

- Digitalisierte Fassung im Format PDF -

# Geschichte und gegenwärtiger Zustand des Mikroskops und der Hilfsapparate bei mikroskopischen Untersuchungen

---

Pieter Harting

Die Digitalisierung dieses Werkes erfolgte im Rahmen des Projektes BioLib ([www.BioLib.de](http://www.BioLib.de)).

Die Bilddateien wurden im Rahmen des Projektes Virtuelle Fachbibliothek Biologie ([ViFaBio](http://ViFaBio)) durch die [Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg \(Frankfurt am Main\)](http://Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg (Frankfurt am Main)) in das Format PDF überführt, archiviert und zugänglich gemacht.

567

Auszug aus <sup>Pieter</sup> Harting, die  
Geschichte des Mikroskopes  
Drittes Buch.

---

Geschichte und gegenwärtiger Zustand

des

**Mikroskops und der Hilfsapparate**

bei

mikroskopischen Untersuchungen.

---

Braunschweig 1856

568

Zur gründlichen Erforschung eines Dinges bieten sich meistens zwei 379 Wege dar: erstens nämlich eine genaue und allseitige Betrachtung dieses Dinges, wie sich dasselbe im Augenblicke der Untersuchung gerade darstellen mag, und zweitens die Nachforschung, wie der gegenwärtige Zustand des Dinges aus dem frühern allmählig sich entwickelt hat.

Namentlich gilt dies von allen in den Naturwissenschaften gebräuchlichen Instrumenten. Alle solche Instrumente haben ihre eigene Geschichte, die eine wahre Entwicklungsgeschichte heissen kann, und man darf wohl behaupten, dass nichts besser dazu geeignet ist, über die Bedeutung und die Bestimmung der einzelnen Theile eines solchen Instruments klare Einsicht zu verschaffen, als wenn man untersucht, wie dieselben im Verlaufe der Zeit durch stufenweise Verbesserungen daran entstanden sind.

Es würde nicht schwer fallen, an verschiedenen Instrumenten die Wahrheit dieses Satzes nachzuweisen; doch dürfte vielleicht kein anderes so deutlich sprechende Beweise für dessen Richtigkeit bieten können als das Mikroskop.

Wenn im ersten Buche die verschiedenen Arten von Mikroskopen nur im Allgemeinen betrachtet und beschrieben worden sind und dabei absichtlich der von dem einen oder dem andern Optikus gefertigten Instrumente nicht weiter gedacht wurde, als zum gehörigen Verständniss der Sachen gerade erforderlich war, so ist nun dieses dritte Buch der besondern Beschreibung der Mikroskope und der bei mikroskopischen Untersuchungen benutzten Instrumente gewidmet, vom ersten Zeitpunkte ihrer Verfertigung an bis auf den heutigen Tag. Das Instrument, welches in den Händen der heutigen Naturforscher ein so mächtiges Hülfsmittel geworden ist, um damit in die geheimsten Schlupfwinkel der Schöpfung einzudringen, soll von seinem ersten Beginnen durch die verschiedenen Entwicklungsstadien, die es nacheinander durchlaufen hat, verfolgt werden, bis es endlich jene hohe Stufe der Vollkommenheit erreicht hat, auf der wir es jetzt kennen.

Eine solche Geschichte ist nicht bloß insofern lehrreich, als sie zu

dem genannten Ziele verhilft, eine genaue Kenntniss des Instruments selbst und seiner einzelnen Theile herbeizuführen, sondern auch als ein Abschnitt der allgemeinen Kulturgeschichte der Menschheit. Die successiven Verbesserungen am Mikroskope sind meistens nur getreue Spiegel der jeweiligen praktischen Mechanik und der Fortschritte in der Optik.

Ein paar Male werden wir im Verlaufe dieser historischen Darstellung auf vergebliche Bestrebungen, auf fruchtlose Versuche zu reden kommen. Mit Stillschweigen dürfen wir dieselben aber nicht übergehen, denn alle diese Versuche haben doch einen gewissen Grund, und es ist ganz gut, wenn man nachträglich den Ursachen nachgeht, auf welche das Missglücken dieses oder jenes Versuchs zurückzuführen ist. Ueberdies findet gerade hier das von einem grossen Dichter angesprochene Wort seine volle Anwendung: Alles menschliche Wissen geht nicht in gerader Linie vorwärts, sondern stets in einer Spirale.

Eine solche historische Durchmusterung hat aber auch noch eine anziehende Seite. Sie giebt uns Gelegenheit, den Zoll der Dankbarkeit auch an jene abzutragen, durch deren Verstand und Thätigkeit wir mit den Mitteln ausgerüstet worden sind, unsere Kenntnisse zu bereichern und mitzuwirken zur Ausbreitung des Wissens über die Natur und deren Erscheinungen. Wir stehen auf jener Schultern und sollen dies nie vergessen.

**380** In der Geschichte des Mikroskops lassen sich vier Perioden unterscheiden.

Zu der ersten Periode zählt, was von den frühesten Zeiten her bekannt gewesen ist über die Mittel zur Vergrösserung der Objecte. Sie reicht ungefähr bis zum Jahre 1300 unserer Zeitrechnung, um welche Zeit etwa die Eigenschaften der convexen und concaven Linsen und die Mittel zu ihrer Darstellung allgemeiner bekannt wurden.

Die zweite Periode reicht etwa bis zum Jahre 1600, wo das zusammengesetzte Mikroskop erfunden wurde und wo man auch anfang, die Lupe oder das einfache Mikroskop zu Untersuchungen zu benutzen.

Die dritte Periode endigt mit dem Jahre 1824, wo man zuerst die richtigen Mittel in Anwendung brachte, das Mikroskop von der sphärischen und chromatischen Aberration zu befreien, wengleich schon früher zum Theil recht gut berechnete Versuche vorausgegangen waren.

Die vierte Periode reicht bis auf die gegenwärtige Zeit.

**381** Man darf aber nicht vergessen, dass das Wort Mikroskop eigentlich eine Collectivbezeichnung ist (§. 1 und 2). Man begreift darunter verschiedene Instrumente, die zwar alle darin übereinstimmen, dass sie ein vergrössertes Bild kleiner Gegenstände hervorbringen können, die aber sonst in vielerlei Beziehungen, was ihre Zusammensetzung und den beabsichtigten Zweck betrifft, unter einander verschieden sind. Jedes

von diesen Instrumenten hat daher bis zu einem gewissen Punkte hin seine eigene Geschichte.

Um die historische Uebersicht zu erleichtern, werde ich mich deshalb im Folgenden nicht streng an die Eintheilung in vier Perioden halten. Es scheint mir passender, wenn ich zuerst mittheile, welche Mittel im Alterthume bekannt waren, um Gegenstände vergrößert zu sehen; hierauf werde ich über die Entdeckung der convexen und concaven Linsen und deren Vereinigung zum zusammengesetzten Mikroskope handeln; weiterhin werde ich die als Mikroskop benannten Instrumente einzeln durchgehen; zum Schlusse aber sollen die verschiedenen zur mikroskopischen Untersuchung benutzten Apparate betrachtet werden, sowie die Methoden der Zubereitung und der Aufbewahrung mikroskopischer Objecte.

---

## Erster Abschnitt.

### Die im Alterthume benutzten Vergrößerungsmittel.

---

382 Es ist früher (§. 16 u. 42) dargethan worden, dass man auf zweierlei Art ein vergrössertes Bild eines Gegenstandes bekommen kann: mittelst durchsichtiger Körper mit gewölbter Oberfläche und mittelst concaver Spiegel. Die dioptrische Methode sowohl als die katoptrische hat man beim Mikroskope benutzt, und wir wollen nun nachsehen, was die Alten davon gewusst haben.

383 Die Kunst, aus Glas und anderen durchsichtigen Körpern convexe und concave Linsen zu schleifen, führt auf eine weit ältere Kunst zurück, auf das Steinschleifen im Allgemeinen. Dieses war schon im hohen Alterthume den Völkern im Oriente sowie den Aegyptern bekannt, und vor da gelangte es nach Griechenland und nach Italien, worüber die besonderen Schriften über das Schleifen und Graviren auf Steine bei den Alten von Vettori, Natter, Lippert, Klotz, sowie Lessing's antiquarische Briefe nachzusehen sind. Es ist hinlänglich bekannt, bis zu welcher bewundernswürdigen Höhe die Alten in der Anfertigung von Intagli und Cameen, die noch jetzt die Zierden von Antiquitätensammlungen sind, sich erhoben haben; dem Graviren der dazu benutzten Steine musste aber immer ein Schleifen und Poliren der Oberfläche vorausgehen. Sie verstanden aber auch eben so gut, edeln Steinen, die nicht zum Graviren verwandt wurden, durchs Schleifen verschiedene Formen zu geben. Plinius (*Hist. nat. Lib. 37, Cap. 12*) drückt sich über die verschiedenen Formen, welche man den Edelsteinen gab, folgendermaassen aus: *Cavae aut extuberantes viliores videntur aequalibus; figura oblonga maxime probatur, deinde quae vocatur lenticula, postea epipedos et rotunda, angulosis autem minima gratia.*

Dass die alten Künstler nicht bloß gerade Flächen schlifften, sondern den Steinen auch die Form convexer und concaver Linsen gaben, kann man in den Sammlungen sehen. Es kommen hier Steine mit beiderlei Formen vor, deren Alter nach Lippert auf mehr denn 3000 Jahre zu schätzen ist.

Manche von diesen linsenförmigen Steinen bestehen aus Bergkrystall, andere aus Beryll; sie sind daher durchscheinend. Das hohe Alterthum linsenförmig geschliffener Stücke Bergkrystall wird auch ganz sicher dadurch dargethan, dass Layard eine derartige planconvexe Linse in den Ruinen von Niniveh gefunden hat, mitten unter bronzenen und sonstigen kostbaren Gegenständen. Brewster zeigte diese Linse im Jahre 1852 in der Versammlung der *British Association* vor. Sie ist nicht ganz rund, sondern hat 1,6 engl. Zoll in dem einen Durchmesser, 1,4 engl. Zoll in dem andern. Die gerade Fläche entspricht einer der ursprünglichen Krystallflächen, wie man aus der Einwirkung auf das polarisirte Licht entnehmen kann. Die Form der convexen Oberfläche berechtigte Brewster zu dem Schlusse, dass der Schriff nicht in einer näpfchenförmigen Aushöhlung, sondern auf einem Steinschleiferrade oder einem ähnlichen Apparate ausgeführt worden ist. Die Linse ist 0,2 Zoll dick, und ihre Brennweite beträgt 4,2 Zoll.

Es ist wohl kaum einem Zweifel unterworfen, dass jene, die solche linsenförmige durchsichtige Steine anfertigten, auch deren vergrößernde Kraft wahrgenommen haben müssen. Gleichwohl findet sich in den Schriften der Alten nirgends ein Beweis dafür. Priestley (*The history and present state of Discoveries relating to vision, light and colours*. London 1772, p. 8) bemerkt über diese geschliffenen linsen- und kugelförmigen Steine, die er aus nicht näher entwickelten Gründen als den Druiden zugehörig ansieht, Folgendes: „Sie sind aus Bergkrystall in verschiedenen Formen gemacht; es kommen sphärische darunter vor und auch linsenförmige. Sie sind zwar nicht ganz vollkommen ausgeführt, dass sie alles leisten könnten, was bei einer genauern Arbeit von ihnen zu erwarten wäre; aber die Arbeit ist doch so weit gelungen, dass man unmöglich annehmen kann, ihre Wirkung, wenigstens ihre Vergrößerung, hätte denen unbekannt bleiben können, die öfters damit verkehrten, wenn nicht vielleicht gar die sphärischen oder linsenförmigen ausdrücklich dazu bestimmt waren, als Vergrößerungs- oder Brenngläser benutzt zu werden.“

Nur Eine Stelle kommt bei den Alten vor, die darauf hindeutet, dass eine Linse als dioptrisches Hilfsmittel benutzt wurde. In Vettori's *Diss. glyptographica*. Rom (1739) ist zuerst auf folgende Stelle bei Plinius (Lib. 37, Cap. 5) hingewiesen, wo vom Smaragde die Rede ist: *Praeterea longinquo amplificantur visu inficientes circa se repercussum aëra, non sole mutati, non umbra, non lucernis, semperque sensim radiantes et visum admittentes, ad crassitudinem sui facilitate translucida, quod etiam in aquis nos juvat. Idem plerumque concavi, ut visum colligant; quamobrem decreto hominum his parcitur scalpi vetitis, quamquam Scythicorum Aegyptiorumque*

*duritia tanta est, ut non queant vulnerari. Quorum vero corpus extensum est, eadem qua specula ratione supinis rebus imaginem reddunt. Nero princeps gladiatorum pugnas spectabat in smaragdo.* Es ist diese Stelle insofern etwas dunkel, als nicht mit Bestimmtheit daraus entnommen werden kann, ob Nero's Smaragd hohl geschliffen war, oder ob er zu denen gehörte, „*quorum corpus extensum est*“, die also nicht hohl, sondern geradflächig waren. Da nun aber angegeben wird, dass die letzteren als Spiegel gebraucht werden konnten, und es von Nero heisst, er habe hindurchgesehen, so ist es wahrscheinlicher, dass Nero einen hohlgeschliffenen Smaragd besass, der in der Mitte dünn genug war, dass man hindurchsehen konnte. Berücksichtigt man ferner, dass Suetonius (Nero, Cap. 51) dem Nero ein schwaches und stumpfes Gesicht (*oculis caesis et hebetioribus*) zuschreibt, Plinius (Lib. 11, Cap. 37, Sect. 54) aber von dem Myopen Nero spricht (*Neroni nisi quum conniveret ad prope admota [oculi] hebetes*), so wird man es in der That sehr wahrscheinlich finden, dass hier das erste Beispiel vorliegt, wo eine Hohllinse zu dem Zwecke benutzt wurde, wofür man auch jetzt noch eine Brille mit Hohlgläsern oder eine Lorgnette zu gebrauchen pflegt.

Geschieht nun auch der Vergrößerung durch Linsen in den Schriften der Alten sonst nirgends Erwähnung, so hatte man diese Erscheinung doch an hohlen, mit Wasser gefüllten Kugeln wahrgenommen. Der im ersten Jahrhundert unserer Zeitrechnung lebende Seneca (*Nat. Quaest. Lib. I, Cap. 3*) sagt: *Poma per vitrum adspicientibus multo majora sunt*, und daran reiht sich in gewisser Beziehung eine weiterhin (Cap. 6) vorkommende Stelle: *Poma formosiora quam sunt videntur, si innatant vitro*. Ferner sagt er auch in demselben sechsten Kapitel: *Litterae quamvis minutae et obscurae per vitream pilam aqua plenam majores clarioresque cernuntur*. Man würde aber sehr irren, wenn man daraus schliessen wollte, Seneca bringe die Erscheinung auf Rechnung der kugeligen Gestalt des Gefässes. Denn unmittelbar vorher heisst es: *Illud adjiciam, omnia per aquam videntibus longe esse majora*. Die eigentliche Ursache der Vergrößerung findet er also im Wasser.

Ueber das Vorkommen geschliffener Gläser bei den Alten fehlt es nicht an beweisenden Stellen. So bemerkt Plinius (Lib. 37, Cap. 7 u. 8) wiederholt, es würden falsche Diamanten aus Glas gemacht. Bei Seneca (l. c. Cap. 7) liest man aber: *Virgula solet fieri vitrea . . . ; haec si ex transverso solem accipit, colorem talem qualis in arcu videri solet reddit*, und weiterhin: *si apta fabricata foret, totidem redderet soles, quot habuisset inspectiones (insecturas?)* Hier ist offenbar von einem mit Kanten versehenen Stabe die Rede, der nicht durch Blasen diese Form angenommen haben konnte, sondern entweder durch Schleifen oder durch Giessen. Noch deutlicher übrigens spricht sich Plinius (Lib. 36, Cap. 26) aus, wo er vom Glase handelt: *Aliud flatu figuratur, aliud torno teritur, aliud argenti modo coelatur, Sidone quondam his officinis nobili, si quidem etiam specula excogitaverat. Haec fuit antiqua ratio vitri*.

Aus anderen Stellen ersieht man sodann, dass die Alten noch früher im Besitze von Brenngläsern gewesen sind. So hat Delahire (*Hist. de l'Acad. royale* 1708. cf. *Smith Opticks* II, p. 15) zuerst darauf aufmerksam gemacht, dass bei Aristophanes, der im fünften Jahrhundert vor Christus lebte, und zwar in den *Wolken* (Act. 2, Sc. 1), eines damals gut bekannten Glases Erwähnung geschieht, um mit Hülfe der Sonnenstrahlen Papier in einiger Entfernung in Brand zu stecken. Andere Stellen, welche für das Vorkommen von Brenngläsern bei den Alten sprechen, findet man bei Waller (*Philos. Exper. and Observ. by Hooker* etc. p. 348) gesammelt, der daraus den Schluss zieht, die erwähnten Brenngläser seien keine convexen Linsen, sondern vollkommene Kugeln gewesen, und einerseits hätten sie die Chirurgen als Cauterisationsmittel benutzt, andererseits die Vestalinnen, um ihr Feuer anzuzünden. Aus der Stelle bei Aristophanes folgert aber Delahire mit Recht, das Glas, wovon dort die Rede ist, könne keine Kugel gewesen sein, sondern eine Linse, weil das Papier in einiger Entfernung in Brand gesteckt werden soll, was ja kaum auf eine Kugel Anwendung finden kann, die immer nur eine sehr kleine Brennweite hat.

Bei Plinius (Lib. 37, Cap. 2) liest man: *Invenio apud medicos, quae sint urenda corporum, non aliter utilius uri putari, quam crystallina pila adversis opposita solis radiis*, und das scheint wirklich auf eine krystallene, das heisst gläserne Kugel oder Linse hinzudeuten. Doch an einer andern Stelle (Lib. 36, Cap. 26) schreibt er dieses zündende Vermögen einer mit Wasser gefüllten gläsernen Kugel zu: *Est autem caloris impatiens (vitrum), nisi praecedat frigidus liquor, quum addita aqua vitreae pilae sole adverso in tantum candescant, ut vestes exurant*.

Ein schwacher Beweis dafür, dass die Alten wirklich Vergrößerungsgläser besessen haben müssen, wird auch darin gefunden, dass unter den auf uns gekommenen Kunstproducten der Alten manche einer ganz ungemein feinen Ausführung sich erfreuen, die ohne Benutzung eines Vergrößerungsmittels kaum erreichbar gewesen zu sein scheint. So sagt Vettori (l. c. p. 107): *Exstant in Museo Victorio gemmae aliquae ita parvulae, ut lenticulae granum illis duplo major sit; et tamen in iis vel semiestantes figurae, vel incisae pariter spectantur, opera in area tam parvula sane admiranda, quas oculo nudo vix incisae esse judicaveris*. In der *Histoire de l'Academie des Inscriptions* (T. I, p. 270) findet sich die Beschreibung eines Siegels, welches dem blossen Auge ein ganz verwirrtes und unkenntliches Bild giebt, das sich aber unterm Mikroskope als eine bewundernswürdige Arbeit darstellt. Es ist dies das sogenannte Siegel des Michel Angelo auf Carneol. Nach der Abbildung hat es 15 Millimeter Länge auf 12 Millimeter Breite, und ausser mancherlei Nebendingen sind in diesem Raume nicht weniger als 17 Bilder von Menschen und Thieren gravirt. Es stellt einen Festzug dar zu Ehren der Geburt des Bacchus, oder nach Anderen ist darin das von Theseus eingesetzte Fest der Athene dargestellt, die Pyanepsien.

Es kann aber auch dieses Siegel gleich anderen feinen Arbeiten durch mechanische Hilfsmittel geschnitten sein, nach einer der jetzt zu diesem Zwecke benutzten Methoden. So zeigte Arago (*Comptes rendus*, 1845. XXI, Nro. 3) der französischen Akademie eine in Kupfer gestochene Karte von ganz Frankreich vor, welche Paulowicz mittelst eines von ihm erfundenen Instruments, des sogenannten Pantographen, in sehr kleinem Maassstabe ausgeführt hatte. Die ganze Karte hatte nur einen Durchmesser von kaum drei Centimeter, und doch unterschied man mittelst einer Lupe die Linien und die Namen der Oerter ganz genau. Ein noch auffallenderes Beispiel von feiner Bewegung der Hand durch mechanische Mittel liefert aber der mikroskopische Schreibapparat von Peters, welcher in den *Transact. of the Microsc. Society* (*Quart. Journ. of Microsc. Sc.* 1855, Nr. 12, p. 55) ausführlich beschrieben und abgebildet ist. Wesentlich stellt er ein System vernünftig combinirter Hebel dar, wodurch die Bewegung einer Diamantspitze, welche Buchstaben auf ein Glasplättchen schreibt, so sehr verlangsamt wird, dass diese linear 110 bis 6250 Male, oder quadratisch 12000 bis 3900000 Male kleiner sind, als wenn sie mit der nämlichen Bewegung der Hand, jedoch ohne Beiwirkung des Apparats, geschrieben würden. Der Verfertiger schrieb damit das Vaterunser auf 6 Zeilen mit Buchstaben von  $\frac{1}{10000}$  Zoll Höhe; es nahm  $\frac{1}{150000}$  Quadratzoll ein. Die Wirkung des Apparats ist so leicht und sicher, dass Dr. Carpenter, der Präsident der *Microsc. Society*, gleich beim ersten Versuche drei Zeilen auf noch nicht  $\frac{1}{10000}$  Quadratzoll schrieb, und bei der mikroskopischen Untersuchung ergab es sich, dass an den Buchstaben, die nur  $\frac{1}{1150}$  Zoll hoch waren, die Eigenthümlichkeit der Handschrift sich doch deutlich erkennen liess.

Dass nun die Alten zur Herstellung ihrer Intagli und Cameen mechanische Hilfsmittel benutzten, namentlich ein Rad und dadurch bewegte eiserne Spitzen, ist eine bekannte Sache; desgleichen, dass sie auch in Eisen gefasste Diamantsplitter dazu verwendeten. S. Lessing's antiquarische Briefe, wo folgende Stelle aus Plinius (Lib. 37, Cap. 4, Sect 15) angezogen ist: *Adamas, cum feliciter cumpi contigit in tam parvas frangitur crustas ut cerni vix possint; expetuntur hae sculptoribus ferroque includuntur nullam non duritiam ex facili cavantes.*

Es fragt sich daher, ob die Steinschneider im Alterthume die ganz kleinen, dem blossen Auge fast unsichtbaren Figuren auf die gleiche Art zu Stande gebracht haben, wie es noch heut zu Tage auf unseren Modellirbänken geschieht, nämlich durch mechanische Verkleinerung grösserer, erhabener bossirter Figuren.

Unter den Kunstwerken der Alten endlich, die schwerlich ohne Mithilfe einer Lupe zu Stande gebracht werden konnten, sind auch jene zu nennen, von denen Plinius (Lib. 7, Cap. 21) berichtet. So erzählt er auf die Autorität des Cicero hin, ein gewisser Strabo habe die ganze Ilias auf ein Blatt geschrieben, das in einer Nuss aufbewahrt werden konnte. Callicrates soll aus Elfenbein Fliegen und andere kleine

Thiere nachgemacht haben, deren einzelne Theile von Anderen nicht erkannt werden konnten. Myrmecides aber machte sich durch einen vierspännigen Wagen aus Elfenbein berühmt, so klein, dass ihn die Flügel einer Fliege deckten, sowie durch ein Schiff, welches durch die Flügel einer Biene gedeckt wurde.

Aus dem einen und dem andern darf man daher schliessen:

384

1. dass die Alten im Besitze der Kunst waren, durchsichtige sowohl wie undurchsichtige Steine zu schleifen und zu poliren;
2. dass sie diesen Steinen zuweilen die Form concaver oder convexer Linsen gaben;
3. dass sie neben dem Glasblasen auch die Kunst des Glasgiessens und Glasschleifens verstanden;
4. dass sie kugelförmige und auch linsenförmig geschliffene Gläser als Brenngläser benutzten;
5. dass sie beobachtet hatten, durch mit Wasser gefüllte gewölbte Flaschen erschienen die dahinter befindlichen Gegenstände vergrößert. Zwar scheint nirgends mit Bestimmtheit einer Vergrößerung durch linsenförmig oder kugelförmig geschliffene Gläser Erwähnung zu geschehen; man muss es aber fast für unmöglich halten, dass dieses Vermögen denen habe entgehen können, die sich solcher Gläser häufig bedienten.

Manche haben selbst Andeutungen von optischen Instrumenten bei den alten Autoren finden wollen. Nach Molyneux (*Treatise of Dioptricks*. Lond. 1692, p. 253) führt Paucirollus in seiner Schrift *De rebus inventis*, Tit. 15, angeblich aus Plautus folgende Stelle an: *Cedo vitrum, necesse est conspicio uti*. Nach Molyneux ist dieses Citat aber falsch und die Stelle nirgends zu finden.

Aus dem christlichen Autor Pisidas, der im 7. Jahrhundert in Constantinopel lebte, theilt Junius folgenden Satz mit: *τα μελλοντα ὡς δια διοπτρον συ βλεπεις* (Jones, *An Essay on the first Principles of Natural philosophy*, Oxf. 1762, p. 277). Welches Instrument, um zukünftige Dinge dadurch sichtbar zu machen, unter dem Worte *διοπτρον* hier gemeint ist, lässt sich schwer ausmachen; doch scheint kein genügender Grund vorhanden zu sein, um mit Jones an ein Teleskop zu denken.

Muss man es nun auch als ausgemacht ansehen, dass die Alten mit den hauptsächlichsten Wirkungen convexer durchsichtiger Körper vertraut waren, so scheint es doch eben so fest zu stehen, dass sie von der veranlassenden Ursache, nämlich von der Brechung der Lichtstrahlen, keine klare Vorstellung hatten, wenn es ihnen auch nicht entgangen war, dass die gerade Linie verloren geht, sobald Gegenstände theilweise unter Wasser gesehen werden, wie man nach Regnault (*l'Origine ancienne de la physique nouvelle*. Amst. 1765, p. 175) aus einigen Stellen bei Aristoteles und Plutarchus ersieht. Ptolemaeus, der im zweiten Jahrhundert nach Christus lebte und die Strahlenbrechung sehr gut kannte, ja selbst gemessen hat, scheint mit den Wirkungen convexer

durchsichtiger Körper nicht bekannt gewesen zu sein. Der erste, welcher eine freilich unrichtige Erklärung davon gegeben hat, ist Vitello um das Jahr 1270, und kurz nachher Roger Baco, von denen sogleich weiter die Rede sein wird.

385 Unzweifelhaft hatten die Alten über die Reflexion der Lichtstrahlen weit vollkommene Kenntnisse. Es ist hinreichend bekannt, dass schon in früher Zeit Brennspiegel hergestellt wurden, die unsere gegenwärtigen in der Wirkung selbst übertroffen haben müssen, wenn das wahr ist, was man von ihren Effecten erzählt. Ich brauche kaum an die bereits von vielen bezweifelte Erzählung über das Verbrennen der römischen Schiffe vor Syrakus durch Archimedes zu erinnern, worüber ausser manchen älteren Autoren Wilde (Gesch. d. Optik, 1838, Thl. 1, S. 31) sehr umständlich handelt.

Archimedes soll auch eine Abhandlung über parabolische Brennspiegel verfasst haben, die aber verloren gegangen ist. Dem Euclides werden sodann Optica zugeschrieben, worin auch von der Wirkung der Hohlspiegel gehandelt wird. Es führen aber mehrere Gründe auf die Vermuthung, dass dieses Werk nicht von Euclides stammt (*Encyclop. Britann.* Vol. 14, p. 179), während dagegen Wilde (a. a. O. Thl. 1, S. 11) annimmt, Euclides habe es zwar geschrieben, es sei aber durch Theon und andere Commentatoren umgeändert worden. Jedenfalls ist dieses Werk sehr alt. Die Gesetze der Lichtreflexion, namentlich aber dass der Einfallswinkel und Reflexionswinkel einander gleich sind, sind gewiss schon sehr früh den Nachfolgern des Plato bekannt gewesen, und zu diesen gehört auch Euclides.

