „multoculären“ Mikroskope stets auf der Spaltung oder Teilung eines Strahlenbündels in zwei oder mehrere Teile, deren jeder durch

ein besonderes Rohr dem entsprechenden Oculare zugeführt wird.

Diese Stralenteilung kann mittelst Glasprismen entweder durch Brechung oder durch Spiegelung bewirkt werden. In welcher Weise dies z. B. für zwei Augen und durch Spiegelung möglich ist, zeigt die Fig. 12, indem das aus dem Objectiv

kommende Strahlenbündel eines Punktes in dem unteren Prisma durch innere Reflexion in zwei divergierende Teile gesondert, und diese durch die oberen beiden Prismen in die entsprechenden Ocularröhren gesendet werden. Erhalten hiebei letztere sammt Prismen durch einen mittelst des Schraubenkopfes (K) regulierten Bewegungsmechanismus, der die gegenseitige Annäherung oder Entfernung derselben gestattet,

Fig. 12.

Stereoskopisches Ocular  
nach Hartnack.

der beiden Augenaxen desselben Beobachters entsprechende Stellung, so hat man das zuerst vom Amerikaner Riddelli (1853) und seither von mehreren Optikern construierte stereoskopische Mikroskop oder „Mikro-Stereoskop“, welches dem mit beiden Augen hinein-



sehenden Beobachter eine besonders plastische Ansicht des Objectes gewährt.

Da aber „multoculäre“ Mikroskope (für drei und mehr Augen) wegen Lichtschwächung durch Stralenteilung nur schwache Vergrößerungen zulassen, so sind sie zu wissenschaftlichen Forschungen nicht geeignet, wol aber können sie für Demonstrationen nicht schwieriger Objecte zum Behufe des gleichzeitigen Unterrichtens mehrerer Personen gute Dienste leisten.

Noch wäre die besondere Einrichtung des Spectro- und des Polarisations-Mikroskops zu erwähnen, welche beide von hohem wissenschaftlichen Werte sind; doch muss ich ihre Erklärung der Kürze wegen hier übergehen.

Eine weitere Vervollständigung des Mikroskop-Apparates, ja geradezu eine notwendige Ergänzung desselben, ohne welche das mikroskopische Sehen wenig erfolgreich wäre, bilden die Hilfsapparate zum Messen und Zeichnen. Denn die Messung der Grösse eines Objectes gehört überhaupt zur genauen Kenntnis desselben und ist oft von grösster Wichtigkeit, namentlich bei ärztlichen Untersuchungen feiner Organe. Und eine Zeichnung des Bildes erhält nicht nur dem Beobachter selbst zum Behufe näheren Studiums den Eindruck des Gesehenen dauernd, da viele mikroskopische Präparate sehr vergänglich sind, sondern bringt das Gesehene auch für den Zweck der Belehrung zur allgemeinen Kenntnis, da ja die für einen weiteren Lesekreis bestimmten Druckschriften über mikroskopische Dinge



Abbildungen davon enthalten müssen, wenn sie dem Leser verständlich sein sollen.

Für die Messung der Grösse eines Objectes hat man besonders zweierlei „Mikrometer“ oder Kleinmasse: das Schrauben- und das Glasmikrometer. Eine Art der Einrichtung beim „Schraubenmikrometer“ ist die, dass auf dem gewöhnlichen Objecttische noch eine mittelst Schrauben verschiebbare Platte, worauf das Object liegt, angebracht ist, und in der Ocularröhre mitten über der Blendungsöffnung ein Kreuz von Spinnwebfäden sich befindet. Da wird nun durch Verschiebung der Objectplatte zuerst der eine Rand des zu messenden Objectes und dann auch der andere (gegenüberliegende) Rand desselben mit einem solchen Spinnefaden zur perspectivischen Deckung gebracht. Die Grösse der hiezu nötigen Schraubendrehung zwischen diesen beiden Deckungen lässt sich an der Einteilung des kreisförmigen Schraubenkopfes erkennen und hienach auch die betreffende Dimension des Objectes ermessen. Man hat Schraubenmikrometer, welche noch  $\frac{1}{10000}$  Mm. angeben.