Dass die Alten die Eigenschaft des Hohlspiegels, Gegenstände vergrößert darzustellen, wirklich benutzt haben, ist aus einer Stelle bei Plinius (Lib. 33, Cap. 9, Sect. 45) zu entnehmen: *Eadem vis in speculi usu. Polita crassitudine paulumque propulsa dilatatur in immensum magnitudo imaginum*; noch mehr aber aus der von Porta (*Magia naturalis s. de miraculis rerum naturalium.* Antw. 1560, Lib. 4, Cap. 14) bereits angezogenen schmutzigen Geschichte, die bei Seneca (*Nat. Quaest.* Lib. 1, Cap. 15 u. 16) zu lesen ist: *Sunt specula, quae faciem prospicientium obliquent, sunt quae in infinitum augeant ita, ut humanum habitum modumque excedant nostrorum corporum.* — Hostius (qui tam virorum quam feminarum avidus fuit) fecit specula ejus notae cujus modo retuli, imagines majores reddentia, in quibus digitus brachii mensuram et crassitudinem excederet. Haec autem ita disponebat, ut cum virum ipse pateretur, aversus omnes admissarii sui motus in speculo videret ac deinde falsa magnitudine ipsius membri tanquam vera gaudebat.

## Zweiter Abschnitt.

### Spätere Geschichte der Linsen und Erfindung der Brillen.

---

Wir müssen jetzt einen Zeitraum von nicht weniger als 1000 Jahren 386 überspringen, worin nur wenig zur Förderung der Wissenschaften geschehen ist; und von diesem Wenigen ist selbst nur ein kleiner Theil auf uns gekommen. Der erste, welcher nach dieser Zeit der Erscheinungen an convexen Gläsern Erwähnung thut, ist der Araber Alhazen Ben Alhazen, der etwa um das Jahr 1100 lebte. Man liest in dessen Optik (*Opticae thesaurus Alhazeni Arabis*. Basil. 1572, Lib. VII, 44 u. 45), dass, wenn ein Object dicht an die gerade Fläche eines Glaskugelsegments gehalten wird, dessen gewölbte Fläche dem Auge zugekehrt ist, dieses Object sich dann vergrössert darstellen wird. Hier finden wir also zuerst die Wirkung einer planconvexen Linse beschrieben, wiewohl es Alhazen entgangen ist, dass das Object nicht dicht an die Linsenoberfläche gehalten zu werden braucht.

Im Jahre 1270 schrieb Vitello eine Optik (*Vitellonis Thuringopoloni περι οπτικής sive de natura, ratione et projectione radiorum visus, luminum, colorum, formarum etc. Libr. X. editi opera G. Tanstetter et Petri Apiani*. Norimb. 1535 Fol.; mit Alhazen's Schrift zusammen in: *Opticae thesaurus, ed. Federico Risnero*. Basil. 1572, Fol.). Alles Wichtige aus der Schrift von Alhazen ist darin aufgenommen, und so auch die genannte Erscheinung. Indessen seine Beobachtungen sowohl wie seine Erklärungen sind falsch, und es scheint fast ausgemacht, dass er nicht aus eigener Erfahrung spricht, sondern nur mittheilen will, was Alhazen darüber sagt, den er offenbar falsch verstanden hat. Denn während Alhazen von der Wirkung eines Kugelsegments redet, welches grösser denn eine

Halbkugel ist, handelt Vitello von einem der Halbkugel an Grösse nachstehenden Kugelsegmente, und er glaubt, der Punkt, worin sich alle durch ein solches Segment gehende Strahlen vereinigen, müsse gerade der Mittelpunkt der Kugel sein.

Gleichzeitig mit Vitello lebte Roger Baco (geb. 1214, gest. 1292), ein Mann, der alle seine Zeitgenossen in der Kenntniss der Natur und ihrer Erscheinungen übertraf, und das gewöhnliche Loos solcher theilte, die sich in Kenntnissen auszeichnen, während die ganze Umgebung dumm und unwissend ist. Er wurde nach Molyneux (a. a. O. S. 257) der Zauberei beschuldigt und ins Gefängniss geworfen, worin er 10 Jahre schmachtete und nach manchen Angaben sogar starb. Aus vielen Stellen seiner Schriften ersieht man, dass er mit dem Gebrauche convexer Gläser bekannt war, und es finden sich auch ziemlich deutliche Spuren, dass er dieselben zu zusammengesetzteren optischen Instrumenten zu combiniren versuchte. Molyneux und Smith führen folgende Stellen aus seinem *Opus majus* an: *Si vero corpora non sunt plana per quae visus videt, sed sphaerica, tunc est magna diversitas, num vel concavitas corporis est versus oculum vel convexitas etc.*, und weiterhin: *De visione fracta majora sunt; nam facile patet, maxima posse apparere minima et e contra, et longe distantia videbuntur propinquissime et e converso. Sic etiam faceremus Solem et Lunam et Stellas descendere secundum apparentiam inferius etc.* Die Bekanntschaft mit Vergrößerungsgläsern erhellt aber aufs deutlichste aus folgender Stelle: *Si vero homo aspiciat literas et alias res minutas per medium crystalli vel vitri vel alterius perspicui suppositi literis, et sit portio minor sphaerae, cujus convexitas sit versus oculum, et oculus sit in aëre, longe melius videbit literas et apparebunt ei majores. Nam secundum veritatem canonis quinti de sphaerico medio, infra quod est res et citra ejus centrum, et cujus convexitas est versus oculum, omnia concordant ad magnitudinem: quia angulus major est sub quo videtur, et imago est major, et locus imaginis est propinquior, quia res est inter oculum et centrum, et ideo hoc instrumentum est utile senibus et habentibus oculos debiles. Nam literam quantumcunque parvam possunt videre in sufficiente magnitudine.*

Endlich berichtet auch noch Record (*Chemin de la Science* 1551), dass Baco ein Glas geschliffen habe, durch das man so merkwürdige Sachen sah, dass die Wirkung desselben allgemein der Macht des Teufels zugeschrieben wurde.

Aus diesem Allen scheint nun soviel zu folgen:

1. dass Baco planconvexe Linsen besass, mit deren vergrößernder Kraft er durch eigene Beobachtung vertraut war;
2. dass er den Grund der Vergrößerung der Objecte darin fand, dass sie es möglich machen, die letzteren unter einem grössern Winkel zu sehen;
3. dass er einsah, wie nützlich solche Linsen denen sein müssen, die alt sind und ein schwaches Gesicht haben.

Es ist klar, dass diese letztere Wahrnehmung unmittelbar zur Er-

findung der Brillen führen musste, wenn auch bezweifelt werden kann, ob Baco Gläser mit einem weiten Focus, wie bei den eigentlichen Brillen, angefertigt hat, und dass er vielmehr ein stärkeres Vergrößerungsglas in der Hand halten oder auf die Schrift legen wollte, um namentlich dadurch Buchstaben deutlich lesen zu können\*).

\*) Man hat viel darüber geschrieben, welche Kenntniss Baco über die Wirkung convexer Gläser besessen habe. Manche lassen ihn sogar als den Erfinder optischer Instrumente gelten; andere dagegen glauben, dasjenige, was er über das Vergrößerungsvermögen convexer Gläser mittheilt, beruhe nicht auf eigenen Versuchen, sondern sei nur den Werken von Alhazen und Vitello entlehnt. Einige Dunkelheiten in den angezogenen Stellen scheinen diese Annahme allerdings einigermaassen zu rechtfertigen. Baco sagt, man solle das Vergrößerungsglas auf die Buchstaben legen; auch erklärt der Kanon, worauf er sich beruft, die Erscheinung eigentlich nicht, denn er spricht dort nur von Objecten, die sich innerhalb eines dichterem Mediums, namentlich in Wasser befinden. Man liest ferner in dem berühmten Briefe Baco's: *De mirabili potestate artis et naturae, ubi de philosophorum lapide etc.*, der zuerst bei Claudius Celestinus: *De his quae mundo mirabiliter eveniunt. Lutetiae Parisiorum 1542.* 4. abgedruckt ist, Folgendes: *Possunt enim sic figurari perspicua, ut longissime posita appareant propinquissima et e contrario, ita quod incredibili distantia legeremus literas minutissimas et videremus res quantumcunque parvas et stellas faceremus apparere quo vellemus . . . Possunt et sic figurari corpora, ut maxima appareant minima et e contrario, et alta appareant ima et infimae contrario, et occulta appareant manifesta.* Wenn aber einige Zeilen weiter zu lesen steht: *Possunt etiam sic figurari perspicua, ut omnis homo ingrediens domum videret veraciter auream et argenteam et lapides preciosas,* so wird jener durch den ersten Satz hervorgerufene Eindruck gar sehr geschwächt. Liest man dann ferner daselbst: *Instrumenta navigandi possunt fieri sine hominibus navigantibus, ut naves maximae et marinae ferantur unico homine regente, majori velocitate quam si essent plenae hominibus navigantibus: unde currus possunt fieri, qui sine animali moveantur cum impetu inaestimabili . . . et infinita talia possunt fieri, ut pontes ultra flumina sine columna et aliquo obstaculo,* so könnte man an die Dampfschiffe, Locomotiven und Hängebrücken der Gegenwart denken, wenn nicht ein eingeschobener Satz (*possunt fieri instrumenta volandi, ut homo sedens in medio instrumenti revolvens aliquod ingenium, per quod alae artificialiter compositae, aërem verberent ad modum avis volantis*) bewiese, dass Baco, weit davon entfernt, alles, was er sich in seinen philosophischen Träumen als möglich dachte, durchs Experiment nachzuweisen, sich vielmehr dazu verleiten liess, seine theoretischen Vorspiegelungen für wirkliche Wahrheiten zu halten.

Mahnend uns nun aber auch diese Beispiele, Baco's Kenntnisse über Dinge, von denen er in der That nicht vielmehr als eine Ahnung hatte, mit Vorsicht zu beurtheilen, so müssen wir doch andererseits eingestehen, dass seine im Texte enthaltenen Angaben über das Vergrößerungsvermögen der Linsen die Erscheinung zu scharf zeichnen, als dass man annehmen dürfte, er habe sie nicht selbst wahrgenommen, sondern nur anderen nachgeschrieben, wemgleich er eine unrichtige Erklärung davon giebt. Ferner wurden um Baco's Zeit die Brillen wirklich bekannt, und man darf doch wohl nicht annehmen, dass man auf einmal, fast ohne Vorbereitung, zur Darstellung von Brillengläsern gekommen ist; der gewöhnliche Gang der menschlichen Entdeckungen lässt vielmehr vermuthen, dass man, nachdem die Wirkungen convexer durchsichtiger Körper wahrgenommen worden waren, allmählig Gläser zu schleifen begann mit einem immer weiteren Focus, bis man endlich auf Gläser kam, welche dem bei Brillengläsern vor-schwebenden Zwecke entsprachen.

387 Wie dem auch sei, es steht soviel fest, dass kurz nach Baco's Tod wenn nicht vielleicht gar schon vorher, die Brillen in Europa in Gebrauch gekommen sind \*).

Molyneux (*Dioptrica nova*, p. 254) führt eine Stelle aus Menage (*Origini della lingua Italiana*. Ginevra 1685) an, die dieser der Handschrift eines griechischen Gedichts auf der königlichen Bibliothek in Paris entnommen hat. Der Verfasser des Gedichts, welcher etwa ums Jahr 1150 lebte, spottet nämlich über die damaligen Aerzte, „dass sie die Excreta ihrer Kranken mit einem Glase beguckten“. Wäre damit gesagt, dass die damaligen Aerzte die Excreta der Kranken wirklich mittelst eines convexen Glases untersuchten, dann würde freilich die Benutzung des Vergrößerungsglases zu diagnostischen Zwecken von weit älterem Datum sein als man meistens glaubt. Da jedoch über die Form dieses Glases nichts gesagt wird, so wenig als über den Zweck seines Gebrauchs, so dürfen wir wohl annehmen, dass die Aerzte dabei mehr den Zweck hatten, ihre Nase zu schützen, nicht aber ihre Augen zu verstärken.

Zuverlässigere Nachrichten über die Zeit der Brillenerfindung haben wir durch Redi's Nachforschungen erhalten. Dieselben sind in zwei

---

\*) Bekanntlich sind mancherlei Erfindungen, wie die des Schiesspulvers, der Compassnadel u. s. w. schon früher von den Chinesen gemacht worden, und das scheint auch mit den Brillen der Fall zu sein; wenigstens scheint die Erfindung unabhängig von Europa bei den Chinesen vorzukommen. Ihre Brillen sind ganz verschieden von den unseren. Es sind zwei grosse, theilweise convex und theilweise concav geschliffene runde Scheiben aus einem Mineral, das sie *Scha-chi*, d. h. Theestein nennen, weil seine Farbe einem dunkeln Theeaufgusse gleicht. Diese durchsichtigen Scheiben befestigen sie vor den Augen dadurch, dass sie seidene Schnuren hinter die Ohren führen. S. Carl Bursy, das künstliche Licht und die Brillen. Mitau u. Lpz., 1846, S. 29.

Nach manchen Angaben sollte der Gebrauch der Brillen früher als irgend anderswo bei den südamerikanischen Völkern bekannt gewesen sein, deren älteste Cultur wenigstens noch in ihren Bau- und Bildwerken zu uns spricht. In A. Voit's Denkmälern der Kunst zur Uebersicht ihres Entwicklungsganges. Stuttg. 1845, Heft 1, Taf. 2 und 3, sind mehrfache derartige Ueberbleibsel aus Mexico, Peru u. s. w. dargestellt, und darunter vielleicht auch ein Kopf mit einer Brille. (W. Menzel's Literaturblatt, 1845, Nr. 104, S. 116). Die blosse Uebereinstimmung der Form und das Anbringen vor den Augen bürgen aber noch keineswegs mit Sicherheit dafür, dass diese Deutung eine richtige ist.

Es fehlt auch nicht an märchenhaften Angaben über die Erfindung der Brillen. Der heilige Hieronymus, der im vierten Jahrhundert lebte, soll bereits Brillen gekannt haben, und noch im Jahre 1660 hatte in Venedig die Ladenthür eines Brillenverkäufers die Aufschrift: *San Girolamo inventore degl' occhiali*. Der Irrthum ist vielleicht durch Anachronismen hervorgerufen worden, deren sich Maler schuldig gemacht haben. So hat Domenico del Ghirlandajo (geb. 1551, gest. 1595) den heiligen Hieronymus wirklich mit einer Brille auf der Nase abgemalt. Auch Ludovico Candi da Cig'oli (geb. 1559, gest. 1613) hat sich diesen Anachronismus in dem Bilde erlaubt, welches den alten Simeon mit dem Christuskinde in der Kirche San Francesco di Prato darstellt. (Bursy a. a. O., S. 26).

Briefen an Carlo Dati und an Paolo Falconieri enthalten, die sich im vierten Theile seiner Werke befinden, im Auszuge aber bei Spon, *Recherches curieuses d'antiquité*. Lyon, p. 163, sowie in den *Philos. Transact.* f. 1683. p. 392 zu lesen sind. Auch bei Girolamo Tiraboschi, *Storia della Letteratura Italiana*. Modena, 1793. p. 163 findet man die bezüglichen Stellen. Redi verlegt die Erfindung zwischen 1280 und 1311, wobei er sich auf folgende Zeugnisse stützt. In einer Chronik, die handschriftlich bei den Prädikanten zu St. Catharina in Pisa aufbewahrt wird und die auch der Reihe nach von mehreren gleichzeitig lebenden Autoren abgeschrieben wurde, liest man nämlich: *frater Alexander de Spina, vir modestus et bonus, quaecumque vidit aut audivit facta scivit et facere. Ocularia ab aliquo primo facta et communicare nolente ipse fecit et communicavit corde hilari et volente*. Dieser Alexander de Spina nun war in Pisa geboren und starb im Jahre 1313. Er verstand die Kunst des Brillenmachens am Ende des 13. oder zu Anfang des 14. Jahrhunderts, und wenn ihm auch nicht die Ehre der Erfindung zufällt, so hat er doch das grosse Verdienst, diese Erfindung bekannt gemacht zu haben.

Dass die Erfindung der Brillen aber schon in die letzten Jahre des 13. Jahrhunderts fällt, kann man aus einer Stelle in einer Handschrift vom Jahre 1299 schliessen, die den Titel führt: *Trattato del governo da Sandra di Pipozzo di Sandro Fiorentino*, worin der Schreiber sagt, er sei so vom Alter gebeugt, dass er weder lesen noch schreiben könne ohne die Gläser, die man Brillen nennt, und die neuerdings erfunden seien zur Bequemlichkeit gebrechlicher Alten, denen das Gesicht versagt\*). Damit stimmt auch überein, was Giordano da Rivalta, der im Jahre 1311 im Kloster zu St. Catharina in Pisa starb, also ein Klosterbruder des Alexander de Spina, in einer Predigt, gehalten am 23. Februar 1305 zu Florenz, seinen Zuhörern sagte, dass es nämlich noch nicht 20 Jahre her sei, seitdem die Kunst der Brillenverfertigung erfunden sei, eine der nützlichsten Künste auf der Welt, und dass er den Erfinder selbst gesehen und gekannt habe\*\*). Dass die Brillen in den ersten Jahren des 14. Jahrhunderts wirklich schon ziemlich bekannt waren, ersieht man daraus, dass der berühmte Arzt Bernard Gordon in Montpellier im Jahre 1305 in seinem *Lilium medicinae* eine Augensalbe mit dem Besatze anpreist: *et est tantae virtutis, quod decrepitem faceret legere literas minutas absque Ocularibus*.

Nach A. von Humboldt (*Kosmos* Bd. 2, S. 508) sollen die Brillen in

\*) „Mi trovo così gravoso di anni, che non abbia vollenza di leggere e scrivere senza vetri apellati okiali, trovati novellamente per comodita delli poveri vekki, quando affiebolano del vedere.“

\*\*\*) Non è ancora vent'anni, che si trovò l'arte die fare gli occhiali, che fanno veder bene, che è una delle migliori arti e delle piu necessarie, che il mondo abbia“ . . . „Jo vedi colui, che prima la trovò e fece, e favellagli“.

Haarlem schon zu Anfang des 14. Jahrhunderts bekannt gewesen sein; nur ist die Quelle nicht angegeben, woraus diese für die Geschichte der optischen Instrumente in den Niederlanden so wichtige Angabe entlehnt worden ist.

Der Name des wahren Erfinders blieb aber verborgen, bis Leopoldo del Migliore, ein florentinischer Alterthumskundiger, in der Kirche Santa Maria Maggiore zu Florenz folgende alte Grabschrift entdeckte: *Qui giace Salvino d'Armato degli Armati di Fir. Inventore degli Occhiali. Dio gli perdoni la peccata. Anno D. MCCCXVII.* (s. Tiraboschi l. c. p. 198. Musschenbroek *Introd. ad. philos. nat.* II, p. 786, u. Volkmann, Nachrichten aus Italien. Th. 1, S. 512). Diese Grabschrift, verbunden mit den oben angeführten Zeugnissen Redi's, macht es also höchst wahrscheinlich, dass Armati der Mann gewesen ist, den Giordano da Rivalta als den ersten Verfertiger der Brillen gekannt haben will und dem Alexander de Spina die Kunst abgelernt hat.

388

Fassen wir nun alles Bisherige zusammen, so ergibt sich, dass schon in sehr alten Zeiten das Vergrößerungsvermögen convexer durchsichtiger Körper bekannt war, und ebenso die Kunst, Glas und selbst Bergkrystall zu schleifen. Späterhin finden wir diese Kunst noch erhalten und zwar besonders bei den Mönchen, fast den einzigen, in deren Händen damals Kunst und Wissenschaft lagen. Denn mehr als wahrscheinlich ist es doch wohl, dass ausser Roger Baco auch noch andere Mönche das Verfahren der Alten beim Glasschleifen verstanden; dies erhellt schon aus dem Beispiele des Alexander de Spina, der offenbar die Kunst des Glasschleifens verstand, da er ohne Unterricht die von einem anderen verfertigten Brillen nachzumachen verstand. Die Erfindung der Brillen beruht also nur darauf, dass man anfing, Linsen mit grösserer Brennweite als früherhin zu schleifen, und dies hat wahrscheinlich um die Jahre 1285 bis 1290 stattgefunden.

In der letzten Hälfte des 14. Jahrhunderts mussten die Brillen wohl schon sehr verbreitet sein, denn Molyneux (l. c. p. 257) führt von Guido de Chauliac an, derselbe habe 1363 in seiner *Chirurgia magna* ein paar Augenwasser angegeben und dann hinzugefügt: wenn diese nicht helfen, dann müsse man zur Brille greifen.

Allmählig wurde auch das Brillenschleifen ein Handwerk, welches aller Orten von einiger Bedeutung geübt wurde. So werden am Ende des 16. Jahrhunderts in Middelburg zwei Brillenschleifer mit Namen aufgeführt, nämlich Hans Janssen mit seinem Sohne Zacharias und Lippershey, und zur Zeit Leeuwenhoek's (*Sendbrieven*, Delft 1718, p. 169) befanden sich deren drei zu Leyden. Diese allgemeine Ausbreitung der Kunst, Glas zu Linsen zu schleifen, hat aber zur glücklichen Erfindung der zwei mächtigsten Hilfsmittel der Beobachtung geführt, zum Teleskope und zum Mikroskope.

### Dritter Abschnitt.

## Erfindung des zusammengesetzten Mikroskops und erste Benutzung der einfachen Linse zu wissenschaftlichen Untersuchungen.

Wir nähern uns jetzt dem Zeitpunkte, wo die eigentliche Geschichte 389  
des Mikroskops ihren Anfang nimmt, als Werkzeug nämlich, welches den  
Schleier abheben sollte von den Naturerscheinungen, die dem blossen  
Auge unlösliche Räthsel sind. Wir haben gesehen, dass schon seit Jahr-  
hundertern die vergrössernde Kraft der convexen Gläser und Spiegel be-  
kannt war, und dass man wahrscheinlich bei feinen Kunstarbeiten davon  
Gebrauch gemacht hatte, und doch scheint Niemand auf den Gedanken  
gekommen zu sein, das Auge damit zu waffnen, um dadurch tiefer in  
die Geheimnisse der Natur einzudringen. Die einfache Linse war seit  
langer Zeit bekannt. Das war aber noch kein Mikroskop; ein solches  
wurde sie erst von dem Augenblicke an, wo sie zur Untersuchung von  
Naturkörpern verwandt wurde, die vermöge ihrer Kleinheit sich dem Auge  
entzogen. Wann dies zuerst geschehen, ist aber schwer mit einiger  
Sicherheit anzugeben. Philippus Bonannus (*Observationes circa viventia  
quae in rebus non viventibus reperiuntur, cum Micrographia curiosa.* Rom.  
1691, p. 7) hat zwar ein Verzeichniss derer geliefert, die bis zu seiner  
Zeit ihre mit dem Mikroskope ausgeführten Untersuchungen beschrieben  
haben sollten, und als ersten nennt er Georg Hufnagel, der im Jahre  
1592 in Frankfurt ein Werk über Insecten mit 50 Kupfertafeln heraus-  
gab. Ich kenne dieses Werk nicht selbst; sind aber wirklich darin mikro-  
scopische Beobachtungen in Worten mitgetheilt, so sind diese mit einfachen  
Linsen ausgeführt worden, denn in diesem Jahre war, wie gleich zu er-  
wähnen, das zusammengesetzte Mikroskop kaum noch bekannt.

Huygens (*Opuscula posthuma*. Amstelod. 1728, I. *Dioptrica*, p. 170) meint, einfache Linsen statt des Mikroskops seien erst nach Erfindung der Teleskope in Gebrauch gekommen. Ich halte es für sehr wahrscheinlich, dass man erst nach der Erfindung des zusammengesetzten Mikroskops sich mehr und mehr auf das Schleifen von immer kleineren Linsen gelegt hat, die man dann auch für sich als Mikroskope gebrauchte, namentlich nachdem Leeuwenhoek's treffliche Beobachtungen gelehrt hatten, was man damit erzielen kann.

Bevor ich jedoch über die Schicksale des einfachen Mikroskops weiter mich auslasse, muss ich erst einige Augenblicke bei der Geschichte der Erfindung des zusammengesetzten Mikroskops verweilen.

390 Zwei Nationen streiten noch bis diesen Tag um die Ehre der Erfindung des zusammengesetzten Mikroskops, die Italiener nämlich und die Holländer, und bei beiden hat man diese Ehre mehr denn Einem zuweisen wollen. Bei den Italienern sind es Fontana und Galilei\*), bei den Holländern Drebbel von Alkmaar, und zwei Middelburger, nämlich Hans und Zacharias Janssen, Vater und Sohn.

Fontana gab 1646 in Neapel seine *Novae celestium terrestriumque observationes* heraus, worin er angiebt, er habe das Mikroskop im Jahre 1618 erfunden; er beruft sich dabei auf das Zeugniß eines Jesuiten, der dasselbe sieben Jahre später bei ihm selbst gesehen habe. Dieses Zeugniß lautet: *Ego Hieronymus Sirsialis soc. Jesu S. T. P. in collegio Neapolitano testatum volo me circiter annum 1625 Francisci Fontanae vidisse Microscopium ab ipso mira arte compositum etc.*

Von Galilei berichtet dessen Biograph Viviani (*Divinatio* II, p. 123 und Galilei, *Opere* I, p. XX), die Erfindung der Teleskope habe ihn auch zu jener der Mikroskope geführt, und im Jahre 1612 habe er ein solches Instrument an den König Casimir von Polen geschickt. Libri (*Hist. des Sc. math. en Italie* IV, p. 222) dagegen hat späterhin dargethan, dass Galilei sein Mikroskop nicht an Casimir, sondern an König Sigismund von Polen geschickt hat.

Ueber Drebbel berichtet Huygens (*Dioptrica*, p. 170), derselbe

\*) Man hat auch Porta genannt (Chevalier, die Mikroskope u. s. w., übers. v. Kerstein. 1843, S. 4); ich meine aber, dass dieser in keiner Weise hier in Betracht kommen kann. Weder in der Ausgabe seiner *Magia naturalis*, welche 1560 in 4 Büchern erschien, noch auch in der späteren von 1607 in 20 Büchern kommt etwas vor, was zu dieser Annahme führen könnte. Er spricht darin kaum über das Vergrößerungsvermögen der Linsen. Porta hat zwar auch noch ein Buch *De refractione optica* geschrieben, das ich nicht selbst gelesen habe; aber weder Wilde in seiner Geschichte der Optik, noch Libri in seiner *Histoire des sciences mathématiques en Italie*, der sehr ausführlich über Porta handelt, melden etwas, was auf die Erfindung des Mikroskops durch Porta hinwies. — Eine andere Frage ist die, ob Porta nicht das Teleskop gekannt habe. Einige bemerkenswerthe Stellen darüber kommen im zehnten Hauptstücke seiner *Magia naturalis* (1607) vor, die man in der letzten Zeit wohl zu wenig berücksichtigt hat.

habe sich damals in London aufgehalten und im Jahre 1621 hätten viele bei ihm Mikroskope gesehen, als deren erster Erfinder er dort allgemein gelte\*). Van Cappelle (*Bydragen tot de geschiedenis der Wetenschappen en letteren in Nederland* 1821, p. 92) theilt ferner einen Brief des Peiresc in Paris vom 21. Dec. 1622 an G. Cambden in London mit, worin Folgendes vorkommt: *On nous raconte ici de grandes merveilles des inventions de Sieur Cornelius Drubelsius Alcmariensis, qui est au service du Roy de la grande Bretagne, résident en une maison près de Londres. Je vous supplie de m'écrire un mot de la verité de chacune de ces inventions. Nous avons bien vu ici de ces petites lunettes, qui font voir des cirons et des mistes gros comme des mouches, mais je voudrais bien être assuré de ce qu'il y a de vrai touchant ces autres inventions.* Daraus ersieht man, dass 1622 in Paris Mikroskope von Drebbel zu sehen waren. Es folgt aber nicht daraus, dass es zusammengesetzte Mikroskope waren, da man eben so gut annehmen kann, dass es kleine Mikroskope mit nur Einer Linse waren, von der Art, die man später *Vitra pulicaria* nannte.