Doch bedient man sich häufiger des viel einfacheren und billigeren „Glasmikrometers“. Dieses besteht in einer auf einer dünnen Glasplatte mittelst Diamantspitze gefertigten Teilung der Linie oder des Millimeters in 10—1000 gleiche Teile.<sup>1)</sup> Als Objectträger ver-

---

<sup>1)</sup> Ich erinnere hiebei an die bei den Probeobjecten erwähnte Nobert'sche Teilungsmaschine. Die feinsten Mikrometer liefern neuerer Zeit die Engländer mit der „mikroskopischen Schreibmaschine“ von Peters, bei welcher die

wendet kann dasselbe direct die Grösse des daraufliegenden Objectes angeben. Dies hat jedoch manches Unbequeme und es sind die feineren Teilungen auch leicht abnützbar; deshalb schiebt man lieber ein minderfeines Mikrometer in eine dazu bestimmte Spalte der Ocularröhre, knapp ober der Blendung, wohin das Bild vom Collectiv zu liegen kommt. Durch ein solches Ocularmikrometer kann man jedes Object auf jedem Träger und in jeder Stellung messen und braucht hiezu nur den relativen Wert der Mikrometerteile für das Ocular zu bestimmen. Dies geschieht leicht durch Vergleichung dieser Teile mit den Teilen eines anderen auf dem Objecttische liegenden Mikrometers. Decken z. B. 5 Teile des oberen 1 Teil des unteren, so gilt 1 oberer Teil  $\frac{1}{5}$  eines unteren; beträgt also letzterer etwa  $\frac{1}{100}$  Mm., so bedeutet 1 Teil im Ocular für die Messung  $\frac{1}{500}$  Mm., selbstverständlich nur für die dabei angewendeten Linsen und die Sehweite des Beobachters.

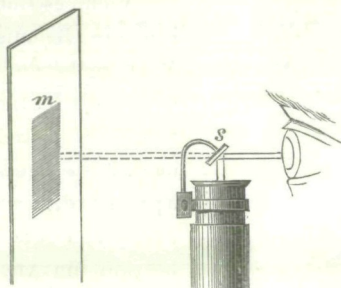
Mittelst eines solchen Glasmikrometers als Object und mit Hilfe eines nach Sömmering benannten Spiegelchens, welches kleiner ist als die Pupille des Auges und unter 45 Grad Neigung über dem Oculare angebracht wird, lässt sich auch die Vergrösserungskraft des Mikroskops messen und zwar durch eine Art von „Doppeltsehen“. Man bringt nemlich (Fig. 13) auf

---

Bewegung der Hand durch ein Hebelsystem bis zu einer Diamantspitze fortgepflanzt und von dieser in höchst verkleinertem Masse nachgeahmt wird, so zwar, dass die Verkleinerung linear sogar bis auf  $\frac{1}{6250}$  herabgeht.

der Kehrseite des Spiegelchens ( $s$ ) in der deutlichen Sehweite einen Massstab ( $m$ ) aufrecht an und sieht nun nicht nur das mikroskopische Bild der Mikrometer-  
teilung mittelst des Spiegels in der Richtung gegen den Massstab zu, also gleichsam auf diesem projiziert, sondern auch am Rande des Spiegelchens vorbei direct die durch das Mikroskopbild gedeckten Massstabteile. Dann gibt das Verhältniß der letzteren zu der wirklichen Länge der Mikrometerteile die Vergrößerungszahl.

Fig. 13.