Ueber Drebbel's Antheil an der Erfindung des Mikroskops und besonders über das Bekanntwerden dieses Instruments in Italien ist aber durch die interessante Entdeckung des Abbé Rezzi, des Bibliothekars im Palast Corsini, mehr Licht verbreitet worden. Unter vielen anderen Briefen des eben genannten Peiresc in der Barberini'schen Bibliothek hat Rezzi auch 10 gefunden, die auf das Mikroskop Bezug haben, und die Peiresc in den Jahren 1622, 1623 und 1624 aus Paris und aus Aix an Hieronymus Aleandro in Rom geschrieben hat. Sie sind in der kleinen Schrift von Rezzi (*Sulla invenzione del microscopio etc.*, Rom 1852, 4, p. 36 bis 40) mitgetheilt. Aus dem ersten dieser Briefe (Paris, 7. Juni 1622) ersieht man, dass ein gewisser Jacob Kuffler von Köln, ein ~~Blutsverwandter~~ <sup>Schwager</sup> des Cornelius Drebbel, dem Peiresc Augengläser (*Occhiali*) neuer und eigener Erfindung zeigte, durch die man einen Floh so gross wie eine Heuschrecke und die Käsemilben so gross wie Fliegen sah. Mit einem solchen Augenglase begab sich Kuffler nach Rom, den Brief des Peiresc als Empfehlungsbrief an Aleandro mit sich nehmend, worin versucht wurde, ihn bei Hofe einzuführen, namentlich beim Cardinal Santa Susanna und beim Cardinal Barberini, der ein Jahr später als Urban VIII. zum Papste gewählt wurde. Bald

\*) Wie sonderbar die Sachen manchmal durch eine unvollständige und unaufmerksame Compilation verdreht werden, dafür kann ich ein paar Beispiele anführen. Giovanni Santini (*Teorica degli stromenti ottici*, Padova 1828, p. 158) hat offenbar Huygens gelesen und schreibt: *Sembra doversi stabilire una si utile invenzione fra il 1628 ed il 1621, e doversene attribuire l'onore all' Inglese Drebbel*; er macht also Drebbel zu einem Engländer. Noch besser macht es aber der Referent über Brewster's *Martyrs of Science* in der *Bibliothèque universelle de Genève*. 1846. Janv., p. 319, wenn er schreibt: *Il (Galilée) affirme qu'il n'a vu aucun des Telescopes de Dutch*, als wäre Dutch (Holländer) ein Eigennamen. — Brewster selbst im *Treatise on the Microscope* nennt Janssen wiederholt Zansz.

nach seiner Ankunft scheint aber Kuffler gestorben zu sein. Wenigstens gedenkt Peiresc im folgenden Briefe vom 8. December 1622 des Todes von Kuffler, und drückt zugleich sein Bedauern aus, dass Kuffler nicht im Stande gewesen sei, die wunderbaren Wirkungen seines Augenglases in Rom zu zeigen. Fast ein Jahr später (17. Sept. 1623) fand Peiresc erst Gelegenheit, den Verlust zu ersetzen, indem er die beiden eigenen, ebenfalls von Drebbel gefertigten und von Kuffler zurückgelassenen Augengläser zuschickte. Aus einem Briefe von Aix (3. März 1624) ersieht man aber, dass man in Rom mit dem Instrumente nicht zurecht kam. Peiresc giebt darin verschiedene Anweisungen über den Gebrauch, die deshalb von Wichtigkeit sind, weil man mit Bestimmtheit daraus ersieht, dass zu diesen Mikroskopen zwei convexe Gläser gehörten; denn er erwähnt ausdrücklich der Bildumkehrung. Aus dieser Anweisung folgt ferner, dass der Abstand beider Gläser von einander und folglich auch die Vergrößerung des Instrumentes innerhalb gewisser Grenzen dem Wechsel unterlag. Dass es ferner nur für undurchsichtige Objecte passte, ist aus dem Briefe vom 24. Mai 1624 zu entnehmen, worin Peiresc die Beleuchtung durch Sonnenlicht anrath. Aus dem letzten Briefe (1. Juli 1624) ersieht man endlich, dass man in Rom erst dann dazu kam, die Objecte durch dieses Vergrößerungsglas ziemlich hell zu sehen, als Galilei dort angekommen war.

Das Zeugniß für Hans und Zacharias Janssen als Erfinder des Mikroskops findet sich in der Schrift des zu Castres geborenen und 1689 verstorbenen Leibarztes Ludwig's XIV., Pierre Borel, oder Petrus Borellus: *De vero telescopii inventore, cum brevi omnium conspiciolorum historia. Accessit etiam Centuria observationum microscopiarum. Hag. Comitum 1655.* Darin findet sich ein Brief von Willem Boreel (Baron von Vroendyke, Herr von Duinbeke, Pensionarius von Amsterdam) vor, geb. 1591 in Middelburg, 1619 Advocat der ostindischen Compagnie und als solcher nach England geschickt, dann noch anderwärts Gesandter, und 1627 als Gesandter nach Paris gehend, wo er mit dem genannten Leibarzte Pierre Borel bekannt wurde, dem er jedoch nicht verwandt war. Pierre Borel giebt aber an, dass er auf den Wunsch des Willem Boreel die Feder ergriffen habe, um Middelburgs Recht zu vertheidigen. Der in der genannten Schrift enthaltene Brief des Willem Boreel lautet: *Middelburgum Selandorum metropolis mihi patria est. Juxta aedes ubi natus sum in foro olitorio templum novum est, cujus parentibus (parietibus?) nectuntur aediculae quaedam satis humiles. Harum unam prope portam monetariam occidentalem inhabitabat anno 1591 (cum natus sum) quidam conspiciolorum confector nomine Hans, uxor ejus Maria, qui filium habuit praeter filias duas, Zachariae nomine quem novi familiarissime, quia puero mihi vicino vicinus ab ineunte tenerrima aetate colludens. Semper adfuit, egoque puer in officina ipsi saepiuscule adfui. Hic Hans id est Johannes cum filio suo Zacharia, ut saepe audivi, Microscopia primi invenere, quae principi Mauritio gubernatori et summo duci exercitus Belgicae foederatae obtulerunt, et*

*honorario aliquo donati sunt. Simile microscopium postea ab ipsis oblatum fuit Alberto archiduci Austriaco, Belgicae regiae supremo gubernatore. Cum in Anglia anno 1619 Legatus essem, Cornelius Drebelius Alckmarianus Hollandus, vir multorum secretorum naturae conscius ibique regi Jacobo in mathematicis inserviens, et mihi familiaris, ostendit illud ipsum instrumentum mihi, quod archidux ipsi Drebelio dono dederat, videlicet microscopium Zachariae istius; nec erat (ut nunc talia monstrantur) curto tubo, sed fere ad sesquipedem longo, cui tubus ipse erat ex aere inaurato, latitudinis duorum digitorum in diametro insidens tribus delphinis ex aere, itidem subnixis; in basis disco ex ligno ebano, qui discus continebat impositas quisquilias aut minuta quaeque, quas desuper inspectabamus forma ampliata ad miraculum fere maxima. Ast longe post, nempe anno 1610, inquirendo paulatim etiam ab illis inventa sunt Middelburgi Telescopia longa siderea etc.*

Man ersieht aus dieser Beschreibung, dass es sich um ein zusammengesetztes Mikroskop handelt, welches nur wenig von jenen abweicht, wie sie noch eine geraume Zeit späterhin verfertigt wurden. Auf die wahrscheinliche optische Einrichtung desselben werde ich alsbald noch näher zurückkommen.

Das sind die wesentlichen Momente, welche man für jeden der Genannten als Erfinder des Mikroskops geltend machen kann und die jetzt einzeln abzuwägen sind. 391

Fontana's Ansprüche können kaum in Betracht kommen. Höchstens darf man aus dem angeführten Zeugniß schliessen, dass derselbe 1625 ein Mikroskop besessen hat. Wir haben oben gesehen, dass ein von Drebbel verfertigtes Mikroskop ein Jahr vorher nach Rom gekommen war.

Was Galilei betrifft, so ist man lange in Zweifel darüber gewesen, ob die von ihm verfertigten Mikroskope seine eigene Erfindung waren, oder ob die Erfindung eines Anderen ihm bekannt wurde und er dann ein solches Instrument nachbildete. Das Letztere ist der Fall in Betreff der Telescope, deren Erfindung bekanntlich auch Galilei zugeschrieben worden ist; das ist unwiderleglich dargethan durch die Untersuchungen van Swinden's (*Nieuwe Verhandelingen der eerste Klasse van het koninglyk Nederlandsch Instituut* (1831) III, p. 103; im Auszuge in Schuhmacher's *Jahrb. f. 1843*, S. 57). Man kann sich auch denken, dass Galilei, nachdem er mit dem im Jahr 1608 in Holland erfundenen Teleskope bekannt war, bald nachher fast von selbst, ohne fremde Beihülfe, ein Instrument hergestellt hat, welches zur Beobachtung naher Gegenstände geeignet war. Das Teleskop lässt sich ja leicht in eine Art Mikroskop verwandeln: die beiden convexen Gläser brauchen nur weiter von einander entfernt zu werden durch Ausziehen des Rohres, und man kann nahe Gegenstände vergrößert damit wahrnehmen. Das scheint auch bereits 1610 Giantonio Magini gethan zu haben; denn in einem Briefe desselben vom 10. Sept. 1610 an Galilei kommt folgende Stelle vor:

*Allungando il cannone alla doppia distanza di quella che porta, e levando via il traguardo o lente concava, si vedono tutte le cose alla rovescia e molto distinte, se ben piccole.* (S. *Opere complete di Galileo*. T. VIII, p. 106.) Sicher ist es wenigstens, dass Galilei selbst in dem zuerst im Jahr 1623 in Rom gedruckten *Saggiatore* (*Opere complete*. T. IV, p. 248) eines Teleskops erwähnt, welches dazu diente, in der Nähe befindliche Gegenstände weit besser als mit blossem Auge zu sehen. Ein solches Instrument kann man Mikroskop nennen, wenn man will; auch hat man dergleichen noch in späterer Zeit verfertigt und mit dem Namen polydynamischer Mikroskope belegt, da man das Instrument durch Schieben des Rohres den verschiedenen Entfernungen anpassen kann. Ein solches Teleskop-Mikroskop ist aber doch verschieden vom eigentlichen zusammengesetzten Mikroskope, welches aus einem Ocular und einem Objectiv von kurzer Brennweite besteht, bei deren Verbindung das ganze Instrument nur eine mässige Länge zu haben braucht, und wo ausserdem die Vergrösserung grösstentheils durch das Objectiv und nur zu einem kleinen Theile durchs Ocular erreicht wird.

Vielleicht ist auch jenes Mikroskop, welches Galilei nach dem Zeugnis seines Schülers und bewundernden Freundes Viviani im Jahr 1612 an den König von Polen schickte, ein solches Teleskop-Mikroskop gewesen; aber immer war es dann auch von späterem Datum, als jene Instrumente, welche nach dem Zeugnis Boreel's durch Hans und Zacharias Janssen hergestellt wurden \*).

---

\*) *Libri* (*Hist. des Sc. mathématiques en Italie*) nennt die in Boreel's Briefe über Hans und Zacharias Janssen enthaltenen Mittheilungen „*des témoignages beaucoup trop postérieurs*“, und glaubt sie damit vollständig widerlegt zu haben, er vergisst aber, dass es sich hier um die Mittheilung eines Augenzeugen handelt, und zwar eines Mannes, der als Staatsmann und Gelehrter eine hohe Stellung einnahm und vollkommen glaubwürdig war. Dieser Tadel passt aber auch eher auf Viviani als auf Boreel; denn Ersterer wurde erst 1622 geboren, zehn Jahre später, als Galilei seine Erfindung gemacht haben soll, während Boreel 1591 geboren ist und aus persönlicher Anschauung Mittheilungen machen konnte. Auch spricht es nicht für die Zuverlässigkeit der Quellen, aus denen Viviani geschöpft hat, dass er sich in der Person irrt, der Galilei sein erstes Mikroskop geschickt haben soll (s. S. 586). Endlich schrieb Viviani seine Lebensbeschreibung Galilei's 1654, und 1717 wurde sie gedruckt; die Elogia aber, worin des an den polnischen König gesandten Mikroskops Erwähnung geschieht, wurden erst 1693 geschrieben. Die Schrift von Pierre Borel dagegen erschien schon 1655.

Tiraboschi (l. c. VIII, p. 176) und nach ihm Libri zählen zu den Beweisen, dass das Mikroskop schon 1612 in Italien bekannt gewesen sei, auch eine Stelle in der im genannten Jahre in Venedig erschienenen Schrift: *Ragguagli di Parnaso di Trajano Boccalini*, welche so lautet: *Mirabilissimi sono quegli occhiali fabbricati con maestria tale, che alcuni fanno parere le pulci elefanti ed i pigmei giganti etc.* Aus diesen Worten entnimmt man noch nicht, ob hier eine einfache Linse oder ein Mikroskop gemeint ist. Alle Zweifel darüber schwinden aber durch das, was man weiterhin in dieser Schrift liest und was Rezzi

Alle Zweifel über die Zeit, in welcher Galilei das eigentliche zusammengesetzte Mikroskop hat kennen gelernt, sind nun aber völlig beseitigt, nachdem die oben besprochenen Briefe von Peiresc durch Rezzi bekannt gemacht worden sind, der mit anzuerkennender Unparteilichkeit gewiss mit vollem Rechte daraus folgert: „dass das zusammengesetzte Mikroskop im April 1624 in Rom noch so neu und unbekannt war, dass Niemand damit umzugehen wusste, in Rom, wo sich Galilei 1611 gegen zwei Monate aufgehalten und seine neuen Entdeckungen bekannt gemacht hatte, wo nicht wenige gelehrte Mitglieder der *Academia dei Lyncei* und andere Verehrer der Wissenschaften lebten, die dort ein neues Leben hervorriefen, wohin alles Neue in Kunst und Wissenschaft den Weg fand, wie die Briefe und Schriften dieser Zeit, gedruckte und ungedruckte, darthun.“

Hieraus und aus einer Reihe anderer Gründe, deren weitere Ausführung der Leser in Rezzi's Schrift selbst suchen muss, wird nun von Rezzi der Schluss gezogen, das zusammengesetzte Mikroskop könne nicht in Italien, also weder von Galilei noch von Fontana, erfunden, sondern es müsse von andersher dorthin gebracht worden sein \*).

---

(l. c. p. 35) mittheilt: *Questi (occhiali) avidamente sono comperati da alcuni soggetti grandi, i quali ponendoli poi al naso dei loro fortunati cortigiani, tanto alterano la vista di que' miseri, che remunerazione di cinque cento scudi di rendita stimano il vil favoruccio, che dal padrone venga loro posta la mano nelle spalla, ò l'esser da lui rimirati con un ghigno, ancor che artificioso e fatto per forza.* Hier ist also von keinem zusammengesetzten Mikroskope die Rede, sondern nur von einem Instrumente, welches auf der Nase getragen wurde, also von einer Art Brille.

Vielleicht war das auch ein solches Instrument, oder auch ein einfaches Mikroskop oder eine Lupe, dessen Johannes Vodderbornius, ein Schotte und früherer Schüler Galilei's in Padua, in einer vom 16. Oct. 1610 datirten Dedication an den Englischen Gesandten Wotton in Venedig gedenkt. Diese Dedication, auf welche Rezzi aufmerksam gemacht hat, steht nämlich in: *Quatuor problematum quae Martinus Horky contra Nuntium Sydereum de quatuor planetis novis proposuit confutatio. Patav. 1610.* Vodderbornius sagt hier nämlich von seinem Lehrer: *Audiveram paucis ante diebus authorem ipsum excellentissimo D. Cremonino Purpurato philosopho varia narrantem scitu dignissima, et inter caetera quomodo ille minimorum animantium organa, motus et sensus eo perpicillo ad unguem distinguat.*

\*) Dass das Mikroskop 1624 in Italien noch ganz unbekannt war, erhellt auch daraus, dass Galilei in diesem Jahre ein Mikroskop an Bartolomeo Imperiali in Genua schickte, der sich in seinem Danksagungsbriefe rühmte, der Einzige in Genua zu sein, der einen solchen Schatz besäße. Galilei sandte ferner etwa um die nämliche Zeit auch ein Mikroskop an Cesare Marsigli und bemerkte dabei, „dass ein solches Instrument nur von ihm zu bekommen sei und von dem Goldschmiede, der das Rohr dazu gemacht hätte.“ Ferner schickte auch Galilei am 23. Sept. 1624 ein Mikroskop an Federico Cesi, und in dem Begleitbrief (abgedruckt im *Giornale de, Letterati* von 1749 und wiederholt bei Rezzi a. a. O. S. 47) erwähnt er zum ersten Male, dass es ihm Mühe gekostet habe, die rechte Methode des Linsenschleifens herauszufinden, was doch wohl nicht geschrieben worden wäre, wenn sich Galilei schon seit vielen Jahren mit der Verfertigung solcher Mikroskope beschäftigt gehabt hätte. Es

Hierin stimme ich ihm ganz bei, ich kann mich aber nicht mit seiner Ansicht befreunden, dass die Ehre dieser Erfindung Drebbel zukomme und nicht den beiden Janssen.

Dass Drebbel 1619 und in den folgenden Jahren selbst zusammengesetzte Mikroskope anfertigte, muss nach den Zeugnissen von Boreel und von Peiresc als ausgemacht angenommen werden; doch beweist dies noch nicht, dass Drebbel wirklich der Erfinder war. So etwas folgt weder aus den Worten von Huygens, die nur der Wiederklang einer in London verbreiteten Meinung sind, noch aus den Worten von Peiresc. Letzterer erwähnt in seinen Briefen nur der Augengläser (*Occhiali*) Drebbel's, als von diesem selbst verfertigte Instrumente, ohne ihn indessen ausdrücklich als Erfinder zu bezeichnen. Hätte aber auch Peiresc dieses gethan, so würde er nur in den allgemeinen Irrthum seiner Zeit verfallen sein, worin er durch die Mittheilungen Kuffler's bestärkt wurde, eines Verwandten oder nach Rezzi (l. c. p. 7) eigentlich des Schwiegersohnes von Drebbel.

Vergleicht man nun mit diesen auf blossen Gerüchten beruhenden Ansprüchen das bestimmte und offene Zeugniß von Willem Boreel, welches in dem vorhin (S. 588) mitgetheilten Briefe niedergelegt ist, so kann meines Erachtens nicht daran gezweifelt werden, dass Hans und Zacharias Janssen die ersten und wahren Erfinder des zusammengesetzten Mikroskops waren, und Drebbel hat nur ein von ihnen verfertigtes späterhin nachgemacht. Willem Boreel tritt hier als Augenzeuge auf: er hat Hans und Zacharias Janssen und ebenso Drebbel persönlich gekannt; den Sohn Zacharias nennt er seinen Spielkameraden, den Drebbel bezeichnet er aber, bei Gelegenheit seiner Gesandtschaft nach London, als „*mihi familiaris*“.

Soviel steht sicher, dass, wenn Peiresc und Boreel das nämliche Maass von Glaubwürdigkeit beanspruchen können, des Letzteren Zeugniß über Sachen, die er selbst gesehen und aus dem Munde genau damit bekannter Personen gehört haben will, das meiste Gewicht hat. Denn Peiresc, wenn auch in gutem Glauben, gedenkt in seinen Briefen nur dessen, was ihm zu Ohren gekommen war, ohne dass er den Erfinder persönlich kannte. Es würde auch nicht Wunder nehmen, wenn noch mehrere derartige Briefe von Andern aus dieser Zeit gefunden würden, in denen man ebenfalls Drebbel als Erfinder des Mikroskops bezeichnete; es würden alle solche Zeugnisse, wenn nicht Einzelheiten näher darin angegeben würden, nichts weiter darthun können, als dass

---

ist dieser Begleitbrief aber auch noch deshalb merkwürdig, weil aus der Beschreibung des Instruments und der Anweisung zu seinem Gebrauche auf überzeugende Weise hervorgeht, dass es vollkommen mit jenem Instrumente übereinstimmte, welches Peiresc nach Rom geschickt und welches Galilei einige Monate vorher gesehen hatte.

der Name der wahren Erfinder damals noch nicht bekannt war und Drebbel als solcher galt\*).

Ist es nun auch nicht mehr in Zweifel zu ziehen, dass die Erfindung des zusammengesetzten Mikroskops in Holland jener der Teleskope um mehrere Jahre vorausging, also auch der Verfertigung eines Mikroskops durch Galilei, so fällt es doch sehr schwer, das Jahr genau anzugeben, in welchem die Erfindung wirklich stattgefunden hat. 392

Aus Boreel's Zeugniß ersieht man nur, dass diese Erfindung lange vor 1610 fällt, und dass erst der Statthalter Moritz, dann aber der Erzherzog Albrecht jeder ein solches Mikroskop geschenkt erhielten. Letzterer wurde 1595 zum Generalgouverneur ernannt, kam aber erst 1596 nach Brüssel. Drebbel verließ 1604 sein Vaterland, begab sich an den Hof des Königs Jacob von England, verließ diesen aber nach einigen Jahren wieder und zog nach Prag. Wahrscheinlich während seines Aufenthalts in Prag erhielt Drebbel vom Erzherzog Albrecht das von Hans und Zacharias Janssen empfangene zweite Mikroskop. Das ist alles, was wir von der Geschichte dieses zweiten Mikroskops wissen; das also nicht vor 1596 an den Erzherzog und nicht vor 1604 an Drebbel gekommen sein kann.

Ueber das erste Mikroskop, welches Prinz Moritz erhalten hatte, lässt sich noch weniger etwas Sicheres vermuthen. Moritz folgte bereits 1584 seinem Vater, also wahrscheinlich mehrere Jahre vor der Erfindung des Mikroskops. Boreel, der 1591 geboren war, führt nämlich seinen Spielgenossen Zacharias Janssen ausdrücklich mit als Erfinder auf. Angenommen nun, Zacharias sei nur ein paar Jahre älter gewesen als Boreel, und es habe die Erfindung etwa in seinem 15. Jahre statt gehabt, so würde man dieselbe kaum früher als im Jahre 1600 an-

\*) Der Hauptgrund, den Rezzi gegen das Zeugniß von Boreel geltend machen will, ist folgender: Boreel habe in dem nämlichen Briefe nicht nur die Erfindung des Mikroskops, sondern auch jene des Teleskops dem Hans und Zacharias Janssen zugeschrieben, und zwar sollten sie diese Erfindung etwa um das Jahr 1610 gemacht haben. Nun sei es aber Galilei bereits 1609 bekannt gewesen, dass man dieses Instrument in Holland erfunden hatte. Dann lässt sich selbst noch hinzufügen, dass es seit den Nachforschungen van Swinden's (S. 589) als ausgemacht gelten kann, dass die Erfindung wirklich 1608 und zwar fast gleichzeitig durch Johannes Lippershey in Middelburg und durch Jacob Metius in Alkmaar erfolgte. Boreel's Brief enthält somit eine Unwahrheit. Doch ist es gewiss nicht gerechtfertigt, wenn man darauf hin ihn ganz als Zeugen verwerfen will. Was Boreel über die Erfindung der Teleskope angiebt, verräth weit weniger persönliche Bekanntschaft mit der Sache. Er erzählt nur mit gutem Glauben, was er von Anderen, denen er seinerseits glaubte, darüber gehört hat. Hätte er, oder hätten die Anderen in der That täuschen wollen, dann hätten sie die Erfindung auf eine frühere Zeit verlegt, statt sie zwei Jahre nach der wirklichen Erfindung anzusetzen. Boreel's Irrthum in dieser Beziehung darf daher seiner Glaubwürdigkeit in Dingen, wo er die Personen und die Sachen gekannt hat, keinen Eintrag thun.

nehmen können. Da nun Moritz 1605 nach Zeeland kam, wo auf Kosten der Staaten ein Lager abgehalten wurde (*Aanmerkingen op Wagenaar's Vaderlandsche Historie* IX, p. 89; p. 182 der *Aanmerkingen*), so darf man auf die Vermuthung kommen, dass er in diesem Jahre das Mikroskop geschenkt erhielt.

Man hat aber Gründe, anzunehmen, dass Zacharias Janssen bei der Geburt des Boreel nicht mehr so jung war, als des Letzteren Angaben im Ganzen anzudeuten scheinen. Unter den übrigen bei Pierre Boreel aufgeführten Zeugnissen kommt zwar keins vor, worin der Erfindung des Mikroskops gedacht wird, selbst nicht in den Zeugnissen des Sohnes und der Schwester des Zacharias. Das darf aber nicht Wunder nehmen, da jene Zeugnisse in gerichtlicher Form aufgenommen wurden und die vorgelegten Fragen nur auf die Erfindung des Teleskops Bezug hatten. Aus dem Zeugnisse des Sohnes Johannes Zachariassen ersieht man aber doch, dass dessen Vater Zacharias 1590 schon ein ausreichendes Alter gehabt haben muss, um etwas zu erfinden. Dasselbe lautet nämlich: *Et primo praedictus Joannes Zacharides affirmavit, illa telescopia primum esse inventa et confecta a patre suo, cui nomen erat Zacharias Joannides, idque contigisse (ut saepe inaudiverat) in hac civitate anno Christi 1590. Quod tamen longissimum telescopium illo tempore confectum non excessit quindecim aut sedecim pollicum longitudinem. Affirmavit tunc, duo talia telescopia oblata fuisse, unum videlicet Illustrissimo Principi Mauritio, alterum vero Archiduci Alberto, et tantae similis longitudinis telescopia in usu fuisse usque in annum 1618. Tunc eum demum (ut affirmabat hic testis) ipse et pater ejus, nempe praedictus Joannes Zacharias Joannides invenerunt fabricam et compositionem longiorum telescopiorum, quibus etiam nunc utuntur nocte ad inspiciendas stellas et lunam etc.*

Bereits van Swinden hat darauf hingewiesen, dass in diesem Zeugnis ein paar Widersprüche mit Boreel's Brief vorkommen, die ihn nöthigten, die Richtigkeit der Angabe, als habe Zacharias Janssen bereits 1590 die Teleskope erfunden, in Zweifel zu ziehen, und als das Richtigere anzunehmen, dass sowohl Jacob Metius in Alkmaar als Johannes Lippershey in Middelburg ziemlich gleichzeitig, etwa um 1608, die ersten Teleskope verfertigt haben. Man darf aber wohl soviel aus jenem Zeugnis entnehmen, dass im Jahre 1590 Janssen das eine oder das andere optische Instrument erfunden hat. Mir kommt es nun nicht unwahrscheinlich vor, dass dies das zusammengesetzte Mikroskop war, womit auch die angegebene Länge desselben im Vergleiche zu jener, welche Boreel dem bei Drebbel gesehenen Mikroskope zuschreibt, ganz übereinstimmt. Dass sein Sohn Johannes Zachariassen 65 Jahre später die Erfindung des Mikroskops mit der Erfindung des Teleskops verwechselt habe, scheint keine allzu gewagte Vermuthung zu sein. Diese Vermuthung hat um so mehr für sich, weil damals, wie es scheint, wo das Teleskop weit mehr bekannt war als das Mikroskop, beide Instrumente wohl unter dem gemeinschaftlichen Namen des Teleskops begriffen wurden. So haben wir bereits oben (S. 590) gesehen, dass Galilei im

Jahre 1620 ein „Teleskop“ erwähnte, welches dazu eingerichtet war, dass man in der Nähe befindliche Gegenstände besser als mit blossem Auge sehen konnte, und noch im Jahre 1627, als das zusammengesetzte Mikroskop in Italien wohl bekannt war, bezeichnete nach Rezzi (l. c. p. 47) Nicola Aggiunti, Galilei's Schüler, dasselbe als *Microtelescopium* (*Oratio de mathematicae laudibus*. Rom. 1627). Auch finden wir in den Schriften aus der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts Mikroskope und Teleskope immer durch den nämlichen Namen bezeichnet, nämlich *Ocularia* im Lateinischen, *Occhiali* bei den Italienern, *Kyckers* und *Oogglazen* bei den Holländern.

Es ist Schade, dass De Kanter und Ab Utrecht Dresselhuys sich vergeblich bemüht haben, das Geburtsjahr des Zacharias Janssen aus den Taufregistern zu ermitteln. (*De Provincie Zeeland*. Middelburg 1824. *Bylag*. p. 88.) Doch fehlt es nicht an Beweisen dafür, dass er wirklich viele Jahre älter war als Boreel. Nach dem Zeugnis des Sohnes, der 1655 ein Alter von 52 Jahren erreicht hatte, war Janssen bereits 1603 Vater, wo also Boreel erst 12 Jahre zählte. Hätte er sich mit 25 Jahren verheirathet, so wäre er 1577 geboren und im Jahre 1590 hätte er 13 Jahre gezählt. Als Boreel noch ein Kind war, konnte Janssen schon ein ziemlich erwachsener Jüngling sein. Als Janssen's Todesjahr wird in der Schrift von De Kanter und Ab Utrecht Dresselhuys das Jahr 1642 angegeben; ist er daher 1577 geboren, so würde er 63 Jahre alt geworden sein.

Noch ein auffallender Umstand, den ich nicht ganz mit Stillschweigen übergehen will, ist der, dass Johannes Zachariassen nur seinen Vater Zacharias als Erfinder nennt, und den Grossvater Hans oder Johannes gar nicht erwähnt. Dies kann sich aber wohl daraus erklären, dass er seinen Grossvater nicht gekannt hat, der also schon vor oder bald nach 1603 gestorben sein müsste. In dieser Beziehung ist Boreel ebenfalls ein mehr zuverlässiger Zeuge; er erklärt, den Grossvater sehr gut gekannt zu haben und oftmals in seinem Laden gewesen zu sein.

Alles Gesagte zusammengenommen, führt darauf:

1. dass das zusammengesetzte Mikroskop gewiss mehrere Jahre vor 1610 in Middelburg erfunden worden ist;
2. dass sicherlich das zuerst verfertigte Mikroskop nicht vor 1584 an den Prinzen Moritz gekommen sein kann, und das zweite nicht vor 1596 an den Erzherzog Albrecht;
3. dass Manches dafür spricht, es habe die Erfindung schon 1590 stattgefunden.

Vielleicht ist es Herrn Rezzi ehrenvoller vorgekommen, Galilei's Ruhm an einen Mann wie Drebbel abzutreten, der den stolzen Titel eines Königlich Mathematikus führte und seiner Zeit vielen als ein grosser Gelehrter galt, als an ein paar einfache Brillenschleifer; ich

meinstheils lege weniger Werth auf diese Verschiedenheit. Wenn wir Drebbel nach den paar Schriften beurtheilen wollen, welche er verfasst hat, so steht er sehr weit unter seinen grossen Zeitgenossen Galilei und Keppler. In diesen Schriften zeigt sich ein mystischer, grübelnder Geist, aber nur wenig ächte Naturkenntniss. Hätte ihn der ächte Trieb der Naturforschung beseelt, dann würde er das Mikroskop, welches jedenfalls schon 1619 in seinen Händen war, zu wissenschaftlichen Untersuchungen benutzt haben, wie es in Rom geschah, sobald man dort damit bekannt geworden war. Es würde zu weit abführen, wenn ich für dieses ungünstige Urtheil über Drebbel die nöthigen Beweise vorbringen wollte; wenden wir uns daher in die Werkstätte der Brillenschleifer Hans und Zacharias Janssen, die nach meiner Meinung der eigentliche Schauplatz der Erfindung ist.

Schon drei Jahrhunderte früher waren die Brillen erfunden worden; sie waren überall in Gebrauch und in jeder nur irgend bedeutenden Stadt fanden sich Brillenschleifer (S. 584). Waren nun aber die vergrössernden Linsen schon seit Jahrhunderten in Gebrauch, so bedurfte es zur Erfindung des Teleskops wie des Mikroskops weiter nichts, als dass zwei solche Linsen auf eine passende Weise vereinigt wurden.

Nach einer alten Sage soll das Mikroskop oder das Teleskop, oder es sollen beide zufällig erfunden worden sein, indem die Kinder eines Brillenschleifers mit zwei Brillengläsern spielten und sie über oder hinter einander hielten. Ich will auf dergleichen Sagen nicht mehr Gewicht legen, als sie verdienen; aber es lässt sich nicht verkennen, dass hier einiger Grund zu der Annahme vorhanden ist, es werde eher ein glücklicher Zufall zur Erfindung geführt haben, als eine Reihe philosophischer Betrachtungen. Nur glaube ich den Zufall, dem man die Erfindung des Mikroskops verdankt, auf eine etwas andere Art mir denken zu müssen. Bekanntlich werden Brillengläser und Linsen erst mit Substanzen von immer mehr zunehmender Feinheit geschliffen und dann polirt. Was ist nun natürlicher, als dass man annimmt, die damaligen Brillenschleifer sind wie die heutigen verfahren, sie betrachteten nämlich ihre Gläser durch ein anderes vergrösserndes Glas, um sich davon zu überzeugen, ob noch Risse da wären und ob die Oberfläche gut polirt sei. Und musste es nicht dem einen und dem andern von ihnen bei dem so oft sich wiederholenden Vorgange augenfällig werden, dass die unter den Gläsern befindlichen Dinge, wenn diese Gläser zufällig in der gehörigen Entfernung von einander waren, sich stärker vergrössert darstellten, als wenn sie durch ein einfaches Glas betrachtet wurden? Wenn wir die Sache so ansehen, dann muss man sich wohl eher darüber wundern, dass drei Jahrhunderte bis zu dieser Erfindung vorübergehen konnten, als dass zuletzt ein einfacher Brillenschleifer wirklich diese Erfindung machte.

**394** Es muss gewiss befremden, dass die Erfindung eines Instruments, wodurch dem untersuchenden Auge eine ganz neue Welt erschlossen

wurde, zuerst so wenig Aufmerksamkeit erregte, dass sein Vorhandensein Jahre lang kaum ausserhalb des Wohnorts der Erfinder bekannt war.

Weder in Keppler's *Dioptrice*, welche zuerst 1611 erschien, noch in des Syrturus\*) *Telescopium sive ars perficiendi novum illud Galilei visorium instrumentum ad sidera* etc. Francof. 1618, worin vom Teleskope und vom Schleifen der Teleskopgläser die Rede ist, findet sich etwas aufgezeichnet, was auf deren Bekanntschaft mit dem Mikroskope hindeutet.

Es muss aber um so mehr befremden, wenn wir sehen, dass Keppler mit den Gesetzen, welchen das Licht beim Durchgange durch mehrere convexe Linsen folgt, schon ganz gut bekannt war. Er lehrt nicht nur, sondern erläutert auch durch Abbildungen, „wie man durch zwei convexe Linsen die Objecte grösser und deutlicher, aber umgekehrt sieht,“ und er giebt ferner an, „wie man drei convexe Linsen stellen muss, um die Objecte grösser und deutlicher, zugleich aber auch in der natürlichen Stellung zu sehen.“ (Keppler, *Dioptrice seu demonstratio eorum, quae visui et visibilibus propter conspicienda non ita pridem inventa accidunt* etc. Aug. Vindel. 1611, p. 41, 45.) Ich muss aber bemerken, dass es ihm offenbar nur darum zu thun war, nachzuweisen, ein Teleskop könne auch aus convexen Linsen zusammengesetzt sein, statt aus convexen und concaven, deren man sich bis dahin bedient hatte.

In der That scheinen viele Jahre verflossen zu sein, bevor das Mikroskop allgemein bekannt wurde, und es verfloss selbst ein noch längerer Zeitraum, bevor einzelne damit vorgenommene Untersuchungen öffentlich bekannt gemacht wurden. Wenn Holland stolz darauf sein darf, das Vaterland des Teleskops und Mikroskops zu sein, so gebührt dagegen Italien die Ehre, unter seinem Himmel die ersten Früchte für die Wissenschaft durch beide Instrumente gesammelt zu haben. Galilei richtete sein Teleskop nach dem Himmel und entdeckte das System der Jupitersmonde. Francisco Stelluti untersuchte schon 1625, also ein Jahr, nachdem das Mikroskop nach Rom gekommen war, verschiedene Theile der Honigbiene damit und machte seine Beobachtungen bekannt\*\*).

\*) Syrturus wohnte in Mailand und bereiste Italien, Spanien, Deutschland und Holland, um alle Formen der Linsen und der optischen Instrumente kennen zu lernen. In Middelburg verweilte er einige Zeit bei Lippershey, in Neapel bei Porta, in Rom bei Cesi und bei Galilei. Vom Letzteren erzählt er (p. 27), dass er ihm die Linsen aus dem Rohre des Teleskops herausnahm, so dass er sie auf seinem Zimmer untersuchen und messen konnte. Er schweigt aber ganz vom Mikroskope, und dies kann fast als vollgültiger Beweis gelten, dass dieses Instrument damals in Italien noch nicht bekannt war.

\*\*\*) *Apiarium ex frontispiciis naturalis theatri principis Federici Caesii Lyncei, S. Angeli et S. Poli Principis I, Marchionis montis Caclii II, Baronis Romani de promptum, quo universa mellificum familia ab suis prae-generibus derivata, in suas species ac differentias distributa in physicum conspectum adducitur. Franciscus Stellutus Lynceus Fabrianensis microscopio observavit. Romae, superiorum permissu, anno 1625.* Auf dem von Greuter gestochenen Titelblatte steht noch: *Urbano VIII*

Nach Köln soll 1638 das erste Mikroskop aus England gekommen sein. Leibnitz (*Otium Hannov.* p. 185) erzählt nämlich: *P. Johannis mihi narravit, quemdam Judaeum medicinae doctorem primum microscopium ex Anglia Coloniam attulisse anno 1638.*

Den Grund, warum das Mikroskop der gelehrten Welt so lange unbekannt geblieben ist, kann man zum Theil darin finden, dass die Erfinder dem niedern Stande angehörten. Meines Erachtens giebt es aber noch andere Gründe dafür. Erwägen wir nämlich, welchen gewaltigen Eindruck überall die Erfindung des Teleskops hervorbrachte, so dass wenige Jahre nach dessen Erfindung bereits mehrere Schriften darüber und über die damit gemachten Entdeckungen erschienen waren, so wird es wahrscheinlich, dass gerade die ziemlich gleichzeitige Erfindung beider Instrumente der Grund gewesen ist, weshalb jeder nach dem Teleskope griff, um die Wunder zu schauen, welche sich dadurch in den Räumen des Himmels aufthaten. Jeder hatte den Blick nach oben gerichtet, und man vergass deshalb jenes niedrige Werkzeug, wodurch man gebückten Hauptes nach scheinbar unbedeutenden und meistens verachteten Dingen schaute. Erst nachdem man im Gebrauche der Teleskope sich einigermaßen ersättigt hatte, als sich vielleicht viele enttäuscht sahen, die in ihren überspannten Erwartungen davon geträumt hatten, noch viel mehr mit diesem Instrumente sehen zu können, als nur überhaupt möglich ist\*), als daher seine Benutzung sich auf jene einschränkte, die es auf eine wahrhaft wissenschaftliche Weise zu benutzen verstanden, dann erst wandte sich der Haufe derer, die nach neuen und ungehörten Sachen verlangten, dem fast vergessenen Mikroskope zu. Aber erst dann, als Hooke, Malpighi, Leeuwenhoek und Grew ihre unsterblichen Werke bekannt machten, fing man an einzusehen, dass die Wissenschaft mit der Erfindung des Mikroskops Grosses gewonnen hatte, erst da begriff man es, dass, gleichwie das Teleskop das Gebiet des Auges in der Ferné erweiterte, so das Mikroskop ein tieferes Eindringen des Auges zur Folge hatte.

Zahlreiche Veränderungen und Verbesserungen kamen allmählig zu Stande. Um diese in gehöriger Ordnung vorzuführen, wird es nöthig, die weitere Geschichte einer jeden Mikroskopart einzeln durchzugehen.

---

*Pontifico maximo accuratior ΜΕΛΙΣΣΟΓΡΑΦΙΑ a Lynceorum Academia perpetuae devotionis symbolum offertur.* S. über Stelluti: *Odescalchi, memorie storico-critiche dell' accademia de' Lincei.* Roma 1806 u. Horkel in den Monatsber. d. Berl. Akad. Mai 17. 1841.

\*) Meinte doch noch Descartes (*Oeuvres publiées par V. Cousin.* V, p. 130), dass man mit dem Teleskope die kleinen Körper auf den Sternen eben so deutlich werde unterscheiden können, als die Körper auf der Erde, wenn es nur gelingen sollte, hyperbolische Linsen für das Instrument zu verwenden.

---

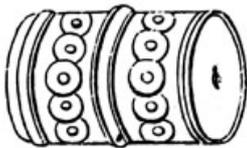
## Vierter Abschnitt.

### Das einfache dioptrische Mikroskop.

Wir haben bereits gesehen, dass die Kenntniss des Vergrößerungsvermögens convexer durchsichtiger Körper und selbst linsenförmiger Gläser ins hohe Alterthum hinaufreicht; ich habe aber auch die Bemerkung hinzugefügt, dass die eigentliche Geschichte des einfachen Mikroskops erst von dem Zeitpunkte anfängt, wo man Linsen mit ziemlich kurzem Focus herzustellen unternahm, wodurch eine bedeutendere Vergrößerung erreicht wurde, und sehr wahrscheinlich sei es erst nach und in Folge der Erfindung des zusammengesetzten Mikroskops hierzu gekommen. 395

Die ersten einfachen Mikroskope, von denen wir Nachricht haben, waren sehr wenig geeignet zu Beobachtungen, da ihnen die Mittel abgingen, den Abstand zwischen Linse und Object zu ändern. Zahn (*Oculus artificialis*. Herbipoli 1685. Fund. III, p. 109; eine vermehrte Ausgabe erschien Nürnberg 1702) zählt sie daher zu den *Microscopia ludicria*, im Gegensatz zu den *Microscopia seria*. Sie heissen bei Zahn (Fund. II, p. 168) auch *Engyscopia*, welchen Namen in neuerer Zeit Goring wieder

Fig. 214.



Vitrum pulicarium.

aufgewärmt oder auch wohl selbst ausgedacht hat. Dieselben bestanden aus einem kurzen Rohre, mit einer Linse an dem einen Ende und einem flachen Glase am andern Ende, auf welchem letzteren ein kleines Object, etwa ein Floh, eine Mücke, festgeklebt war (Fig. 214); daher sie auch als *Microscopia Vitra pulicaria* oder als *Vitra muscaria* bezeichnet werden. Aus der Beschreibung von Hevelius (*Selenographia*. Gedani 1647. Lib. 2, p. 43) ersieht man, dass diese Mikroskope etwa

einen Zoll Länge hatten, die Linse aber das Segment einer Kugel von zwei Zoll Durchmesser war. Sie vergrösserten demnach 9 bis 10 Male \*).

Ein solches *Vitrum pulicarium* gab einmal zu einem sonderbaren Auftritte Veranlassung, den uns der Jesuit Schot in der *Magia universalis naturae et artis*. Bamb. 1677, p. 534 mittheilt. Ein gelehrter und durch seine Schriften bekannter Mann reiste aus Holland durch Bayern und Oesterreich nach Tyrol, wo er von einem Fieber befallen wurde; er musste daher auf einem Dorfe bleiben und starb daselbst. Bevor die Bewohner die Leiche zur Erde bestatteten, schritt der Schulze mit dem Gemeinderathe zur Untersuchung der Effecten des Verstorbenen, und darunter fanden sie auch ein solches *Vitrum pulicarium*. Der Schulze und die anderen entsetzten sich bei diesem Anblicke; sie erkannten in dem Verstorbenen einen Giftmischer, der den Teufel in einem Gläschen eingeschlossen mit sich umhertrug und wollten ihm das Begräbniss verweigern. Während man sich noch darüber stritt, wurde das Instrument durch Zufall oder auch wohl absichtlich geöffnet, und es kam ein Floh zum Vorschein, den man für den Teufel angesehen hatte. Durch Zahn (l. c. Fund. III, p. 109) erfahren wir, dass der Mann, dessen Mikroskop den armen Bewohnern des österreichischen Dorfes einen solchen Schrecken einjagte, niemand anders gewesen ist, als Scheiner, der gelehrte Verfasser der im Jahre 1630 erschienenen *Rosa ursina*.

Man hatte auch Mikroskope mit einer einfachen Linse, die sich am Ende eines Rohrs befand, mit solcher Einrichtung, dass eine Scheibe, auf

\*) Aus der vergrösserten Abbildung einer Laus bei Thomas Muffetus, *Theatrum insectorum sive minimorum animalium*. Lond. 1634. p. 259, scheint aber hervorzugehen, dass man schon damals Linsen mit einem weit kürzern Focus, die also auch stärker vergrösserten, benutzte. Nach der Länge von 56 Millimeter zu urtheilen, muss die Abbildung wahrscheinlich bei einer 25- bis 30maligen Vergrösserung stattgefunden haben. Dass aber kein zusammengesetztes Mikroskop, sondern nur eine einfache Linse benutzt wurde, das scheint durch eine Stelle in dem vorausgeschickten Briefe des Herausgebers Theodor de Mayerne an William Paddy bewiesen zu werden, wo nur von der Benutzung einfacher Linsen zur Untersuchung die Rede ist. Die Stelle ist auch in anderer Beziehung merkwürdig und lautet so: *Atque adeo si conspicilia ex Crystallo παρασίδη (quantumvis lynceis oculis in perscrutandis atomis necessaria) sumas, miraberis cataphractorum pulicum obscure rubentem habitum, cum dorso setis rigente et cruribus hispidis, et inter duas antennis prominentem tubum carnificem, amaram puellarum luem, humanae quieti in somnis praesertim inimicissimam. Pediculorum oculos prominentes cernes et cornua, crenatum corporis ambitum, totam substantiam diaphanam, per quam cordis et sanguinis tanquam in Euripo indesinenter fluctuantis motum. Patebunt tibi petulantium pediculorum cancriformium plana corpuscula, cum harpagonibus quibus, cutim humanam perpetuo inter pilos ore lancinantes, adhaerent tenacius quam Lepades affixae scopulis. Imo ipsi acari prae exiguitate indivisibiles, ex cuniculis prope aquae lacum quos foderunt in cute, acu extracti et ungui impositi, caput rubrum et pedes quibus gradiuntur, ad solem produunt.* — Dies ist gewiss das erste Mal, wo vom Klopfen des Rückengefässes und vom Blutumlaufe, bei einem Insecte durch das Mikroskop wahrgenommen, die Rede ist. Die hier erwähnten Krätzmilben wären auch noch älteren Autoren bekannt.

der sich verschiedene Objecte befanden, sich um eine Axe herumdrehte und so immer andere Objecte in den Focus der Linse brachte. Ein solches Mikroskop war das *Microscopium parastaticum* des Athanasius Kircher (*Ars magna lucis et umbrae*. Amstelod. 1671, Lib. X, Pars 3, p. 770), das sich auch bei Zahn (l. l. p. 111) abgebildet findet. Man hatte auch Mikroskope von der nämlichen Form, wie man sie noch jetzt bei Brillenverkäufern findet (Fig. 215), nämlich eine in einen Ring gefasste Linse, die auf einem mit einem Fusse versehenen Säulchen ruht; das Object aber, etwa irgend ein kleines Insect, wurde an einer Spitze befestigt, die sich hinter der Linse in deren Focus befand. Das Instrument wurde auch wohl so eingerichtet (Fig. 216), dass es aus einer kurzen gläsernen Röhre bestand, die auf einem Fusse ruhte und durch einen Deckel geschlossen wurde; im letztern befand sich eine Linse mit ziemlich weitem Focus, durch die man die kleinen Thierchen auf dem Boden des Instruments betrachten konnte. Man nannte sie dann Mikroskopbüchschchen, *Tombeaux ou Cimetières des petits animaux*. Bei Joblot (*Descriptions et Usages de plusieurs nouveaux microscopes*. Paris 1718) sind mehrere solche *Tombeaux* abgebildet, ebenso bei Zahn (l. l. p. 112) und in Leder-müller's mikroskopischer Gemüths- und Augenergötzung. Nürnberg 1761.

Fig. 215.



Altes einfaches Mikroskop.

Fig. 216.



Mikroskopbüchschchen.

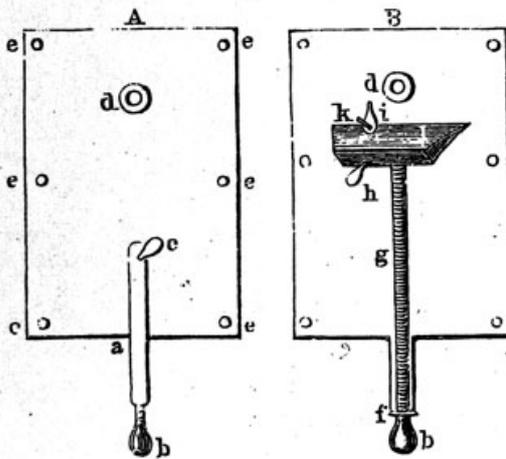
Es ist überflüssig, hier noch andere derartige Instrumente zu beschreiben. Bei Zahn kann man noch einige *Microscopia valde curiosa et ludicria* beschrieben und abgebildet finden. Es gab z. B. eins, wo man die Stadt Jerusalem durch eine Linse betrachten konnte. Es ist klar genug, dass das einfache Mikroskop in dieser Einrichtung nicht dazu geeignet war, irgend genaue Untersuchungen damit anzustellen.

Einer der ersten gab Anton van Leeuwenhoek dem einfachen Mikroskope eine solche Einrichtung, dass es zu wissenschaftlichen Untersuchungen benutzbar wurde. Wann er angefangen hat, Mikroskope herzustellen und damit zu beobachten, ist ungewiss; seine erste Schrift (*Phil. Transact.* VIII.) ist vom Jahre 1673, wo er schon 41 Jahr alt war. Ueber ihn ist nachzusehen: Isaac van Haastert, *Anth. van Leeuwenhoek vereerend herdacht*. 1823, und H. Halbertsma, *Diss. de Leeuwenhoekii meritis*. 1843. Es ist hier nicht der Ort, auf seine Verdienste als mikroskopischer Beobachter näher einzugehen; ich beschränke mich darauf, die Einrichtung seiner Mikroskope näher zu betrachten, die von den damals ge-

bräuchlichen sowohl wie von den jetzt gebräuchlichen abweichen. Die Linsen hat Leeuwenhoek selbst geschliffen, nicht bloß aus Glas, sondern auch aus Bergkrystall. Sie müssen sich sehr durch Reinheit und Helligkeit ausgezeichnet haben; dafür sprechen eben sowohl die Zeugnisse der Zeitgenossen (s. Folkes in den *Phil. Transact.* XXXII, p. 446), als auch viele der damit ausgeführten Beobachtungen.

Leeuwenhoek hatte eine ganz eigene Art, seine Linsen zu Mikroskopen einzurichten. Fig. 217 ist die Abbildung Baker's von einem

Fig. 217.



Leeuwenhoek'sches Mikroskop.

der Mikroskope, welche Leeuwenhoek der *Royal Society* vermachte. *A* zeigt das Instrument von vorn, *B* von hinten. Die Linse befindet sich bei *d* in einem Loche zwischen zwei länglich viereckigen silbernen Platten, welche durch die kleinen Nägel *eeeeee* untereinander vereinigt sind. Mit der vorderen Platte ist ein silberner Streifen *a* durch die Schraube *c* verbunden, und der Streifen ist rechtwinkelig umgebogen, so dass er auf der anderen Seite bei *f* wieder sichtbar ist. (Vergl. Fig. 218.) In diesem umgebogenen

Theile steckt eine Schraube *g*, welche oben den kleinen Objecttisch *l* trägt. Hier befindet sich ein kleiner Stachel *i* zum Aufstecken oder zum Festkleben des Objects, und durch eine kleine Handhabe *k* kann dieser Stachel umgedreht werden. Die Schraube *h* endlich, welche durch den kleinen Objecttisch geht und gegen die hintere Platte des ganzen Apparats anstößt, dient dazu, das Object in die gehörige Entfernung von der Linse zu bringen, wenn dasselbe durch die Schraube *g* in die erforderliche Höhe gebracht worden ist.

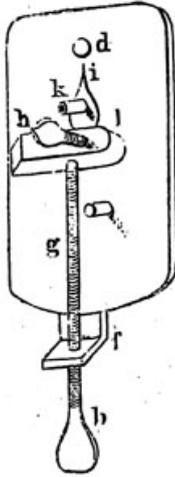
Ich habe einen solchen silbernen Leeuwenhoek bei Herrn R. T. Maitland gesehen; er hat ungefähr  $\frac{2}{3}$  der Grösse des gleich zu beschreibenden messingenen Instruments, und stimmt ganz mit der von Baker gegebenen Beschreibung und Abbildung. Die Linse vergrössert 67 Male. Ausserdem kommen auf der silbernen Platte zwei Stempel vor, nämlich V mit einer Krone und 3. Wahrscheinlich sind dies Wahrzeichen für das Silber.

Fig. 218 ist eine aus van Haastert entlehnte Abbildung eines messingenen Leeuwenhoek'schen Mikroskops, von der Hinterseite gesehen. Die Zusammensetzung ist im Ganzen wie bei dem oben beschriebenen silbernen; die gleichen Buchstaben bezeichnen die nämlichen Theile.

Von der Treue dieser letztern Abbildung habe ich mich durch Ver-

gleichung mit einem Leeuwenhoek'schen Mikroskope in dem Utrechter physikalischen Cabinette überzeugen können. Die beiden auf einander liegenden messingenen Platten sind 4,5 Centimeter lang, 2,5 Centimeter breit und grob gearbeitet. Die Schraube, welche das Object in die gehörige Entfernung von der Linse bringen soll, ist ungefähr 1 Centimeter lang und hat auf diese Strecke nur 11 Windungen, so dass die gehörige Einstellung schwer fällt, und man muss sich in der That darüber wundern, dass Leeuwenhoek mit einem so unvollkommenen Instrumente so viele treffliche Beobachtungen auszuführen im Stande gewesen ist. Die Linse dieses Mikroskops ist freilich sehr gut und ein Beweis dafür, dass Leeuwenhoek es in der Kunst, sehr kleine Linsen zu schleifen, bereits sehr weit gebracht hatte. Sie ist biconvex, wie die Linsen der 26 Mikroskope, welche Leeuwenhoek in seinem Testamente der Royal Society in London vermachte, und von denen Baker (*Employment for the Microscope*. Lond. 1753) Nachricht giebt. Für eine Sehweite von 8 engl. Zoll fand Baker bei diesen Mikroskopen 40malige Vergrößerung 1 Mal, 53mal. Vergr. 1 Mal, 57mal. Vergr. 2 Mal, 66mal. Vergr. 3 Mal, 72mal. Vergr. 2 Mal, 80mal. Vergr. 8 Mal, 100mal. Vergr. 3 Mal, 114mal. Vergr. 1 Mal, 133mal. Vergr. 1 Mal, 160mal. Vergr. 1 Mal. Die Linse im Utrechter Cabinette übertrifft aber die Londoner Linsen bei Weitem, denn sie vergrößert 270 Mal. Bei der Prüfung mit Nobert'schen Probepfättchen (§. 238, 239) zeigte es sich, dass bei günstiger Beleuchtung die dritte Gruppe noch ganz gut zu unterscheiden war, aber auch die vierte noch mit einiger Mühe. Das ist wahrscheinlich die äusserste Grenze des optischen Vermögens der Leeuwenhoek'schen Mikroskope.