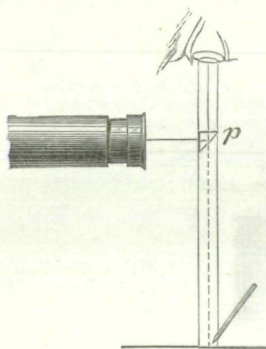
Für die Messung von mikroskopischen Winkeln z. B. an Krystallen hat man besondere „Goniometer“, deren nähere Erklärung ich jedoch der Kürze wegen übergehe.

Was nun das Zeichnen des im Mikroskop Gesehenen betrifft, so zielen die verschiedenen Arten desselben meist dahin, das mikroskopische Bild auf eine neben dem Mikroskope befindliche Zeichenfläche zu entwerfen und hier seine Umrisse mit dem Schreibstifte

nachzuzeichnen, und zwar geschieht dies wieder mittelst Doppeltsehens.

Die einfachste Art hiefür ist wol die, dass man z. B. mit dem linken Auge in das Mikroskop und mit dem rechten auf ein unmittelbar daneben in der deutlichen Sehweite liegendes Papier sieht. Bei einiger Uebung bringt man Bild und Papierfläche sammt Bleistiftspitze zur Deckung und kann so ziemlich gut die

Fig. 14.



Conturen des Bildes nachzeichnen.

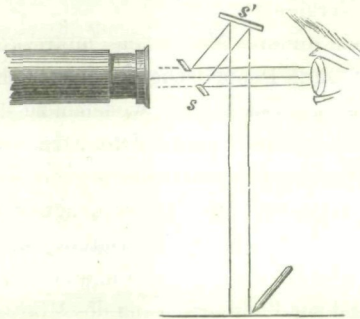
Wenn es sich jedoch um grössere Genauigkeit in der Wiedergabe der Form- und Grössenverhältnisse der einzelnen Objectteile handelt, dann leisten gewisse Hilfsapparate für das Nachzeichnen gute Dienste, wobei nur ein Auge thätig ist und gleichzeitig entweder das Bild durch Spiegelung

und das Papier direct, oder umgekehrt letzteres durch Spiegelung und das Bild direct beobachtet.

Dies geschieht insbesondere für das bequemere Zeichnen auf horizontaler Fläche in folgender Weise. An einem zum Horizontalsehen eingerichteten Mikroskope (Fig. 14) wird aussen in der Verlängerung der Ocularaxe ein Sömmering-Spiegelchen oder nach Oberhäuser ein ebenso kleines dreiseitiges Prisma (*p*)

so angebracht, dass von demselben die Strahlen aus dem Ocular nach aufwärts in das darüber befindliche Auge gelenkt werden; so sieht dieses von oben herab mit einem Teile der Pupille durch Spiegelung das Object auf der unten befindlichen Papierfläche abgebildet und gleichzeitig mit dem anderen Pupillenteile neben dem Spiegelrande vorbei durch directes Sehen das Papier sammt Zeichenstift.

Fig. 15.



Nach einer anderen Art (Fig. 15) befindet sich vor einem solchen horizontalen Ocular sowol ein mitten durchbohrtes Spiegelchen (*s*) schief und mit der Kehrseite demselben zugewendet, als auch weiters noch entweder (nach Amici) unterhalb ein Glasprisma oder (nach Hagenow) oberhalb ein zweiter Spiegel (*s'*) so angebracht, dass nun das Auge das mikroskopische Bild direct durch die Spiegelbohrung hindurch und gleichzeitig auch die Zeichenfläche sammt Griffel durch zwei-

malige Spiegelung in derselben Horizontalrichtung erblickt. Diese Art hat den Vorteil des bequemerem Horizontalsehens und der grösseren Helligkeit des nicht erst durch Spiegelung sondern direct gesehenen Bildes.

Durch solches Zeichnen auf eine der erwähnten Arten kann man auch die mikroskopische Vergrösserung finden, wenn man als Object ein Glasmikrometer wählt und dann die gezeichneten Striche des Bildes zwischen die Zirkelspitzen nimmt und mit einer Massstabtheilung vergleicht.