Fig. 218.

Leeuwenhoek'sches  
Mikroskop.

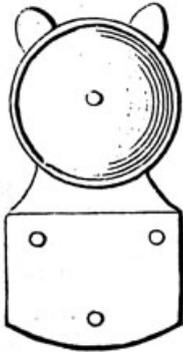
Aus der ganzen Einrichtung ersieht man übrigens, dass das Mikroskop mittelst der Hand gegen das Licht gehalten wurde; eines Spiegels für das durchfallende Licht scheint sich Leeuwenhoek niemals bedient zu haben. Uebrigens verfertigte er auch Hohlspiegelchen (Fig. 219) mit einer Linse in der Mitte, um bei auffallendem Lichte zu beleuchten (66. *Missive aan de Koninglyke Societeit te Londen*. 12. Jan. 1689). Diese Spiegelchen haben ganz die nämliche Einrichtung, wie jene späterhin von Lieberkühn eingeführten, dem man gewöhnlich, aber mit Unrecht, die Erfindung derselben zuschreibt \*).

\*) Ich besitze zwei Exemplare vom Auctionskataloge der Leeuwenhoek'schen Mikroskope, deren Versteigerung Montags den 29. Mai 1747 stattfand. Eins von diesen Exemplaren muss wohl der Notar oder der Auctionator bei der Versteigerung benutzt haben; es ist mit weissem Papier durchschossen, worauf die Namen aller Käufer und die gelösten Preise genau angegeben sind. Der Katalog ist etwas besser ausgestattet, als es jetzt zu geschehen pflegt: er ist

397

Mittlerweile hatten auch andere die Unvollkommenheit der damals gebräuchlichen einfachen Mikroskope gefühlt und sie zu verbessern gestrebt.

Fig. 219.



Leeuwenhoek's  
Hohlspiegel.

Solche angeblich verbesserte Einrichtungen sind zahlreich angegeben worden, und die meisten finden sich in der zweiten Ausgabe von Zahn's *Oculus artificialis*, so wie in: Vollständiges Lehrgebäude der ganzen Optik von C. L. D. F. B. L. O. 1757, worin eine grosse Anzahl dieser älteren Mikroskope in chaotischer Verwirrung beschrieben ist. Hier soll nur von jenen Verbesserungen die Rede sein, wodurch das einfache Mikroskop wirklich verbessert worden ist, in optischer oder auch in mechanischer Hinsicht.

Isaac Vossius, der nicht nur ein ausgezeichnete Philolog, sondern auch in der Naturkunde ziemlich bewandert war, Verfasser von: *De lucis natura et proprietate*. Amst. 1662, und der *Responsio ad Objectiones Joa. de Bruin et Petiti*. Hag. Com. 1663, componirte ein einfaches Mikroskop aus zwei in einander verschiebbaren Röhren; seine Absicht dabei war, er wollte die Entfernung zwischen Linse und Object veränderlich machen (Philippus Bonannus l. c. p. 16).

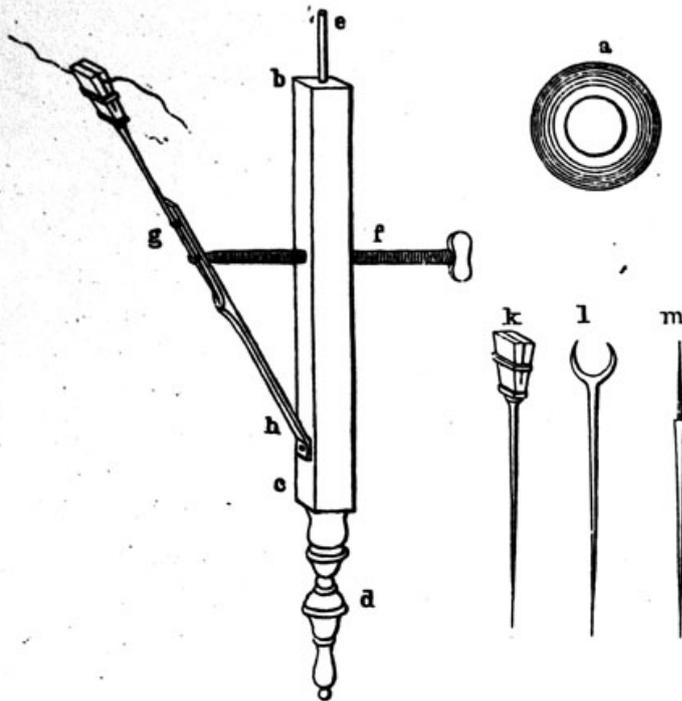
Zu den berühmteren Mikroskopverfertignern der damaligen Zeit gehört ferner Samuel Musschenbroek (s. Elsholt in den *Miscell. Acad. Nat. Cur.* Ann. 1678 et 1679 p. 180), der von Boerhaave als der grösste und geschickteste Meister bezeichnet wird. Er scheint der erste gewesen zu sein, der das einfache Mikroskop mit einem Fusse versah,

auf dickes Schreibpapier gedruckt und vorn findet sich ein hübsches Kupfer, sowie Leeuwenhoek's Portrait. Der Text ist Holländisch und Lateinisch zugleich. Man entnimmt aus diesem Kataloge, dass Leeuwenhoek nicht weniger denn 247 vollständige Mikroskope hinterliess, deren jedes eine Linse und meistens auch ein Object enthielt, und ausserdem noch 172 bloß zwischen Platten enthaltene Linsen, zusammen also 419 Linsen. Drei von diesen Linsen sind aus sogenanntem Amersfoorter Diamanten, d. h. aus Bergkrystall verfertigt. Bei einem der Mikroskope ist angegeben, das Vergrösserungsglas sei aus einem Sandkorn geschliffen, und das davor befindliche Object sei auch ein Sandkorn. Bei zwei Mikroskopen ist angegeben, dass sie zwei Gläser haben, und ein anderes hat drei Gläser. So scheint also Leeuwenhoek auch Dublets und Triplets verfertigt zu haben, denn an ein eigentliches zusammengesetztes Mikroskop kann man bei seiner Einrichtung nicht denken. Mehr denn die Hälfte dieser Mikroskope (etwa 160) waren in Silber gefasst. Es finden sich auch drei goldene darunter: zwei davon wogen 10 Engels 17 As, das dritte 10 Engels 14 As. Eins der beiden ersteren wurde um 23 Gulden 15 Stüber verkauft, die beiden anderen blieben zurück. Das ist wohl das einzige Mal, wo ein Mikroskop nach dem Gewichte verkauft wurde. Die übrigen Mikroskope wurden paarweise verkauft, und zwar die messingenen zu 15 Stüber bis 3 Gulden das Paar, die silbernen zu 2 bis 7 Gulden das Paar. Der ganze Erlös betrug 737 Gulden 3 Stüber. Die Namen der Käufer zeigen, dass alle diese Mikroskope an Inländer gekommen sind; es ist deshalb zu verwundern, dass man jetzt nur noch so selten in Holland ein Leeuwenhoek'sches Mikroskop antrifft.

wodurch die Anwendung dieses Instruments eine wesentliche Verbesserung erfuhr. In der Biographie Swammerdam's, welche der von Boerhaave besorgten Ausgabe der *Biblia naturae* vorausgeschickt ist, wird Samuel Musschenbroek als der Verfertiger des Mikroskops bezeichnet, dessen sich Swammerdam bediente. Es bestand aus einem messingenen Tische, auf dem zwei Arme standen: an den einen Arm kam das zu zergliedernde Object, an dem andern wurden die Linsen befestigt. Diese Arme waren nach allen Richtungen beweglich und liessen sich höher und tiefer stellen; doch giebt Boerhaave nicht an, wie diese Bewegungen ausgeführt werden konnten.

Auch Cosmus Conrad Cuno von Augsburg ist hier zu nennen als Verfertiger mehrerer Arten einfacher Mikroskope, die man in der zweiten Ausgabe von Zahn's *Oculus artificialis* p. 795 und im Vollst. Lehrgeb. d. ganzen Optik S. 360, Taf. 43 beschrieben und abgebildet findet. Die zweckmässigste Einrichtung hatte das Fig. 220 dar-

Fig. 220.



Cuno's einfaches Mikroskop.

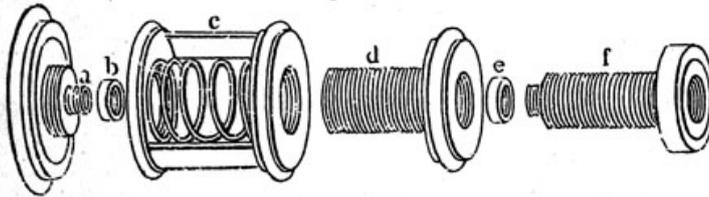
gestellte Instrument. Hier ist *bc* ein vierseitiger hölzerner Stab, unten mit einem Handgriffe *d* versehen, und oben mit einem messingenen Stifte *e*, um einen die Linse enthaltenden Ring (*a*) darauf zu stecken. Es stellt ferner *gh* einen um ein Charnier beweglichen messingenen Arm dar, mit zwei Ringen, in die man kleine Instrumente zur Befestigung der Objecte stecken kann, namentlich einen Stachel (*m*), eine kleine Gabel (*l*), eine kleine Schieberpincette (*k*), zwischen welche kleine Glimmerblättchen eingeklemmt werden konnten. Die Regulirung des Abstandes zwischen der Linse und dem Objecte wird

durch die Schraube *f* erzielt, wodurch der Arm *gh* dem hölzernen Stabe mehr oder weniger genähert werden kann.

Etwa um die nämliche Zeit gab Hartsoecker (*Essay de Dioptrique* Par. 1694. p. 175, Holländ. von Block. Amsterd. 1699. p. 166) die Beschreibung und Abbildung eines Mikroskops (Fig. 221 a. f. S.), welches in mancher Beziehung besser eingerichtet ist, als das L<sup>e</sup>euwenhoek'sche. Es besteht aus einer an beiden Enden offenen Röhre *c*, mit einer Spiral-

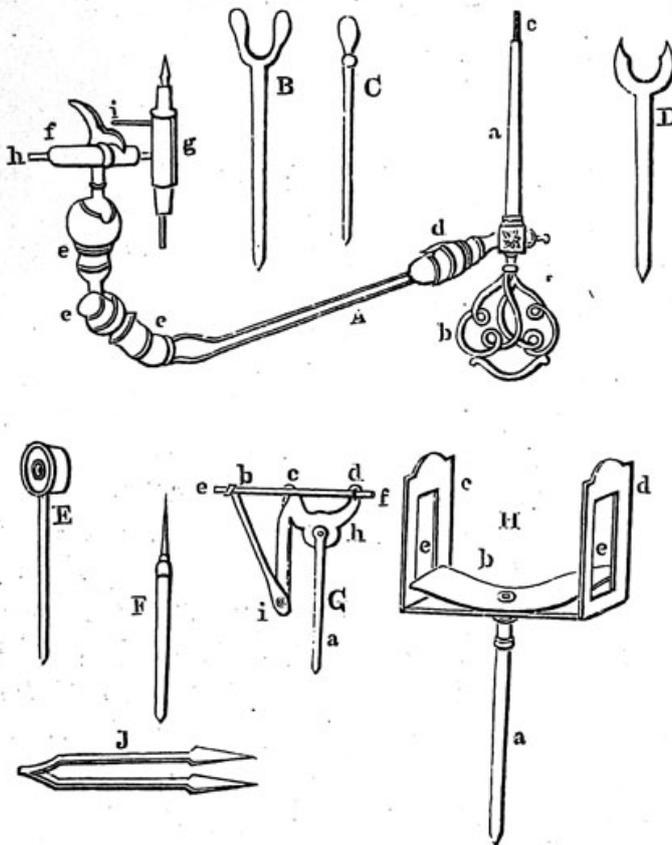
feder im Innern, wodurch die Objecte oder die sie fassenden Schieber zwischen zwei durchbohrten kleinen Platten gefasst werden können, ganz so, wie es noch viele Jahre später gebräuchlich war. Die vergrößernde Linse steckt in einem besondern Röhrrchen *b*, welches durch eine Schraube *a* in die dafür bestimmte Oeffnung befestigt wird. Das Object wird der Linse durch die Schraube *d* genähert. Zur bessern Beleuchtung ist gegenüber noch eine etwas grössere Linse *e* angebracht, deren Entfernung durch die Schraube *f* regulirt werden kann. Hartsoeker gebrauchte bei diesem Mikroskope verschiedene Linsen mit einem Focus von 3 bis 4 Linien bis zu  $\frac{1}{10}$  Linie herab. Die letzteren, welche bis über 1000 Mal vergrösserten, waren ohne Zweifel keine Linsen, sondern Glaskügelchen.

Fig. 221.



Hartsoeker's einfaches Mikroskop.

Fig. 222.



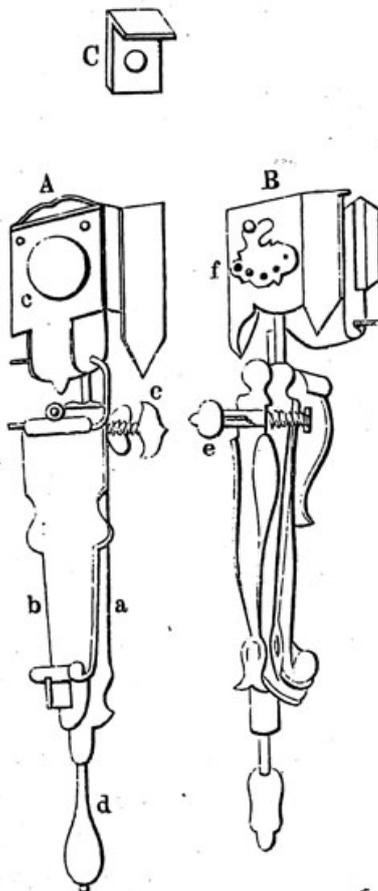
J. Musschenbroek's einfaches Mikroskop.

Die vergrößernde Linse steckt in einem besondern Röhrrchen *b*, welches durch eine Schraube *a* in die dafür bestimmte Oeffnung befestigt wird. Das Object wird der Linse durch die Schraube *d* genähert. Zur bessern Beleuchtung ist gegenüber noch eine etwas grössere Linse *e* angebracht, deren Entfernung durch die Schraube *f* regulirt werden kann. Hartsoeker gebrauchte bei diesem Mikroskope verschiedene Linsen mit einem Focus von 3 bis 4 Linien bis zu  $\frac{1}{10}$  Linie herab. Die letzteren, welche bis über 1000 Mal vergrösserten, waren ohne Zweifel keine Linsen, sondern Glaskügelchen.

398 Besondere Erwähnung verdienen auch die Mikroskope des Leydener Instrumentenmachers Johannes van Musschenbroek, eines Bruders des bekannten Professors Petrus van Musschenbroek, die man bei Zahn (l. c. p. 780), im Vollst. Lehrgeb. d. Opt., S. 366 u. 573, und bei Wolf (*Elementa matheseos*. 1735) beschrieben findet. Eins davon war ganz aus Messing zusammengesetzt, zum Gebrauche schwächer vergrößernder geschliffener Linsen bestimmt und im Besondern dazu einge-

richtet, dass man das Object von allen Seiten sehen konnte. Musschenbroek's Mikroskop (Fig. 222) hatte 6 bis 9 Linsen von verschiedener Vergrößerung und in runde Ringe gefasst, welche auf das Ende *c* des Säulchens *a* geschraubt wurden. Um dieses in die Hand zu nehmen, war es mit einem abgeplatteten Handgriffe *b* versehen. An ihm war ferner der Arm *A* befestigt, der aus mehreren Kugelgelenken *d e e e* bestand, wodurch Beweglichkeit nach allen Seiten erzielt wurde. Das Ende dieses Armes trug eine Hülse *f* mit einem eingeklammerten Stachel *h*, an welchem noch eine zweite Hülse *g* sass. Ein Stachel *i* an dieser zweiten Hülse wurde durch einen Ring mit einer Elfenbeinscheibe gestochen, die auf der einen Seite weiss, auf der andern schwarz war, um verschiedenfarbige Objecte bei auffallendem Lichte damit betrachten zu können. In der kleinen Hülse *g* stack noch eine andere etwas längere; sie war zur Aufnahme mehrerer kleiner zum Mikroskope gehöriger Nebenapparate bestimmt, nämlich: 1) der Apparat *H*, um Glastafeln und knöcherne Schieber mit aufliegenden Objecten durch die Stahlfeder *b* festklammern zu können; 2) eine in eine feine Spitze auslaufende Nadel *F*; 3) eine in zwei Spitzen auslaufende kleine Gabel *D*, die gleich der Nadel zur Befestigung weicher Körper, wie Insecten, Würmer u. s. w. bestimmt war; 4) ein

Fig. 223.



Anderes einfaches Mikroskop von J. Musschenbroek.

in eine abgeflachte stumpfe Spitze auslaufendes kleines Instrument *C*; 5) ein ähnliches in zwei flache Spitzen auslaufendes Instrument *B*: beide waren dazu bestimmt, mittelst Terpentin zarte Objecte daran fest zu kleben; 6) ein Hornring *E* mit zwei Gläsern, einem concaven und einem geraden, um dazwischen lebende Thierchen zu bringen; 7) der bei *G* abgebildete Apparat mit drei kleinen Ringen von verschiedener Grösse bei *d* und mit gleichviel kleinen Haken bei *c*; sie dienten zur Aufnahme eines gläsernen Röhrchens *ef*, welches mit einer zur Untersuchung bestimmten Flüssigkeit gefüllt und durch die Stahlfeder *ib* festgehalten wurde; 8) eine Schieberpincette, wie die in Fig. 220, *k* abgebildete, sowie eine Pincette *J* zum Fassen der Objecte. Zu diesem Mikroskope gehörte also schon ein ziemlich vollständiger Satz von Hilfswerkzeugen für die Untersuchung der verschiedenen Arten von Objecten.

Ein anderes Mikroskop Musschenbroek's (Fig. 223) war ausdrücklich dazu bestimmt, die Benutzung stark vergrößernder Glaskügelchen zu erleichtern.

Diese kamen nämlich zwischen zwei dünne, länglich viereckige Stückchen Messingblech *C*, und dieser kleine Apparat wurde in die Oeffnung *c* des bei *A* abgebildeten Gestells geschoben. Sechs solche Glaskügelchen von verschiedener Grösse gehörten zum Mikroskope. Das Gestell hatte eine Handhabe *d*; die Annäherung der Linse aber wurde durch die Schraube *e* und die Feder *b* bewirkt. Das Bemerkenswertheste an diesem Mikroskope ist aber, dass auf der Hinterseite *B* sich ein kleines Kästchen *f* befindet, welches je nach Bedarf auch weggenommen werden kann. Es ist bestimmt, die Beleuchtung zu reguliren, und zu dem Ende hat es aussen eine kleine um eine Axe bewegliche Platte mit Löchern von verschiedener Grösse, um je nach der Art des untersuchten Objects mehr oder weniger Licht eintreten zu lassen. Solche bewegliche Platten hat man jetzt dem Mikroskope wieder beigefügt und als eine Erfindung von Lebaillif aufgenommen. Ein Mikroskop von Musschenbroek, welches der vorangehenden Beschreibung entspricht, befindet sich aber noch im physikalischen Cabinette zu Leyden.

Teuber's Mikroskop, welches auch für die Benutzung kleiner Glaskügelchen bestimmt war, stimmt in vieler Hinsicht mit dem Musschenbroek'schen überein. (Kaschuben, *Cursus mathematicus*. Jen. 1707 p. 379.)

Zu den in der ersten Zeit gebräuchlichen Mikroskopen rechne ich auch die sogenannten Cirkelmikroskope (Fig. 224), deren Name sich

Fig. 224.



Cirkelmikroskop.

darauf bezieht, dass sie die Gestalt eines Cirkels hatten, dessen einer Schenkel die Linse, der andere aber das Object trug. (S. Vollst. Lehrgeb. d. Opt., Taf. 47, Fig. 1, u. Ledermüller a. a. O. Taf. 70.) Nach Ledermüller hat Mayer in Dresden dieselben zuerst verfertigt.

In der Kunst des Linsenschleifens für Mikroskope scheint aber bis dahin keiner den Leeuwenhoek übertroffen zu haben. Das Mühsame des Linsenschleifens war Ursache, dass man auf andere Mittel bedacht war, und statt der Linsen geschmolzene Glaskügelchen zu benutzen anfang.

Der erste, der dies versuchte, war Hooke. In der Vorrede zu seiner im Jahre 1665 herausgekommenen *Micrographia* beschreibt er sein Verfahren. Ein Glasstreifen wird in der Löthrohrflamme zu einem feinen Faden ausgezogen, und das abgebrochene Ende dieses Fadens kommt hierauf in die Flamme, bis sich ein Kügelchen gebildet hat, welches dann abgebrochen und auf einem mit einem Loche versehenen Messingtäfelchen so befestigt wird, dass der rückständige Theil des Glasfadens an die Seite des Loches zu liegen kommt. Hooke scheint indessen mit seinen Glaskügelchen nicht recht zufrieden gewesen zu sein, da er seine meisten Beobachtungen mit einem zusammengesetzten Mikroskope ausgeführt hat.

Bald nachher (1668) verfertigte Hartsoeker (*Essay de Dioptrique*)

Glaskügelchen auf eine ähnliche Weise. Da er mittelst derselben die schon früher von Ham entdeckten Samenthierchen wahrnehmen konnte, so müssen seine Glaskügelchen sehr gut gewesen sein, und sicherlich müssen sie sehr bedeutend vergrößert haben.

Einige Jahre später (1677) machte Butterfield (*Philos. Transact.* 1677, p. 226) sein Verfahren bekannt, welches darin bestand, dass er fein pulverisirtes Glas an der Spitze einer Nadel in die Weingeistflamme hielt, bis es zu einem Kügelchen zusammengeschmolzen war\*).

Zahn beschreibt auch die Methode, wie Friedrich Schrader (*De microscopiorum usu.* Gotting. 1681) die Glaskügelchen herstellte. Sie unterscheidet sich nur darin von der vorhergehenden, dass Schrader kein Glaspulver nahm, sondern ein Stückchen Glas, das er mittelst einer Flüssigkeit an die Spitze einer Nadel brachte und in die Löthrohrflamme hielt.

Philippus Bonannus (*Micrographia curiosa* p. 18) theilt eine Geschichte von de Monconny (*Journ. des Voyages* II, p. 161) mit. Dieser erzählt nämlich, in Amsterdam habe er bei de Hudd (wahrscheinlich kein anderer, als der Amsterdamer Bürgermeister Hudde) ein Mikroskop gesehen; dasselbe habe aus einer einzelnen vergrößernden Linse bestanden, aber eine zweite grössere Linse sei noch zur stärkern Beleuchtung hinter dem Objecte angebracht gewesen. Er erzählt dann weiter, dass ihm de Hudd die Methode gezeigt habe, wodurch man stark vergrößernde Glaskügelchen gewinnt. Nach der Beschreibung war dies aber keine andere als die Schrader'sche\*\*).

Johannes Musschenbroek, von dessen Mikroskopen schon die Rede war, verfertigte ebenfalls solche Glaskügelchen ganz nach der Methode von Hooke; nach dem Zeugnisse von Zeitgenossen (Hertel's Anweisung zum Glasschleifen. Halle 1716, S. 71) scheint er es darin sehr weit gebracht zu haben.

Archibald Adams (*Philos. Transact.* 1710, p. 24) beschrieb 1710 seine Methode, die aber keine andere ist, als die von Hooke.

Hertel (Anweisung zum Glasschleifen. S. 72) benutzte einen Brennspiegel, um das auf ein Stück Holzkohle gelegte Glasstückchen in Fluss zu bringen.

\*) Nach Phil. Bonannus hat Butterfield auch noch ein besonderes Schriftchen darüber Französisch herausgegeben. Aus dem Briefe an die *Royal Society* ersieht man, dass Butterfield auf seine Methode dadurch gekommen war, dass er ein mit einem Glaskügelchen versehenes Mikroskop sah, welches Huygens aus Holland mitgebracht hatte. Huygens giebt das Nämliche in einem Briefe an die Pariser Akademie an (*Mém. de l'Acad.* XI, p. 608); der Name des Verfertigers wird hier aber nicht genannt. In Huygens Dioptrik (*Opera reliqua* II, p. 173) wird zur Anfertigung eine Methode empfohlen, die ganz mit jener von Hudde übereinstimmt. Deshalb erscheint es wahrscheinlich, dass jenes Mikroskop, welches Huygens mit nach Paris brachte, von Hudde stammte.

\*\*\*) C. Beudeker (*Aanteekeningen op de Lustplaats Soelen* p. 39) nennt Johannes Hudde den Erfinder der kleinen Vergrößerungsgläser. Aus dem Mitgetheilten erhellt, in welchem Sinne diese Angabe zu verstehen ist.

Stephen Gray (*Philos. Transact.* Nr. 221. *Smith, Opticks.* II, p. 394) brachte die Glasstückchen ebenfalls auf eine Holzkohle; er brachte sie aber durch die Löthrohrflamme in Flusa, und schliif dann die Kügelchen auf der einen Seite gerade.

Benjamin Martin (*System of Opticks.* 1740, p. 180) giebt zwei Methoden an, die aber nicht wesentlich abweichen von Hooke's und von Schrader's Verfahren.

In der Kunst, stark vergrößernde Glaskügelchen herzustellen, hat es aber Niemand so weit gebracht, als Pater Giovanni Maria della Torre in Neapel (S. *Nuove osservazioni microscopiche.* Con 14 Tav. in 4. *Napoli* 1776. *Antonio-Barba, Osservazioni microscopiche sul cervello.* *Napoli* 1819. Deutsch von Schönberg. Würzb. 1829. Barba gebrauchte bei seinen Untersuchungen nur Glaskügelchen, die er nach der Methode seines Lehrers della Torre anfertigte). Er schmilzt ein Glaskügelchen in ähnlicher Weise, wie Hooke, aus einem Glasfaden und bringt es in eine muldenförmige Höhle in einem Stückchen Tripel, worin das Kügelchen noch einmal durch die Löthrohrflamme geschmolzen wird. Seine Glaskügelchen vergrößerten ungemein stark. Im Jahre 1765 erhielt die *Royal Society* in London mehrere: das grösste hatte  $\frac{1}{36}$  Zoll Durchmesser und gab eine 640fache Vergrößerung; das kleinste hatte nur  $\frac{1}{144}$  Zoll Durchmesser und gab eine 2560fache Vergrößerung. Baker untersuchte diese Kügelchen und erklärte, er könne nichts dadurch sehen. Manche Beobachtungen della Torre's beweisen aber, dass diese Kügelchen durchaus nicht so unbrauchbar gewesen sein können, als Baker angiebt. Auch rühmt Lalande die della Torre'schen Mikroskope, die er auf seiner italienischen Reise sah, gar sehr. (S. *Montucla, Hist. des Mathématiques.* III, p. 511.)

Später hat Sivright (*Edinb. philos. Journ.* 1829, I, p. 81) ihre Herstellung wesentlich dadurch verbessert, dass er in ein Stückchen Platinblech ein kleines Loch macht, ein kleines Stückchen Glas darauf legt und es nun in die Löthrohrflamme hält, wo es eine runde Form bekommt.

Einige Jahre später empfahl Crooke wieder eine neue Methode: Glasstückchen werden nämlich auf einer vorher mit Kreide bestrichenen Eisenplatte über Kohlen geschmolzen.

Chevalier (Die Mikroskope u. s. w. S. 30) theilt auch das Verfahren von Laligant mit, welches ganz mit dem von Hooke übereinstimmt. Dasselbe ist der Fall mit der früher von Nicholson (*Gilbert's Annal.* 1800. IV, S. 252) empfohlenen Methode.

Nach einer Mittheilung Gaudin's im Jahre 1850 (*Comptes rendus.* XXX, p. 141) hat derselbe schon zehn Jahre früher der französischen Akademie geschmolzene Linsen angeboten, die 50 bis 400 Mal vergrößerten, und aus Kronglas und Bergkrystall bestehen sollten. Er erwähnt aber nichts darüber, wie er den Bergkrystall zum Flusse bringt.

Endlich habe ich selbst viele Jahre hindurch ein Mikroskop benutzt, dessen stärkere Vergrößerungsgläser aus solchen Kügelchen be-

standen; diese wurden auf eine Weise hergestellt, die als eine Vereinigung der Methoden von Hooke und von Sivright zu betrachten ist (*Bulletin des Sc. phys. et nat. en Neerlande* 1839, p. 370).

Bei der grossen Vervollkommnung des zusammengesetzten Mikroskops in den letzten Jahren, und da gegenwärtig ganz brauchbare Mikroskope um einen verhältnissmässig geringen Preiss zu haben sind, werden solche kleine Glaskügelchen statt Linsen wohl nur noch selten beim einfachen Mikroskope gebraucht werden. Indessen kommen doch noch Fälle vor, wo man sie mit Vortheil verwendet, z. B. zur Erzeugung sehr kleiner dioptrischer Bildchen. Ich glaube daher nichts Ueberflüssiges zu thun, wenn ich hier angebe, wie sie nach meiner Erfahrung am besten hergestellt werden.

Dazu sind folgende Dinge erforderlich: 1) zwei oder drei Millimeter breite Streifen von gewöhnlichem Fensterglas oder auch von dünnem Spiegelglas; 2) Platinblech von der Dicke, wie es in der Regel zu chemischen Untersuchungen benutzt wird; 3) eine gewöhnliche Spirituslampe; 4) zwei Pincetten, eine kleinere und feinere, um die Glaskügelchen damit zu fassen, eine gröbere, um die Stückchen Platinblech damit zu halten; 5) ein kleiner flacher Hammer; 6) einige gewöhnliche Nähnadeln von verschiedener Feinheit; 7) eine Platte aus Kork oder weichem Holz; 8) eine ebene Bleiplatte; 9) ein kleines Pappschächtelchen, aus dessen Deckel der Boden entfernt und durch einen neuen aus dünnem Papier ersetzt wurde; 10) eine Scheere.

Das erste ist, dass man aus Platinblech ein paar runde oder vier-eckige Stückchen ausschneidet, etwa von drei bis vier Millimeter Durchmesser. Man legt dieselben auf die Kork- oder Holzplatte, und mit einer Nadel bohrt man in die Mitte eines jeden ein kleines Loch. Die Grösse dieser Oeffnung muss sich natürlich nach der Grösse des Kügelchens richten, welches hineingeschmolzen werden soll; man rechnet auf die Oeffnung etwa  $\frac{3}{4}$  der Grösse des Kügelchens. Durch das Bohren wird das kleine Platinblech etwas gewölbt und es bekommt einen Rand; deshalb legt man es nach dem Durchbohren auf die Bleiplatte, und verschafft ihm durch ein paar Schläge mit dem kleinen Hammer wiederum das geradflächige Aussehen.

Jetzt werden die Glasstreifen zu Fäden ausgezogen. Nimmt man so dünne Streifen, als empfohlen worden ist, so ist die Flamme einer gewöhnlichen Spirituslampe dazu ganz ausreichend; ja diese verdient vor der Löthrohrflamme noch den Vorzug, weil sie keinen Russ giebt. Die Dicke der Fäden ist wieder vom Durchmesser der Kügelchen abhängig, die man anfertigen will.

Hält man das eine Ende eines solchen Glasfadens in die Flamme, so bildet sich bald ein Kügelchen daran. Damit man nicht genöthigt ist, dasselbe mit den Fingern zu fassen, was man, um die Glasoberfläche rein zu behalten, möglichst zu vermeiden sucht, so sticht man in den Papierboden des Deckels des Pappschächtelchens ein kleines Loch, steckt das

freie Ende des Glasfadens hinein und zieht denselben heraus, bis das Kügelchen von unten an das Papier anstösst. Jetzt kneipt man auf der andern Seite des Deckels den Glasfaden durch, und das Glaskügelchen, mit einem kleinen Anhang versehen, fällt in das Pappschächtelchen.

Nun wird das durchbohrte Platinblech mit der grössern Pincette gefasst, und mit der feinen Pincette oder, bei den allerkleinsten, mit der angefeuchteten Spitze einer Nadel bringt man das Kügelchen in die Oeffnung, so dass der noch daran sitzende kleine Anhang schief zur Seite dieser Oeffnung kommt. Auf die Oberfläche des Bleches darf der kleine Anhang nicht kommen, weil in solchem Falle das Kügelchen selten die gehörige Form annimmt. Hat man es mit sehr kleinen Kügelchen zu thun, so muss dieser Theil der Arbeit unter der Lupe ausgeführt werden.

Zuletzt wird das Platinblättchen mit dem in der Oeffnung liegenden Glaskügelchen in die Spiritusflamme gehalten, und zwar dahin, wo diese die grösste Hitze entwickelt, nämlich über die Spitze des innern Kegels. Hier verschwindet der noch vorhandene Anhang des Kügelchens alsbald, indem er mit der übrigen Masse zusammenschmilzt, und dabei legt sich das Glaskügelchen an die stets vorhandenen Unebenheiten der Ränder der Oeffnung, so dass das Kügelchen gehörig befestigt wird. Nur die grösseren Glaskügelchen, die etwa über ein Millimeter Durchmesser haben, fallen nach der Abkühlung, weil sich das Glas zusammenzieht, meistens aus dem Platinbleche; diese müssen daher ganz frei, d. h. in der Weise gewöhnlicher Linsen, in den zu ihrer Aufnahme dienenden Messingröhren befestigt werden. Die passendste Form für diese Röhren ist die, welche Fig. 225 im Durchschnitte dargestellt ist. Hier ist *c* ein

durchbohrter kleiner Messingcylinder, etwa 3 Millimeter lang, und oben mit einer etwas ausgehöhlten Scheibe *ab* von 20 Millimetern Durchmesser versehen. Um den kleinen Cylinder wird eine Röhren für Glaskügelchen. Hülsen *d* geschraubt, die bei *e* eine Oeffnung für das Glaskügelchen hat.



Natürlich kommen unter den zubereiteten Glaskügelchen immer solche vor, die sich bei der Untersuchung als unbrauchbar erweisen. Es ist deshalb rätlich, mehrere von ziemlich gleicher Grösse zuzubereiten und die besten davon auszuwählen, was auch nicht viel Zeit kostet. Bei einiger Übung kann man ein Dutzend solcher Glaskügelchen in einer Stunde anfertigen und es reichen also ein paar Stunden hin, um einen ganzen Satz von Vergrösserungen von 80 bis zu 2000 Mal zu bekommen. Das stärkste Kügelchen, das ich angefertigt habe, vergrössert 2200 Mal im Durchmesser. Dergleichen sind aber wegen des sehr kurzen Focus als Mikroskop kaum brauchbar; man reicht vollkommen mit jenen aus, die höchstens 800 bis 900 Mal vergrössern. Auch ist zu erwähnen, dass gerade die Kügelchen, welche 800 bis 900 Mal vergrössern, das nettteste Bild geben und in dieser Beziehung manchmal selbst gewöhnliche ge-

schliffene Linsen von gleicher Vergrößerung auffallend übertreffen, was man sich nur so erklären kann, dass die Kügelchen während der Schmelzung ellipsoidische oder hyperbolische Flächen bekommen, wodurch ihre sphärische Aberration abnimmt.

Versuche, die ich im Jahre 1849 mit mehreren dieser Kügelchen an Nibert'schen \*) Probetäfelchen anstellte, ergaben folgende Resultate:

178malige Vergrößerung: die 4. Gruppe sehr deutlich hervortretend, in der  
5. die meisten Striche erkennbar.  
453 " " " 6. Gruppe deutlich hervortretend, die 7.  
gestreift.  
712 " " " 7. " eben hervortretend.  
920 " " " 7. " deutlich hervortretend.

Vergleicht man diese Resultate mit jenen, welche man bei der Untersuchung der besten neueren aplanatischen Mikroskope erhält, so ergibt sich, dass diese Glaskügelchen ihnen im Unterscheidungsvermögen schon sehr nahe kommen, und dass sie wenigstens die früheren zusammengesetzten Mikroskope in dieser Hinsicht bei weitem übertreffen.

Kehren wir nun zur Geschichte des einfachen Mikroskops zurück, 100  
so haben wir gesehen, dass während der letzten Hälfte des 17. Jahrhunderts allmählig einige Verbesserungen an demselben ausgeführt wurden, die namentlich dahin zielten, den Abstand zwischen Linse und Object veränderlich zu machen, und dass man auch bereits eine zweite Linse zur Verstärkung des Lichts zu benutzen anfing. Meistens jedoch wurden die einfachen Mikroskope noch mit der Hand gefasst und so gegen das Tages- oder Kerzenlicht gehalten, und diese Einrichtung erhielt sich auch meistens noch in den ersten Jahren des 18. Jahrhunderts.

Man begann aber allerdings auch schon jetzt, manche einfache Mikroskope zu bestimmten Zwecken mit einem Fusse zu versehen. Diese Einrichtung hatte das bereits erwähnte Mikroskop, dessen sich Swammerdam bei der Insectenzergliederung bediente, und das von Samuel Musschenbroek verfertigt worden war.

Ebenso beschrieb 1702 der Engländer Wilson (*Philos. Transact.* 1702, p. 1241) zwei Arten einfacher Mikroskope, von denen er angiebt,

\*) Diese Versuche und die weiterhin vorkommenden, wo nicht das Gegentheil ausdrücklich angegeben ist, wurden seiner Zeit mit einem der ersten Probetäfelchen von Nibert mit zehn Gruppen von Linien angestellt, das von seinen späteren Täfelchen mit ebenfalls zehn Gruppen verschieden ist. Da es für den hier vorliegenden Zweck durchaus nicht nöthig war, diese Beobachtungen aus dem Jahre 1849 mit späteren Probetäfelchen zu wiederholen, so soll hier nur Ein für alle Mal diese Bemerkung stehen, damit nicht der Leser die Nummern der sich darstellenden Gruppen auf die späteren Nibert'schen Täfelchen beziehe, wo die Linien der höheren Gruppen weiter von einander abstehen und deshalb auch leichter von einander zu unterscheiden sind.

dass sie auch mit einem Fusse versehen werden könnten, falls man die damit betrachteten Objecte zu zeichnen wünsche. Eine nähere Beschreibung oder Abbildung gab er aber nicht; er bemerkte bloss, die Einrichtung sei der Art, dass das Mikroskop bequem nach dem Lichte gewendet werden könnte. Zu beiden Mikroskopen gehörte das nämliche System von Linsen, acht an der Zahl.

Das eine Mikroskop von Wilson (Fig. 226) bestand aus zwei länglichen

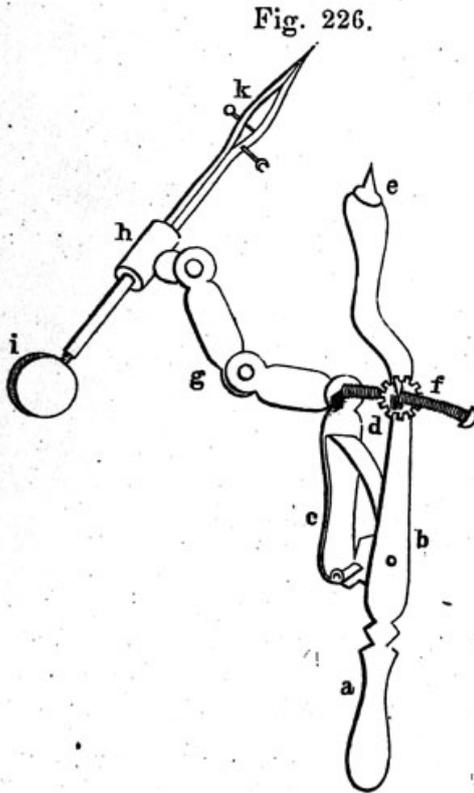
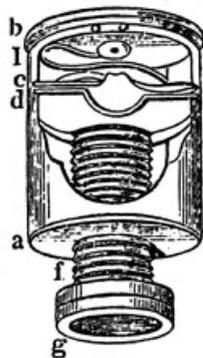


Fig. 226.

Wilson's Mikroskop.

Fig. 227.



Wilson's zweites Mikroskop.

keit gefüllte Röhren aufzunehmen; die beiden anderen aber sind platt, um Glastäfelchen und Schieber dazwischen zu befestigen. Diese ringförmigen Platten stossen auf der einen Seite an die Feder *l*, auf der

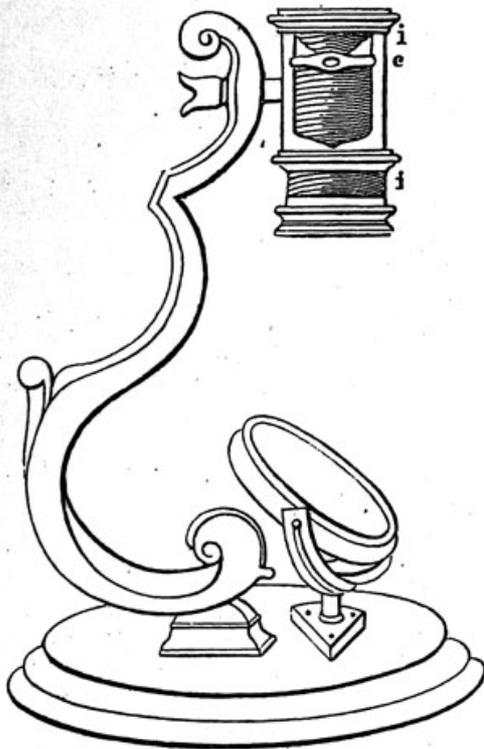
lichen Messingplatten *b* und *c*, die durch ein Charnier vereinigt waren, und eine Feder *d* zwischen sich hatten. Mittelst der gebogenen Schraube *f* liessen die beiden Platten sich einander nähern. Auf das zugespitzte Ende *e* der einen Platte kam das die Linse enthaltende Röhren. Mit der andern Platte stand ein aus mehreren Gliedern bestehender Querarm *g* in Verbindung, mit einer Hülse *h* an dem Ende, worin sich ein Draht auf- und niederschob, der auf der einen Seite in eine Kneipzange *k* ausging, auf der andern Seite dagegen eine kleine elfenbeinerne Scheibe hatte, schwarz auf der einen, weiss auf der andern Fläche.

Ein zweites Mikroskop von Wilson (Fig. 227) ist dasjenige, welches er zuerst 1702 beschrieb. Der Körper *ab* ist aus Elfenbein, aus Messing oder aus Silber, cylinderförmig, etwa zwei Zoll lang und einen Zoll breit. Oben bei *b* werden die Röhren mit den Linsen aufgeschraubt, unten aber der hohle Cylinder *f* mit der Beleuchtungslinse *g*, der sich durch Schrauben höher und niedriger stellen lässt. In dem Rohre befinden sich lose drei in der Mitte durchbrochene Platten, von denen die Platte *d* halbkreisförmig

ändern an die Schraube *f*, welche dazu bestimmt ist, das Object der Linse zu nähern. — Man sieht, dass dieses Mikroskop fast ganz mit demjenigen übereinstimmt, welches etwa 20 Jahre früher von Hartsoeker beschrieben worden war.

Die spätere Form, welche Wilson dem Instrumente gab, und in der es unter dem Namen Wilson's Taschenmikroskop länger als ein halbes Jahrhundert sehr allgemein in Gebrauch kam, stimmt noch mehr mit dem Instrumente von Hartsoeker, da er es auch noch mit einer mehrfach gewundenen Spiralfeder *i* (Fig. 228) versah. Um es bequemer halten zu können, wurde dann noch ein besonderer Handgriff hinzugefügt. Erst um 1740 oder etwas später versah Wilson sein Mikroskop mit einem beweglichen Spiegel, wie es in Fig. 228 dargestellt ist; wenig-

Fig. 228.



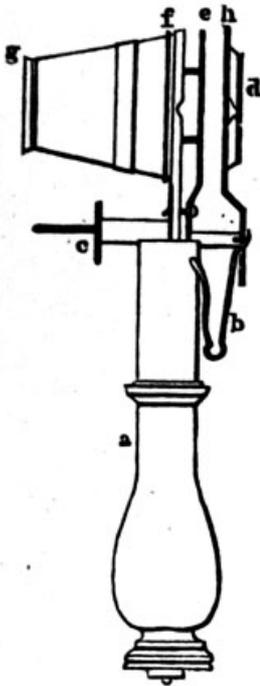
Wilson's drittes Mikroskop mit dem Spiegel.

stens wird in Baker's *Microscope made easy*, welches 1744 herauskam, der hinzugekommene Spiegel als eine ganz neue Erfindung bezeichnet. Wir werden aber später sehen, dass er damals schon beim zusammengesetzten Mikroskope von Hertel angebracht war. Etwa um die nämliche Zeit kam das Mikroskop auch auf einen bleibenden Fuss, den man dann auch allgemein bei anderen einfachen Mikroskopen zu benutzen anfang. Dahin gehört z. B. das Mikroskop von Milchmeyer (Leder-müller's Augenergötzen IV, S. 46, Tafel I), welches übrigens von einem der Mikroskope des Joh. Musschenbroek sich nur wenig unterscheidet, und ebenso das Mikroskop von Gleichen's (Leder-müller's Augenergötzen III, Taf. XII), welches nichts anderes ist als ein verbessertes Cirkelmikroskop mit einem darunter angebrachten Spiegel.

Später wurde Wilson's Mikroskop von Steiner (Abhandlung von den Vergrößerungsgläsern S. 13, im Anhang zur Uebersetzung von Baker's *Microscope made easy*) in der Art abgeändert, dass drei Röhrchen, welche die Linsen enthalten, zusammen auf einer Platte befestigt waren, und sich um eine ausserhalb des Mikroskops befindliche Achse drehen liessen, so dass nach Willkür eine der Linsen über das Object gebracht werden konnte.

401 In Frankreich hatte in den ersten Jahren des 18. Jahrhunderts L. Joblot, Professor an der *Académie royale de Peinture et Sculpture*, einen grossen Namen als Verfertiger von mancherlei Mikroskopen. Ausführliche Beschreibungen mit vielen Abbildungen finden sich in seiner Schrift: *Descriptions et Usages de plusieurs nouveaux microscopes* etc. Paris 1718. Alle seine Mikroskope zeichneten sich durch zierliche, nette Form aus; irgend erhebliche Verbesserungen kamen aber daran nicht vor. Ein einfaches Mikroskop von Joblot ist in Fig. 229 abgebildet. Mit dem Hand-

Fig. 229.



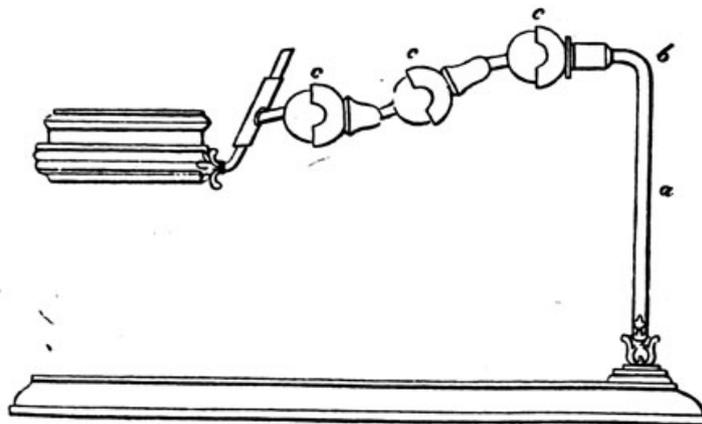
Mikroskop von Joblot.

griffe *a* ist zunächst die Messingplatte *h* verbunden, die eine Oeffnung hat, um das die Linse umfassende Röhrenchen *d* hineinzuschrauben, und zweitens steht auch noch eine andere Messingplatte *f* mit dem Handgriffe in Verbindung, die als Objecttisch dient und deshalb in der Mitte durchbohrt ist. Das Glastäfelchen oder der Schieber mit den Objecten wird durch die dünnere Platte *e*, welche als Feder wirkt, auf der Platte *f* befestigt. Die nach vorn offene Kapsel *fg* aus Ebenholz hat den Zweck, das überflüssige Licht abzuhalten. Die Annäherung des Objects und der Linse wird durch den geränderten Knopf *c* bewirkt; derselbe setzt eine Schraube in Bewegung, welche mit der Platte *h* verbunden ist, und die Bewegung wird durch eine Stahlfeder *b* geregelt.

An keinem seiner eigentlichen einfachen Mikroskope hatte Joblot einen Fuss; er giebt aber die Beschreibung und Abbildung eines Lupenträgers, der zu Zergliederungen bei schwacher Vergrösserung bestimmt war. Mit Weglassung des untern Theils des Fusses, wo sich eine

Ueberladung mit künstlichem Schnitzwerk findet, ist dieser Lupenträger in Fig. 230 abgebildet. Der senkrechte Theil *a* ist bei *b* rechtwinkelig

Fig. 230.



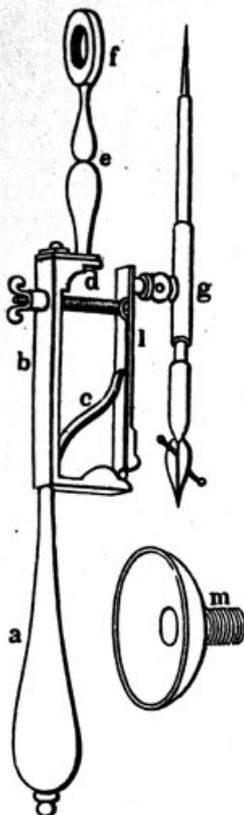
Joblot's Lupenträger.

umgebogen, und daran reiht sich ein aus drei Kugelgelenken *ccc* bestehender Arm, der am Ende einen zur Aufnahme der Lupe bestimmten Ring hat. Solche Lupenträger sind noch viele Jahre hindurch allgemein in Gebrauch gewesen, namentlich nachdem Trembley (*Hist. des Polypes d'eau douce*. 1744) einen ziemlich ähnlichen zur Beobachtung der in einem Glase mit Wasser befindlichen Polypen empfohlen hatte, und nachdem Lyonet (*Traité anatomique de la chenille, qui ronge le bois de saule. A la Haye* 1762) einen solchen zu seiner ausgezeichneten Zergliederung der Weidenraupe benutzt hatte.

Allmählig hatte man es auch weit in der Kunst gebracht, kleine 402  
Glaslinsen zu schleifen. Die Linsen von Wilson's Taschenmikroskop vergrößern bis zu 400 Mal.

Damals machte sich auch Lieberkühn berühmt durch die Herstellung stark vergrößernder Linsen. In seiner Biographie (*Mémoires de l'Académie royale de Berlin*. 1756. p. 519) liest man, er habe Gläser von so ausserordentlicher Kleinheit geschliffen, dass man zum Vergrößerungsglase greifen musste, um sie zu sehen. Lieberkühn führte auch die Benutzung der concaven reflectirenden Metallspiegelchen zur Beleuchtung undurchsichtiger Objecte, die schon früher (S. 604) von

Fig. 231.

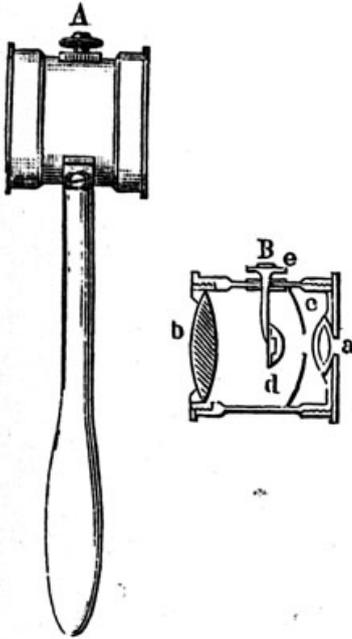
Lieberkühn's einfaches  
Mikroskop.

Leeuwenhoek erfunden worden waren, seit 1738 allgemein ein. Das Gestelle des Mikroskops, wobei er diese Hohlspiegelchen benutzte, war übrigens sehr einfach, wie aus Fig. 231 zu ersehen ist. Der Handgriff *a* trägt ein ebenes messingenes Stück *b*, auf dem sich eine besondere Columella *e* mit dem Ringe *f* erhebt, bestimmt zur Aufnahme der Linse *m*, mit welcher ein Hohlspiegel verbunden ist. Das Stück *b* wird von der Schraube *d* durchbohrt, um auf das Stück *l* zu wirken, dessen Bewegung durch die Feder *c* geregelt wird. Bei *g* befindet sich eine Hülse mit einem darin gehenden Stifte, der an einem Ende in eine Spitze, an dem andern Ende in eine kleine Kneipzange ausläuft, beide zum Festhalten der Objecte bestimmt.

Im Museum des *Royal College of Surgeons of England* befindet sich eine kleine Sammlung von 12 Lieberkühn'schen Mikroskopen, deren jedes ein Injectionspräparat zeigt (*Quekett, Practical treatise on the use of the microscope*. Lond. 1848, p. 16). Die Zusammensetzung dieser Mikroskope (Fig. 232 a. f. S.) ist etwas anders. *A* ist ein messingenes Röhrchen, das etwa einen engl. Zoll Länge und Breite hat; an dem einen Ende befindet sich eine kleine biconvexe Linse von  $\frac{1}{2}$  Zoll

Brennweite, und am andern Ende ist eine grössere Linse zur Lichtverstärkung angebracht. Bei *B* ist das Röhrchen im Durchschnitte dargestellt:

Fig. 232.



*a* ist die vergrössernde Linse, theilweise in einer Aushöhlung des silbernen Hohlspiegels *c* liegend; bei *d* befindet sich das Object, welches durch die Schraube *e* auf- und nieder bewegt werden kann; *b* endlich ist die Beleuchtungslinse.

Lieberkühn hat auch ein anatomisches Mikroskop, das er verfertigt hatte, beschrieben und abgebildet (*Mém. de l'Acad. de Berlin*. 1734, p. 21). Es hatte eine ziemlich grosse, senkrecht auf einem Fusse stehende Messingplatte, woran sich mehrere bewegliche Haken befanden, um das Object damit auszuspannen. Vor einer Oeffnung in der Platte befand sich die Linse, die sich durch eine Schraube auf- und abbewegen liess. Ein Beleuchtungsspiegel fehlte diesem Mikroskope ebenso wie den beiden vorigen.

Lieberkühn'sches Mikroskop;  
halbe Grösse.