Noch ein anderes Mittel, das mikroskopische Bild sogar direct ohne Doppeltsehen nachzuzeichnen, bietet das sog. „Bildmikroskop“, von welchem zu sprechen mir heute die Zeit mangelt, und welches, wenn es gleich an Wert für wissenschaftliche Untersuchungen den eben erklärten „einfachen“ und „zusammengesetzten“ Mikroskopen nachsteht, doch für die weitere Verbreitung der Kenntnisse über die Natur der Dinge von grosser Wichtigkeit ist und zur Popularisierung des Mikroskops selbst viel beiträgt.

Es ist ja bisher das Mikroskop bei der grossen Volksmenge noch so wenig „populär“, dass diese häufig die Anwendung desselben nicht über die Gelehrtenstube hinausgreifend hält und sich dessen gar nicht bewusst ist, wie Wichtiges auch sie selbst im ganzen und jeder Einzelne zu eigenem Heil und Vorteil dem Mikroskope zu danken hat. Die grosse Menge weiss wol kaum, dass viele Krankheiten der Menschen erst durch das Mikroskop in ihren wahren Ursachen und Erscheinungen

erforscht und als etwas ganz anderes als früher erkannt wurden und seitdem eine ganz veränderte, aber eben erst entsprechende und erfolgreiche Behandlung erfahren, dass durch diese Erkenntnis auch die nötigen Schutzmittel gegen das Auftreten und Umsichgreifen derselben gefunden, dass ebenso die für Haushalt und Landwirtschaft und dadurch auch für den Lebensunterhalt oft so verderblichen Krankheiten von Pflanzen und Thieren häufig aus mikroskopischen Ursachen herrührend erkannt, und so auch die richtigen Schutz- und Vertilgungsmittel gegen dieselben gefunden wurden, dass ferner auch die in dieser Zeit des Schwindels häufig vorkommenden Verfälschungen der notwendigsten Nahrungsmittel und das Unechte der mit täuschender Aenlichkeit gefertigten Nachahmungen von allerlei Stoffen und Waaren durch das Mikroskop aufgedeckt werden, dass überhaupt alle Gewerbe, welche sich mit der Herstellung von Genussmitteln beschäftigen, mit dem Mikroskope bereits in Berührung gekommen sind oder noch kommen werden, ja dass das Mikroskop zuweilen selbst über Schuld oder Unschuld eines Menschen und somit über Leben und Freiheit desselben das entscheidende Urteil spricht oder dem forschenden Richter eine Spur des flüchtigen oder unbekannten Verbrechers zeigt, indem es Dinge aufdeckt und Fragen beantwortet, welche dem unbewaffneten Auge unergründet blieben. Sogar die Kriegführung kann die Kraft des Mikroskops verwerten, da z. B. thatsächlich die Franzosen im letzten Kriege gegen Deutschland ihren Brieftauben ohne eine

die Fluggeschwindigkeit beeinträchtigende Belastung lange und ausführliche Depeschen in mikroskopisch kleiner und somit auch nur unter dem Mikroskope zu lesender Schrift mitgaben, und es ist gewiss, dass z. B. ein geheimer Courier eine mit der mikroskopischen Schreibmaschine von Peters geschriebene Depesche besser verbergen kann als ein leicht zu entdeckendes gewöhnliches Schriftstück. Und wer weiss, welche Anwendungen noch in der Zukunft liegen?

So wird es denn auch für das Mikroskop noch dahin kommen, dass nicht bloss der wissenschaftlich Gebildete den Wert dieses Instrumentes kennt, sondern auch das gesammte Volk aus Ueberzeugung dasselbe eine grosse Erfindung nennt.

---



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://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: 1877

Band/Volume: [17](#)

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

Artikel/Article: [Ueber das einfache und zusammengesetzte \(dioptrische\) Mikroskop. 281-328](#)