Kurz nach Lieberkühn versah auch Leutmann (Anmerkungen vom Glasschleifen. Halle 1738. Vollst. Lehrgeb. d. Optik, S. 187, Taf. 46. Fig. 1) die Linsen des einfachen Mikroskops mit reflectirenden hohlen Spiegelchen. Sein Mikroskop ist im Ganzen zweckmässiger eingerichtet als das Lieberkühn'sche; aber auch ihm fehlt der Spiegel.

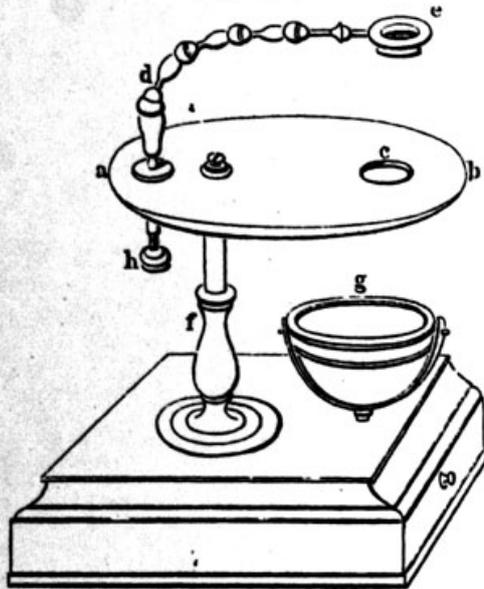
Noch ein Mikroskop für undurchsichtige Objecte wurde von Meyen (Kurze Uebersicht von der Beschaffenheit und dem Gebrauche der Vergrösserungsgläser und Teleskopen. 1747) beschrieben. Dasselbe ähnelte sehr dem Lieberkühn'schen.

Später wurden auch an den sehr gebräuchlichen Wilson'schen Mikroskopen reflectirende Spiegelchen angebracht.

403 Die bisher angefertigten und im Vorhergehenden beschriebenen einfachen Mikroskope waren nur darauf eingerichtet, ein schon vorher zubereitetes Object vor oder unter der Linse zur Wahrnehmung zu bringen. Ausgenommen das Mikroskop, welches S. Musschenbroek für Swammerdam anfertigte und dessen Zusammensetzung uns nicht ganz klar ist, das aber doch wahrscheinlich mehr eine Art Lupenträger wie der Joblot'sche war, kannte man bis dahin keins, womit man bei etwas bedeutender Vergrösserung Zergliederungen vornehmen konnte. Den Joblot'schen Apparat verbesserte Lyonet (Fig. 233) dadurch, dass er den gegliederten Arm *d* auf eine eirunde hölzerne Platte *ab* (8 Zoll lang und 5 Zoll breit) brachte, die auf der kleinen Säule *f* ruht, die man selbst wieder auf einen als Fuss dienenden Kästchen, worin die Linsen und an-

dere Dinge aufgehoben werden, aufschraubt. Der grosse Objecttisch

Fig. 233.



Lyonet's einfaches Mikroskop.

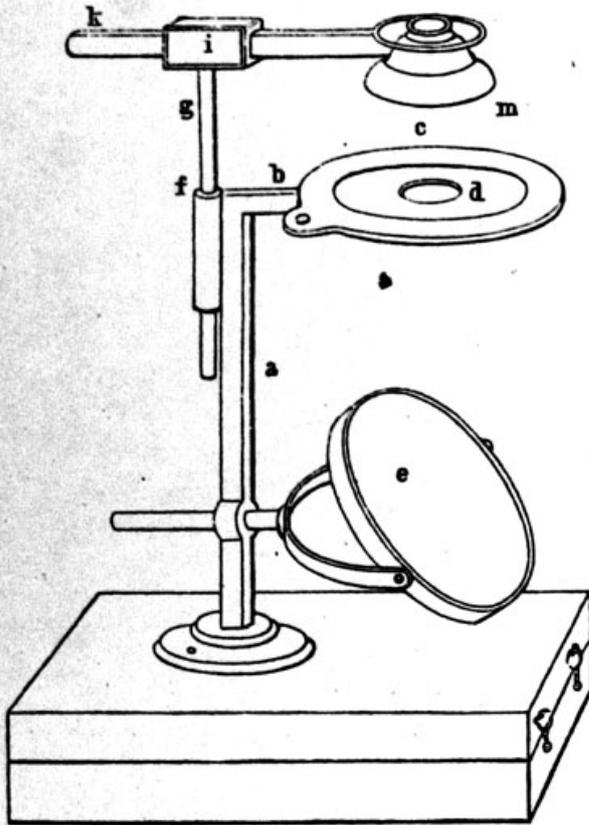
hat eine runde Oeffnung *c*,  $1\frac{5}{8}$  Zoll gross, für Glasplatten und Kästchen, worauf oder worin sich die zur Zergliederung bestimmten Objecte befinden, und ein unter dieser Oeffnung befindlicher Hohlspiegel *g* dient zur Beleuchtung des Gesichtsfeldes. Mittelst der gelenkartigen Gliederungen bringt man dann die Linse *e* in die gehörige Entfernung vom Objecte. Werden aber recht stark vergrössernde Linsen gebraucht, dann war diese Bewegung nicht genau genug, und für solche Fälle griff Lyonet zu einem recht guten Hülfsmittel, welches, wie wir weiterhin sehen werden, auch noch später, aber auf eine

verbesserte Weise, in Anwendung gekommen ist. Die mittelsten Glieder des Armes brachte er nämlich bis zur Oberfläche des Objecttisches herab, und die Linse stellte er so, dass sie dem Objecte etwas zu sehr genähert war. Hierauf schob er ein ganz schief keilförmig zugeschnittenes Holzstückchen zwischen den gegliederten Arm und die Platte und hob dadurch den erstern etwas auf, bis das Object sich ganz scharf darstellte. (*Lettre à Ms. Lecat*, in seiner Abhandlung p. 4). Später hat Adams dieses Hülfsmittel dadurch entbehrlich gemacht, dass er die Schraube *h* anbrachte, wodurch der gegliederte Arm etwas gehoben werden kann.

Schon vor Lyonet hatte Cuff ein Mikroskop angefertigt (Fig. 234 a. f. S.), welches unter dem Namen des Wassermikroskops von Ellis bekannt geworden ist, weil Ellis (*Essay towards a natural History of Corallines*, Lond. 1755) dasselbe zuerst beschrieben und zur Beobachtung mancher im Wasser lebenden Thiere benutzt hat. Das Gestell dieses Mikroskops ist offenbar jenem der zusammengesetzten Mikroskope desselben Optikers entnommen und verdient deshalb besondere Beachtung, weil es zu allen ferneren Verbesserungen in der mechanischen Einrichtung des einfachen Mikroskops den Grund gelegt hat. Daher es denn auch nicht schwer fällt, in diesem vor 100 Jahren verfertigten Instrumente das Modell zu erkennen, nach welchem die meisten späteren gearbeitet worden sind. Die Stange *a* trägt den ringförmigen Objecttisch *c*, in welchen eine geradflächige Glastafel *d* oder ein ausgehöhltes Glas eingesetzt werden kann. Der Linsenarm *k* lässt sich in dem hohlen vierseitigen Stücke *i* hin- und herschieben; dieses ruht aber auf dem Stabe *g*, der in einer an der Stange

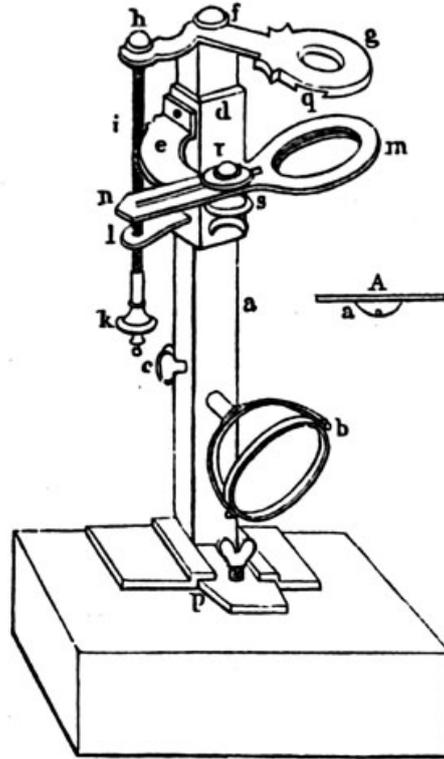
befestigten Hülse *f* auf- und niedergleiten und sich herumdrehen kann. Jede Linse *l* ist in ein Röhrchen gefasst, welches unten mit einem reflectirenden Spiegel *m* versehen ist; *e* aber ist der Beleuchtungsspiegel.

Fig. 234.



Cuff's einfaches Mikroskop.

Fig. 235.



Mazzola's einfaches Mikroskop.

Es braucht wohl kaum darauf hingewiesen zu werden, dass dieses Mikroskop, namentlich durch den ganz freien Objecttisch, zu vielerlei Untersuchungen sich weit mehr eignet, als das bis dahin allgemein in Gebrauch stehende Wilson'sche Mikroskop. Nur konnte es in dieser Form schwerlich bei sehr stark vergrößernden Linsen benutzt werden, weil das Auf- und Niederschieben des Stabes *g* in der Hülse *f* keine ganz genaue Einstellung erlaubte. Dieser Unvollkommenheit wurde übrigens später von Cuff selbst abgeholfen, wie ich an einem Mikroskope des Herrn R. T. Maitland zu sehen Gelegenheit gehabt habe. Dieses einfache Mikroskop hat eine elliptische messingene Platte als Fuss, und ausser der gröbern Bewegung durch Auf- und Niederschieben ist auch noch für die feine Einstellung gesorgt durch eine auf der hinteren Seite angebrachte Feder, ganz so wie an Cuff's zusammengesetztem Mikroskope, von dem später die Rede sein wird.

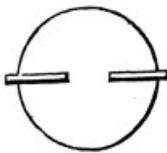
In dieser Art, mit nur wenigen in der Regel nicht nennenswerthen Modificationen, sind die meisten einfachen Mikroskope in der letzten

Halbte des vorigen Jahrhunderts gefertigt worden, von den beiden Adams, von Martin, von Jones, von Mazzola und Anderen. Es wird deshalb genügen, wenn ich hier nur noch das Instrument des Letzteren, des in Wien lebenden Italieners Vincenz Mazzola, beschreibe, wie er es für stark vergrößernde Glaskügelchen eingerichtet hatte, deren sich Antonio Barba, ein Schüler des della Torre bediente (Fig. 235). Die vierseitige Stange wird mittelst eines Schwalbenschwanzes  $p$  und einer Klemmschraube auf dem Kästchen befestigt. An der Stange bewegt sich die vierseitige Hülse  $d$  auf und ab, mit welcher ein bogenförmiger Arm  $e$  verbunden ist, und auf diesem befindet sich der Objecttisch  $m$ , der vermöge des Ausschnitts  $n$  darauf hin- und hergeschoben und auch herumgedreht werden kann. Unten ist an die bewegliche vierseitige Hülse  $d$  eine kleine Platte  $l$  befestigt; durch diese geht eine Schraube  $ik$ , die sich oben an dem feststehenden kleinen Arm  $h$  herumdreht, an der Spitze der Stange. Dort befindet sich auch der Linsenarm  $f$ , mit einem Ringe  $g$  am Ende, der etwas ausgehöhlt ist. Die Glaskügelchen, in schalenförmige Röhrchen eingeschlossen, sind an eine länglich-viereckige Platte befestigt, welche in die Schwalbenschwanzrinne  $q$  das Armes  $g$  eingeschoben wird.  $A$  ist die seitliche Ansicht der Linsenplatte. Die Beleuchtung wird durch den Hohlspiegel  $b$  bewirkt.

Während nun aber die mechanische Einrichtung des einfachen Mi- 404  
kroskops während des 18. Jahrhunderts allmählig einen hohen Grad von Vervollkommnung erfuhr, wurde der optische Theil während dieser Zeit wenig oder gar nicht verbessert; erst mit dem Anfange unseres gegenwärtigen Jahrhunderts machte man auf's Neue Versuche, das einfache Mikroskop auch nach dieser Seite hin zu verbessern.

Unter denen, die dies versuchten, ist zuerst Wollaston (*Phil. Transact.* 1812, p. 375) zu nennen. Er vereinigte zwei planconvexe Linsen

Fig. 236.

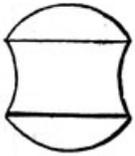
Wollaston's  
periskopische  
Linse.

(Fig. 236) dergestalt mit einander, dass sie einander die ebenen Flächen zuekehrten, aber einen Raum zwischen sich übrig liessen, worin sich eine mit einer Oeffnung versehene metallene Scheibe oder ein Ring befand. Er wollte dadurch die Randstrahlen abschneiden und die sphärische Aberration mindern, zugleich aber auch ein größeres Gesichtsfeld bekommen. Deshalb bezeichnete er eine solche Vereinigung als periskopische Linse.

Brewster bemerkte mit Recht, dass, wenn eine solche periskopische Linse möglichst zweckmässig eingerichtet sein sollte, die Höhlung zwischen den beiden Linsen und dem Metallringe mit einer Masse ausgefüllt werden müsste, deren Brechungsvermögen dem des Glases nahe kommt, z. B. mit Canadabalsam. Späterhin machte er, gemäss den von Wollaston aufgestellten Principien, den Vorschlag, in eine Kugel eine ringförmige Grube zu schleifen (Fig. 237 a. f. S.); diese sollte die Stelle des eben genannten Metallringes vertreten. Dieser Vorschlag

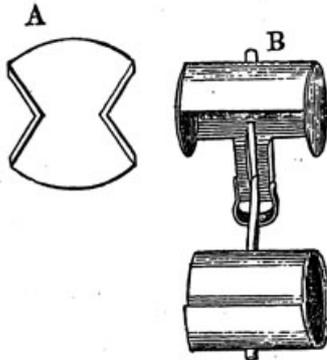
wurde beifällig aufgenommen. Coddington (*Phil. Transact.* 1830, p. 69)

Fig. 237.



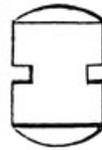
Brewster's  
ringförmig ver-  
tiefte Kugel.

Fig. 238.



Coddington's Coneopsid.

Fig. 239.

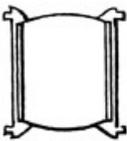


Andere Form  
von Coddin-  
ton's Vogel-  
augenlinse.

glaubte ihn namentlich dadurch leichter ausführen zu können, dass er der Grube eine schärfere Form gab (Fig. 238. A). Es sind hier die Residuen der zwei planconvexen Linsen in der Form zweier abgestutzter Kegel vereinigt, und deshalb wurden solche Linsen auch Coneopside oder Vogelaugenlinsen genannt. In Fig. 238 B ist dargestellt, wie sie gewöhnlich gefasst werden, um sie bequem in der Tasche tragen zu können. Eine andere Form der Coddington'schen Vogelaugenlinsen ist Fig. 239 dargestellt, die dem beabsichtigten Zwecke offenbar gleich gut entspricht. Dass derartig gestellte Linsen auch aus sehr kleinen Kugeln sich herstellen lassen, erhellt aus der Angabe von Brewster (*Treatise on the microscope.* Edinb. 1837, p. 30), dass Blackie aus Granat ein solches rinnenartig ausgehöhltes Kügelchen geschliffen hat, dessen Durchmesser nur  $\frac{1}{24}$  engl. Zoll, also etwa 1 Millimeter betrug. Wirklich bekommt man durch solche Coddington'sche Linsen, wenn sie gut gearbeitet sind (wie man sie z. B. von Lerebours bezieht), ein sehr scharfes Bild. Sie sind indessen mit einer Unvollkommenheit behaftet, wodurch sie sich weniger eignen zu dem Zwecke, wofür sie eigentlich bestimmt sind, nämlich als Lupe zu dienen. Dies ist die geringe Entfernung des Focus, die es nöthig macht, das Object der Oberfläche der Linse immer mehr zu nähern, als bei einer planconvexen oder biconvexen Linse von gleich starker Vergrößerung erforderlich ist.

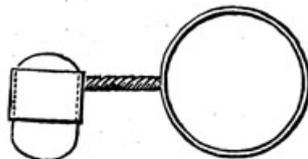
Der nämliche Tadel trifft auch die Cylinderlupen (Fig. 240), die schon

Fig. 240.



Cylinderlupe.

Fig. 241.



Stanhope's Linse.

seit langer Zeit hier und da in Gebrauch sind, über deren erste Anfertigung mir aber nichts bekannt ist. Sie bestehen aus einem cylinderförmigen, an beiden Enden convex geschliffenen Stück Glas, welches in eine messingene Röhre gefasst ist. Ihnen entgeht aber auch ausserdem der Vorzug, die sphärische Aberration zu verbessern; diese ist bei ihnen gleich gross, wie bei einer biconvexen Linse von gleicher Krümmung, weil die ringförmige Grube

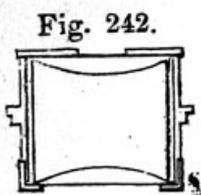
fehlt. Dies zu bemerken, erscheint deshalb nicht überflüssig, weil solche Cylinderlupen nicht selten als Coddington'sche Lupen verkauft werden.

Als eine Modification der Cylinderlupe ist die Stanhope'sche Linse (Fig. 241) zu nennen. In der Regel ist sie in eine silberne Hülse gefasst, die mit einem Ringe in Verbindung steht, um sie in der Hand zu halten. An beiden Seiten hat sie gewölbte Oberflächen; die dem Auge zugekehrte Fläche ist aber weit stärker gewölbt und so geschliffen, dass kleine auf der andern gewölbten Fläche liegende Objecte sich gerade in der gehörigen Entfernung befinden, um scharf gesehen zu werden. Die Convexität dieser letztern Fläche trägt daher nichts zur Vergrößerung bei; sie soll nur der Krümmung des Gesichtsfeldes correspondiren und dieselbe möglichst aufheben. Es ist aber klar, dass die nämliche Stanhope'sche Linse nicht für alle Personen passen kann, da kein Mittel vorhanden ist, die Entfernung der Objecte der gewöhnlichen Sehweite der verschiedenen Augen entsprechend abzuändern. Diese Unvollkommenheit lässt sich nur dadurch ausgleichen, dass man aus einem Vorrathe solcher Linsen eine aussucht, die wirklich ein scharfes und reines Bild giebt, ohne dass das Accommodationsvermögen des Auges dabei besonders in Anspruch genommen wird. Die Anzahl der Objecte, deren Natur es gestattet, dass man sie auf eine gewölbte Fläche bringt, um sie ganz genau zu erkennen, ist aber gewiss klein, und deshalb wird diese Linseneinrichtung, der sonst unverkennbar eine ganz richtige Idee zu Grunde liegt, wohl stets nur in einem beschränkten Maasse sich nützlich bewähren. Nach der Eigenthümlichkeit der Form lassen sich diese Linsen auch nicht klein und gewölbt genug machen, dass man damit irgend erhebliche Vergrößerungen hervorbringen könnte. Die von Lerebours verfertigten Linsen, wie eine in der obenstehenden Figur abgebildet ist, geben meistens eine 30malige Vergrößerung. Freilich soll ihm auch eine 80malige Vergrößerung gelungen sein (*Comptes rendus* 1841, 29. Mars); allein auch das ist noch nicht ausreichend für praktische Zwecke, wie die Untersuchung des Bluts, der Sputa und anderer Auswurfstoffe, wozu man diese Linsen im Besondern empfohlen hat.

Ein bedeutender Fortschritt in der Verbesserung des einfachen Mi- 405  
kroskops, und damit auch, wie wir weiter sehen werden, des zusammengesetzten Mikroskops, erfolgte dadurch, dass man zwei oder mehr Linsen zu einem System vereinigte. Bei einer früheren Gelegenheit (§. 125) habe ich, soweit der Zweck dieses Buches es zuliess, dargethan, dass durch eine derartige Vereinigung nicht nur die Vergrößerung zunimmt, sondern auch die sphärische und chromatische Aberration verbessert wird; daher man, ohne der Schärfe des Bildes Eintrag zu thun, solchen Doublets und Triplets eine viel grössere Oeffnung geben kann, wodurch die Helligkeit gesteigert wird, mit der ja das durchdringende Vermögen gleichen Schritt hält.

Solche Linsensysteme sind zwar erst in der neuern Zeit in allge-

meinem Gebrauch gekommen; ihre Nutzbarkeit scheint aber schon frühzeitig von Einzelnen erkannt worden zu sein. Schon oben (§. 396) bemerkte ich, dass man wohl annehmen müsse, Leeuwenhoek habe Doublets und selbst Triplets verfertigt. Aber noch vor diesem hatte Eustachio Divini (*Phil. Transact.* 1668. Nr. 42, p. 842) eine Vereinigung von zwei planconvexen Linsen, die mit ihren convexen Flächen an einander stiessen, als Ocular für ein zusammengesetztes Mikroskop benutzt, und später werden wir sehen, dass Grindl von Ach, der nur wenig später lebte, in seinem zusammengesetzten Mikroskope alle Linsen in dieser Art paarweise vereinigte, und dass auch andere um die nämliche Zeit zu den Objectiven eine Vereinigung von zwei Linsen benutzten. Was namentlich das einfache Mikroskop betrifft, so findet man bei Joblot (*Descriptions et usages de plusieurs nouveaux microscopes.* Par. 1718, p. 43) eins beschrieben und abgebildet, wo zwei biconvexe Linsen einander bis über die Brennweite genähert sind, so dass sie deshalb, wie Joblot selbst angiebt, zusammen ein in die rechte Stellung gebrachtes Bild des Objects erzeugen. Er verfertigte auch solche mit planconvexen Linsen und brachte diese in zwei besondere auf einander verschiebbare Röhren, wodurch verschiedenartige Vergrößerungen erzielt wurden. Solche Vereinigungen zweier nur wenig vergrößernden Linsen sind späterhin als Lupen in Gebrauch geblieben, und bei den englischen Mikroskopen aus der letzten Hälfte des vorigen Jahrhunderts kommen sie nicht selten vor. In Fig. 242



Doublet von Adams.

ist eine, die zu einem Adams'schen Mikroskope gehört, im Durchschnitte dargestellt.

Indessen war Euler (*Mém. de l'Acad. de Berlin.* 1764, XX. p. 105) der erste, der die Vorzüge einer solchen Vereinigung aus theoretischen Gründen nachwies und zugleich auch die Form der Linsen berechnete, die sich am besten dazu eignen müsste. Die Rechnung führte ihn darauf, dass ein solches Doublet aus einer biconvexen Linse und einem Meniscus bestehen sollte. Bei der ersten müsse der Radius der Vorderfläche das 4,7982fache und jener der Hinterfläche das 0,6085fache der Focaldistanz betragen; bei der zweiten müsse der Radius der Vorderfläche — 0,8153 und jener der Hinterfläche 0,3248 der Focaldistanz betragen. Der Abstand der beiden Linsen von einander müsse je nach der Brennweite ein verschiedener sein. Euler's Empfehlung scheint aber wenig Eingang gefunden zu haben; wenigstens ist mir nicht bekannt, dass jemals ein solches Doublet nach seiner Berechnung angefertigt worden ist.

Im Jahre 1821 wurde der Gegenstand wiederum von John Herschel (*Phil. Transact.* 1821, p. 246) aufgenommen. Er berechnete die Krümmungsgrösse für verschiedene Combinationen, bei denen die Aberrationen mehr oder weniger vollständig aufgehoben werden. Die erste hat eine gewisse Uebereinstimmung mit der bereits von Euler vorgeschlagenen; sie besteht ebenfalls aus einer biconvexen Linse und einem Meniscus.

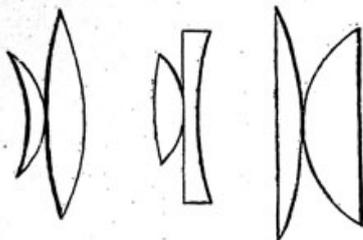
Während aber Euler die beiden Linsen in eine gewisse Entfernung von einander brachte, die je nach der Brennweite des Systems verschieden war, brachte sie Herschel, wie in Fig. 243, in Berührung mit einander, daher denn auch die Krümmungen der Linsen für jede Brennweite andere sein mussten. Er berechnete folgende Krümmungen und Brennweiten für zwei solche Doublets:

	I.	II.
Brennweite der ersten Linse . . . . .	+ 10,000	+ 10,000
Radius der ersten Fläche . . . . .	+ 5,888	+ 5,888
Radius der zweiten Fläche . . . . .	- 35,000	- 35,000
Brennweite der zweiten Linse . . . . .	+ 17,829	+ 5,497
Radius der ersten Fläche . . . . .	+ 8,688	+ 2,954
Radius der zweiten Fläche . . . . .	+ 6,291	+ 3,128
Brennweite der vereinigten Linsen . . . . .	+ 6,407	+ 8,474

Im Mikroskope muss die gewölbte Seite dem Auge zugekehrt sein.

Durch diese Vereinigung wird besonders die Aberration in der Mitte des Sehfeldes gehoben; dagegen passt sie weniger dazu, Objecte in einem ausgedehnten Gesichtsfelde mit gleicher Schärfe zur Wahrnehmung zu bringen. Für diesen Fall eignet sich eher die Vereinigung zweier Linsen, wie in Fig. 244, wieweil dadurch die Aberration bei weitem nicht in dem Maasse verbessert wird, wie durch die vorige Combination.

Fig. 243. Fig. 244. Fig. 245.



Herschel's Doublets.

Sie besteht aus einer Linse von der besten Form (§. 52), verbunden mit einer planconvexen Linse, deren Brennweite sich zu jener der ersten verhält wie 2,6 : 1.

Herschel fand, dass mit einem solcher-gestalt eingerichteten Doublet, dessen Brennweite 1,84 engl. Zoll betrug, Objecte, diamm 40°

von der Axe entfernt liegen, noch gleich deutlich gesehen werden können, wenn das Sehfeld sich bis zu 75° über die Axe hinaus erstreckt. Zu Lupen würde daher ein solches Doublet gewiss ganz brauchbar sein.

Herschel hat noch eine dritte Vereinigungsweise der beiden Linsen vorgeschlagen (Fig. 245), die in der Hauptsache mit derjenigen übereinstimmt, deren sich der vorher genannte Eustachio Divini schon vor fast 200 Jahren bedient hatte: man lässt nämlich zwei planconvexe Linsen mit den gewölbten Oberflächen an einander stossen. Bestehen die Linsen aus gewöhnlichem Glase und haben sie gleiche Krümmung, dann beträgt die Aberration nach der Berechnung nur 0,6028 jener Aberration, die bei einer Linse von der besten Form stattfindet. Nimmt man dagegen, wie in Fig. 245, zwei planconvexe Linsen, deren Brennweiten sich wie 1 : 2,3 zu einander verhalten, dann beträgt die Aberration nur noch 0,2481.

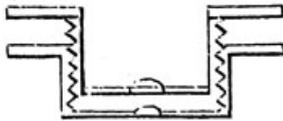
Wie verdienstlich aber auch diese Bestrebungen Herschel's waren, wie richtig seine theoretischen Ansichten und die darauf sich stützenden Berechnungen, sie haben nur wenig zur wirklichen Verbesserung des Mi-

kroskops beigetragen, weil sich in der praktischen Ausführung Schwierigkeiten entgegenstellen. Denn es fällt gar schwer, sehr kleine Linsen, wie sie für das einfache Mikroskop bei nur etwas bedeutenden Vergrößerungen gefordert werden, genau mit den im Voraus berechneten Krümmungen zu schleifen.

Glücklicher war hierin Wollaston; ihm gehört das Verdienst, eine solche Einrichtung der Doublets gelehrt zu haben, die sich zu einer praktischen Benutzung weit mehr eignet, da es nicht sowohl auf eine ganz genaue Form ankommt, als vielmehr auf ihren relativen Abstand, den doch der Mechanikus weit eher in seiner Gewalt hat; denn er kann ja diesen Abstand so lange ändern, bis er durch den Versuch jene Vereinigung der Linsen festgestellt hat, bei welcher die entschiedenste Wirkung herauskommt. Es war Wollaston's letzte wissenschaftliche Arbeit; einen Monat, nachdem dieselbe (*Phil. Transact.* 1829, p. 9) erschienen war, starb der ausgezeichnete Mann.

Wollaston giebt selbst an, dass er auf die Idee seiner Doublets durch die Betrachtung des Huygens'schen Oculars für Teleskope kam, welches, wenn es umgekehrt wird, ein Mikroskop bildet. Die zuerst nach Wollaston's Vorschrift verfertigten Doublets (Fig. 246) bestanden

Fig. 246.

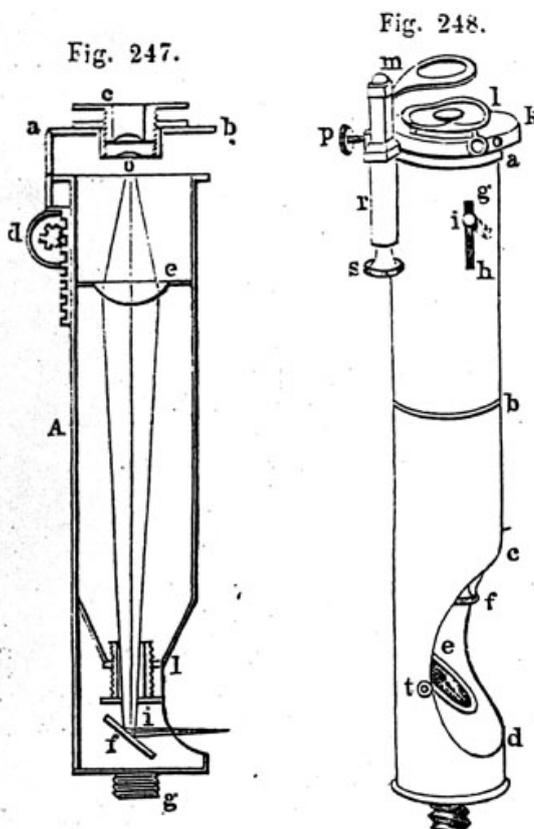


Wollaston's Doublet.

aus zwei planconvexen Linsen, in besondere Röhrrchen gefasst, die schraubenförmig in einander greifen, so dass man einfach und bequem die Entfernung ermitteln kann, bei welcher das Bild am hellsten und schärfsten erscheint. Die Brennweite der untern Linse sollte sich nach ihm zu jener der obern dem Auge zugekehrten verhalten wie 1:3; auch wollte er gefunden haben, die Entfernung ihrer platten Oberflächen betrage am besten 1,4 bis 1,5 der Brennweite der kleinern Linse.

Wollaston beschrieb ferner ein Mikroskopgestell von eigenthümlicher Form und Einrichtung, wobei der Hauptzweck dahin ging, den durch seine Doublets betrachteten Objecten eine bessere Beleuchtung zu geben. Ich werde später, bei den Beleuchtungsapparaten, auf diese Einrichtung weiter zurückkommen; sie hat den Grund gelegt zu mancherlei später hierin vorgenommenen Verbesserungen. Ich gebe aber hier ihre Beschreibung, die durch Fig. 247 erläutert wird. *A* ist ein messingenes Rohr, ungefähr 6 Zoll lang und 1 Zoll oder mehr breit; durch die Schraube *g* kann es auf das Kästchen befestigt werden, worin das Instrument, wenn es nicht gebraucht wird, zu liegen kommt. Bei *l* hat das Rohr eine grosse Oeffnung, durch welche das Licht auf den Spiegel *f* fallen kann. Ueber diesem Spiegel ist bei *i* ein Diaphragma angebracht, um die äussersten Strahlen abzuschneiden, welche vom Spiegel reflectirt werden. Am obern Ende des Rohrs befindet sich bei *e* eine planconvexe Linse, mit einer Brennweite von etwa  $\frac{3}{4}$  Zoll, deren gerade Fläche nach oben sieht. Die vom Spiegel reflectirten Strahlen werden durch diese

Linse in *o* vereinigt, wo die Platte, welche das Rohr oben schliesst und welche als Objecttisch dient, eine Oeffnung besitzt. Bei *d* befindet sich



Wollaston's einfaches Mikroskop.

Wollaston's einfaches Mikroskop nach Dollond.

ein gezahntes Rad mit einem Triebe, woran der doppelt gebogene Arm *ab* befestigt ist; in diesen aber kommt das Doublet *c*, welches durch Umdrehen des Knopfes *d* höher, oder niedriger gestellt werden kann.

Spätere Mechaniker haben einige Veränderungen an dieser Einrichtung vorgenommen; dahin gehört das in Fig. 248 dargestellte, von Dollond herrührende Mikroskop. Der Trieb ist hier durch eine feine Schraube ersetzt, deren geränderter Knopf bei *s* sichtbar ist. Der Objecttisch *l* lässt sich in verschiedenen Richtungen bewegen durch zwei Schrauben *p* und *o*, die um 90° von einander abstehen. Ferner steckt bei diesem Mikroskope die Beleuchtungslinse in einem kurzen

Röhrchen, welches in dem grössern Rohre auf- und niederbewegt werden kann, mittelst zweier kleiner Knöpfe, die durch zwei schlitzförmige Oeffnungen aus dem Rohre hervorragen. Einen dieser Knöpfe *i* sieht man bei *gh*. Der Zweck dabei ist, die Linse dem Objecte näher zu bringen oder weiter davon zu entfernen, und so die Beleuchtung zu verstärken oder zu mässigen. Man muss aber zugeben, dass diese Beweglichkeit der Linse nicht im ursprünglichen Plane Wollaston's lag; er wollte das Object immer gerade im Brennpunkte der Linse haben\*).

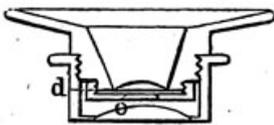
Die von Wollaston erfundenen Doublets hatten sich bald eines grossen Beifalls zu erfreuen, und es wurden einige Verbesserungen damit vorgenommen; namentlich Pritchard und Chevalier erwarben sich hierin Verdienste. Pritchard beobachtete, dass bei jener Entfernung beider Linsen von einander, welche Wollaston angegeben hatte, das

\*) Das Mikroskop, welches ich seit einer Reihe von Jahren mit den oben (S. 611) beschriebenen Glaskügelchen benutzt habe, besitzt auch eine solche Einrichtung. Nur ist die Beleuchtungslinse bei weitem grösser, das Rohr daher weiter, und unter dem Objecttische befindet sich ausserdem noch ein bewegliches Diaphragma. *S. Bulletin des Sc. phys. et natur. 1839.*

Bild keineswegs das Maximum von Schärfe und Helligkeit besitzt; er kam zu dem Schlusse, diese Entfernung müsse gleich sein der Differenz zwischen den Brennweiten beider Linsen, mit Berücksichtigung jedoch ihrer Dicke. Er fand ferner, dass das Verhältniss zwischen den Brennweiten der beiden Linsen nicht gerade 1 : 3 sein müsse, sondern sehr variiren könne. Das einzige Erforderniss sei, dass die Differenz mehr beträgt als die Dicke der vordern Linse, damit, zumal bei starken Vergrößerungen, der Focus des ganzen Systems um so weiter von der untern Linse entfernt ist, je grösser die Differenz zwischen den Brennweiten der einzelnen Linsen ist. Das ist aber sehr wichtig für die praktische Benutzung der Doublets. Pritchard glaubt daher, das Verhältniss dürfe nie unter 1 : 3 fallen; er hat aber mehrere ganz gute gemacht mit dem Verhältniss von 1 : 6. Er brachte endlich auch ein Diaphragma zwischen die beiden Linsen, und es befindet sich dieses nach ihm am besten gleich oberhalb der untern Linse. Es versteht sich aber von selbst, dass ein solches Doublet ganz sorgfältig centrirt sein muss, da, wenn die beste Stellung der Linsen einmal ermittelt worden ist, diese unveränderlich darin festgestellt werden müssen. Pritchard versichert jedoch, dass manchmal ganze Tage nöthig sein können, um ein Doublet, welches auseinandergenommen wurde, wiederum in Ordnung zu bringen.

Chevalier versah seine Doublets (Fig. 249) ebenfalls mit einem Diaphragma *d*, dessen Oeffnung bei *o* sichtbar ist. Seine Einrichtung unter-

Fig. 249.



Abscheidet sich aber von der ursprünglich Wollaston'schen und von der Pritchard'schen darin, dass er zwei planconvexe Linsen von gleicher Brennweite nimmt, von denen jedoch die obere merklich kleiner ist als die untere dem Objecte zugewendete. Seine Absicht hierbei ist, die Linsen einander näher zu bringen, damit das ganze System eine geringere Dicke hat und zugleich auch mehr Helligkeit verschafft; auch wird überdies dadurch der Raum zwischen dem Objecte und der untersten Linse des Doublets grösser.

Pritchard sowohl wie Chevalier haben auch Triplets für das einfache Mikroskop gefertigt. Ihrer Einrichtung liegt das nämliche Princip zu Grunde, wie jener der Doublets; ihre Ausführung erfordert aber natürlich noch mehr Sorgfalt, die aber auch durch die grössere Schärfe belohnt wird, mit welcher schwere Probeobjecte hervortreten.

Bei den Pritchard'schen Triplets hat die dritte oder unterste Linse einen längern Focus als die beiden anderen, und sie befindet sich auch in einiger Entfernung von diesen.

Fig. 250.



Holland's Triplet.

Später empfahl Holland (*Transactions of the Society of Arts*. 1832. Vol. 49) eine andere Einrichtung, welche sehr gerühmt wird (Fig. 250). Es sind nämlich drei planconvexe Linsen, von denen die beiden ersteren sich berühren, während ein Diaphragma zwischen ihnen und der obern

Linse befindlich ist. Ein solches Triplet soll ein Strahlenbüschel von  $65^\circ$  mit vollkommener Schärfe durchlassen.

Dass ein Doublet oder Triplet vor einer einfachen gleich stark vergrößernden Linse wirklich den Vorzug verdient, mag aus der folgenden Parallele erhellen.

Zu einem einfachen Taschensmikroskope von Dollond gehören vier biconvexe Linsen mit folgenden Vergrößerungen: Nr. 1. 77 Male, Nr. 2. 185 Male, Nr. 3. 331 Male, Nr. 4. 480 Male\*). Ich benutzte ein N Robert'sches Täfelchen als Object, und fand, dass unter den günstigsten Umständen durch Nr. 1. keine der Gruppen als Striche sich erkennen liess, durch Nr. 2. die Striche der vierten Gruppe zu erkennen waren, durch Nr. 3. die der fünften Gruppe, und durch Nr. 4. kam man auch zu keiner höhern Gruppe.

Zwei Pritchard'sche Doublets, welche 240 Male und 312 Male vergrößerten, zeigten an dem nämlichen N Robert'schen Täfelchen Folgendes: Mit dem ersten waren die Striche der fünften Gruppe zu unterscheiden und mit dem zweiten jene der sechsten Gruppe.

Mit einem Chevalier'schen Doublet, das nur 48 Male vergrößerte, waren die Striche der ersten Gruppe erkennbar, und mit einem andern, welches 317 Male vergrößerte, die Striche der sechsten Gruppe. Dagegen konnte ich mit einem Triplet von Chevalier, welches 387 Male vergrößerte, nur die Striche der fünften Gruppe wahrnehmen, woran vielleicht eine nicht ganz genaue Centrirung Schuld sein mag.

Ein Uebelstand kommt bei den Doublets und noch mehr bei den Triplets vor, das ist die geringe Entfernung der untern Linse vom Objecte, die natürlich, auch unter den günstigsten Umständen, immer kleiner ausfällt, als wenn eine einzelne Linse von gleichem Vergrößerungsvermögen genommen wird. Bei starken Vergrößerungen muss man deshalb sehr dünne Glas- oder Glimmerblättchen als Deckplättchen nehmen. Bei schwächeren Vergrößerungen, wie sie zur Zergliederung auf dem Objecttische benutzt werden, hat aber Chevalier (a. a. O. S. 38) eine eigene Einrichtung erfunden: er bringt nämlich eine achromatische concave Linse oberhalb des Doublets an. Je grösser der Abstand ist, um so bedeutender ist die Vergrößerung, und so wird der Zwischenraum

---

\*) Dies ist die stärkste geschliffene Glaslinse, die ich in Händen gehabt habe. Es sind aber allerdings noch stärkere gefertigt worden. Fontana (*Traité sur le venin de la vipère*. p. 288) benutzte zur Untersuchung des Muskelgewebes eine Linse mit  $\frac{1}{90}$  Zoll Brennweite: dies giebt für 8 Zoll Sehweite eine 720malige, für 25 Centimeter Sehweite eine 825malige Vergrößerung. Diese Linse soll aber noch durch die Linsen von Gould (Schuhmacher's Astronom. Nachrichten. VIII. S. 104) übertroffen werden, deren stärkste nicht weniger als 1100 Male im Durchmesser vergrößern soll. Es ist aber nicht mit angegeben, für welche Sehweite diese Vergrößerung berechnet ist, und wiederholt habe ich mich davon überzeugt, dass man sich hierin nicht immer auf die Angaben der Instrumentenmacher verlassen darf.

merklich grösser als wenn bloss ein Doublet benutzt wird. Chevalier empfiehlt diese Einrichtung nicht bloss bei dem zu Zergliederungen bestimmten Mikroskope, die Augenärzte sollen sie auch zur Untersuchung von Augenkrankheiten benutzen. — Wir werden alsbald sehen, dass die späterhin von Brücke für den gleichen Zweck empfohlene Lupe auf dem nämlichen Principe beruht.

Ich habe noch einer andern Anwendungsweise zu gedenken, wozu Chevalier (*Comptes rendus* 1841. 8. Mars) seine Doublets benutzt haben will. Er bringt nämlich ein kurzes Röhrchen oder einen Ring daran und davor ein gerades Glastäfelchen, dessen Aussenfläche sich gerade in der Brennweite der Linse befindet, so dass darauf liegende Objecte mit Schärfe gesehen werden können; damit aber der kleine Apparat auch für Augen von verschiedener Sehweite passe, ist der Ring mit dem Glastäfelchen beweglich. Diese Einrichtung soll die Stanhope'sche Linse (S. 622) ersetzen, vor der sie auch in mehrfacher Hinsicht den Vorzug verdient, nämlich durch grössere Schärfe und Helligkeit, dass man sie ferner stärker vergrössernd machen kann als diese, und auch noch dadurch, dass sie dem verschiedenartigen Accommodationszustande des Auges entspricht. Nur in untergeordneten Punkten steht sie nach: sie hat ein kleineres Gesichtsfeld als die Stanhope'sche Linse und sie kostet natürlich auch mehr als dieses einfachere Instrument.

406 Wir kommen nun auf eine andere Reihe von Versuchen, die der Zeit nach zum Theil mit den vorhergehenden zusammenfallen und darauf ausgingen, das einfache Mikroskop dadurch zu verbessern, dass man zur Herstellung von Linsen andere Substanzen als Glas nahm.

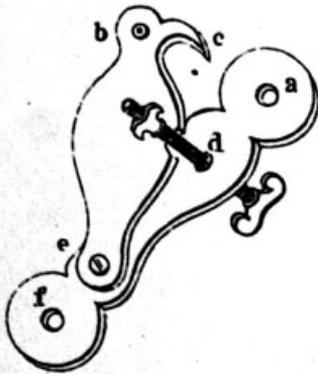
Zunächst sind hier jene Körper zu nennen, die sich leichter in die Linsenform bringen lassen als das schwer zu bearbeitende Glas.

Bereits im Jahre 1655 machte Petrus Borellus (*De vero Telescopii inventore*. Lib. II. p. 51) den Vorschlag, eine Auflösung von Fischleim dazu zu nehmen, der in kleine Aushöhlungen gegossen werden sollte, wo er beim Erkalten die linsenförmige Gestalt bekäme; solche Fischleimlinsen, meinte er, müssten selbst noch Grösseres leisten als Glaslinsen, „weil sie mit den Geweben und den Flüssigkeiten des Auges besser übereinstimmen“. Seinen Vorschlag scheint er übrigens nicht in Ausführung gebracht zu haben, oder es würde ihm doch bald die Schwäche dieses Grundes entgegen getreten sein.

Am Ende des 17. Jahrhunderts ersann Stephen Gray (*Phil. Transactions* 1696. Nr. 221. p. 280) einen kleinen Apparat, mit dessen Hilfe ein kleiner Wassertropfen die Stelle einer Glaslinse oder eines kleinen Glaskügelchens vertreten sollte. Dieses Wassermikroskop (Fig. 251) hatte folgende Einrichtung. Zwei Metallplatten, *af* und *be*, waren durch eine Schraube *e* so verbunden, dass sich die Platte *eb* um dieselbe wie um einen Mittelpunkt drehte. So konnte bald die Spitze *c* mit daran befestigten undurchsichtigen Körpern, bald die runde Oeffnung *b*, in welche

eine Flüssigkeit gebracht werden konnte, vor die Oeffnung *a* kommen. In diese Oeffnung *a*, die etwa  $\frac{1}{30}$  Zoll gross war, wurde mit einer Nadelspitze ein Wassertropfen gebracht, der

Fig. 251.



Gray's Wassermikroskop.

(*Philos. Transact.* 1697. p. 540) hat statt Wasser auch ein Fischleim-decoct genommen.

Die Vergrößerung, welche man durch gewölbte Wasseroberflächen erzielen kann, suchte Gray auch noch auf eine andere Weise nutzbar zu machen. In eine Messingplatte von etwa  $\frac{1}{10}$  Zoll Dicke wurde ein kleines Loch gebohrt, das noch nicht  $\frac{1}{20}$  Zoll Durchmesser hatte. In diese cylindrische Höhle brachte er Wasser, worin sich Infusorien befanden, so dass dasselbe zu beiden Seiten kugelförmig über den Rand der Oeffnung hervorragte. Er hatte so eine kleine Cylinderlinse aus Wasser, deren Brennpunkt im Cylinder selbst lag; daher alle Objecte, die sich in dieser Entfernung im Wasser befanden, stark vergrößert gesehen wurden.

In neuerer Zeit hat Brewster (*New philos. Instruments.* 1819. p. 413 und *Treatise on the microscope.* 1837. p. 25) zu dem nämlichen Zwecke noch andere Flüssigkeiten benutzt, die ein stärkeres Brechungsvermögen besitzen und weniger flüchtig sind, nämlich Schwefelsäure, Ricinusöl, Bernsteinöl, Terpentinfirniss, Copaivabalsam und Canadabalsam. Letzterer bewährte sich hierbei am besten. Mit der Spitze einer Nadel oder mittelst eines Haares brachte er einen kleinen Tropfen der einen oder der andern dieser Flüssigkeiten auf die Unterfläche eines geraden Glas-täfelchens, das vorher mit einer Natronsolution gereinigt worden war, und bekam so eine planconvexe Linse. Eine biconvexe erhielt er, wenn er auch auf die obere Fläche ein solches Tröpfchen brachte. Er will auf solchem Wege Linsen bekommen haben, die zu klein waren, als dass man sie noch mit blossem Auge sehen konnte. Auch grössere Linsen mit einer fast hyperbolischen Krümmung will er auf diese Weise erhalten haben. Einige davon blieben länger als ein Jahr hindurch benutzbar, und er meint, dass sie es noch länger geblieben sein würden, wenn der Staub abgehalten worden wäre.

darin die Kugelgestalt annahm und als Vergrößerungslinse wirkte. Die beiden Platten wurden einander durch die Schraube *d* genähert.

Dieses Wassermikroskop von Gray scheint damals viel Beifall gefunden zu haben; wenigstens findet man bei Zahn (*Oculus artificialis.* Ed. 2. p. 750) und bei Bion (*Mathematische Werkschule.* 3. Aufl. 1726. S. 43) noch andere zu gleichem Zwecke zu benutzende kleine Apparate beschrieben, die ich indessen als unbedeutend mit Stillschweigen übergehe. Gray selbst

Dass auf solche Weise zu vorübergehendem Gebrauche ziemlich gute Linsen sich herstellen lassen, kann ich bestätigen. Am besten nimmt man dazu eines von den dünnen Deckplättchen, die gegenwärtig allgemein den Mikroskopen beigegeben werden, und darauf bringt man einen kleinen Tropfen eines ziemlich dickflüssigen Canadabalsams. Es versteht sich aber von selbst, da uns so viele andere und bessere Mittel zu Gebote stehen, Objecte vergrössert zu betrachten, dass man nur selten, wenn überhaupt, zu diesem Hilfsmittel seine Zuflucht zu nehmen braucht.

Das Nämliche gilt auch von den Krystalllinsen kleiner Fische, die von Brewster ebenfalls zu Mikroskopen empfohlen worden sind. Dieselben vertrocknen sehr schnell und verlieren dadurch ihre Form und ihre Durchsichtigkeit. Ausserdem ist es aber auch sehr schwer, dieselben immer dergestalt in die Oeffnung einer Metallplatte, die in ein Linsenröhrchen gefasst ist, zu bringen, dass ihre optische Axe genau in der Sehaxe liegt. Doch hat es sich mehrmals getroffen, dass ich sehr gut durch eine solche Linse sehen konnte, und ich erinnere mich sogar nicht, jemals ein Bild mit mehr Schärfe und Klarheit gesehen zu haben, als wo ich einmal die Linse eines noch ganz jungen Aals benutzte, die nicht weniger als 536 Male im Durchmesser vergrösserte.

407 Wenn die Versuche, sich auf bequemere Weise als durch das Schleifen von Glaslinsen, einfache Mikroskope zu verschaffen, schliesslich als misslungen zu betrachten sind, so kommen wir jetzt auf eine andere Reihe von Versuchen, die bessern Erfolg gehabt haben, wenngleich auch sie jetzt als der Geschichte verfallen gelten können, nachdem die Glaslinsen selbst in späterer Zeit so ungemein verbessert worden sind. Ich meine nämlich das Verfertigen von Linsen aus Bergkrystall und aus verschiedenen Edelsteinen, wie Saphir, Granat, Rubin, Beryll, Topas und Diamant.

Aus den früher (§. 38. 41. 55. 58. 124) entwickelten theoretischen Ansichten über diesen Gegenstand hat sich ergeben, dass Linsen aus diesen verschiedenen Substanzen, namentlich aus Diamant, vor gleich stark vergrössernden Glaslinsen wegen ihrer auffallend geringern chromatischen und sphärischen Aberration den Vorzug haben, während sie doch bei gleichem Krümmungsgrade weit stärker vergrössern. Darüber schweige ich also jetzt, und nur von den Versuchen soll die Rede sein, die successiv gemacht worden sind, Linsen aus anderen Substanzen als aus Glas zu schleifen.

Dass schon in den allerältesten Zeiten der Bergkrystall zu linsenförmigen Stücken geschliffen worden ist, wurde oben (S. 573) angegeben. Als der erste aus neuerer Zeit ist aber hier Lippershey zu nennen, der im Jahre 1608 das Teleskop erfand, und der nach van Swinden's Untersuchungen wahrscheinlich für die von den Generalstaaten zur Untersuchung seines Instruments ernannte Commission ein Teleskop verfertigte, dessen Linsen aus Bergkrystall geschliffen waren. Zuverlässiger

ist es, dass etwas später Leeuwenhoek Linsen aus Bergkrystall geschliffen hat, wovon schon oben (S. 602) die Rede war.

Ausser diesen Beiden scheint aber Niemand andere als Glaslinsen geschliffen zu haben, bis Brewster (*New philos. Instr.* p. 403) im Jahre 1819 sich dahin aussprach, geschliffene Diamantlinsen müssten vor Glaslinsen den Vorzug verdienen, weil der Diamant nicht nur stärker strahlenbrechend ist, sondern auch zugleich eine schwächere Farbenzerstreuung bewirkt. Er konnte damals Niemand finden, der ihm eine solche Linse zu schleifen im Stande gewesen wäre. Dagegen verfertigte ihm Hill in Edinburg (*Treatise on the Microscope*, p. 14) zwei Linsen, die eine von Rubin, die andere von Granat, die in der That Glaslinsen bei weitem zu übertreffen schienen.

Im Jahre 1824 nahm Goring die erste Idee von Brewster wieder auf und theilte sie Pritchard mit. Nach vielen missglückten Versuchen (s. *Microscopic Cabinet*, p. 107) gelang es Pritchard endlich am 1. December 1824, die erste Diamantlinse herzustellen, die noch einige Unvollkommenheiten hatte. Kurz nachher konnte er aber zwei planconvexe Diamantlinsen mit einem Focus von  $\frac{1}{20}$  und  $\frac{1}{30}$  Zoll zu Stande bringen, die sich ganz gut fürs Mikroskop eigneten. Ausser Pritchard und Hill haben weiterhin noch Adie, Blackie und Veitch in England, Lerebours, Chevalier und Oberhäuser in Paris, Plössl in Wien Linsen aus verschiedenen Edelsteinen geschliffen.

Es ist aber nicht blos die Härte dieser Edelsteine und die im Vergleiche zum Glase schwerere Bearbeitung, die der Anfertigung solcher Linsen hinderlich ist, sondern im Besondern auch ihre krystallinische Structur. Bergkrystall, Saphir, Rubin und Topas, die zu den zweiaxigen Krystallen gehören, haben aus diesem Grunde auch eine doppelte Brechung, und es muss daher durchaus bei einer daraus geschliffenen Linse die optische Axe mit der Axe der doppelten Brechung zusammenfallen, was natürlich der Natur der Sache nach nur schwer mit vollkommener Genauigkeit zu erreichen ist. Der Granat gehört zum regelmässigen Systeme und hat keine doppelte Strahlenbrechung; bei ihm ist aber die Farbe hinderlich, die freilich bei sehr kleinen Linsen gar sehr in Ausfall kommt, das Gesichtsfeld aber doch immer noch einigermaassen verdüstert. Der Diamant endlich gehört auch zu den gleichaxigen Krystallen; dessenungeachtet hat man mit einzelnen daraus geschliffenen Linsen zwei oder drei Bilder beobachtet, die sich zum Theil deckten, und dadurch war eine solche Diamantlinse ganz unbrauchbar. Der Ursache dieser auf den ersten Blick räthselhaften Erscheinung hat Brewster (*Treatise* p. 18, *Edinb. phil. Transact.* VIII, p. 157. *Philos. Magaz.* VII, p. 245) näher nachgeforscht. Er fand, dass viele Diamanten aus über einander liegenden Schichten von verschiedenem Brechungsvermögen zusammengesetzt sind. Wenn daher diese Schichten mit der Axe der Linse ziemlich parallel verlaufen, so kann es nicht anders kommen, als dass man durch die Linse eben so viele Bilder sieht, als besondere Schichten vorhanden

sind. Ist dagegen die Linse so geschliffen, dass ihre optische Axe senkrecht auf diesen Schichten steht, dann wird deren verschiedenes Brechungsvermögen ohne Einfluss sein und es wird bloß ein einfaches Bild erscheinen.

Da nun die Anfertigung einer Diamantlinse, selbst abgesehen von der Kostbarkeit des Materials, viel Zeit und Mühe erfordert, so ist es wichtig, dass man vor dem Schleifen das Vorhandensein und die Richtung dieser Schichten kennt. Das beste Mittel hierzu ist dieses, dass man erst zwei Flächen auf den Stein schleift und dann in einem verdunkelten Zimmer einen durch eine enge Oeffnung des Fensterladens eindringenden Sonnenstrahl darauf fallen lässt. Die Schichten und deren Richtung erkennt man dann an der verschiedenen Reflexion der Strahlen. Brewster empfiehlt auch noch ein anderes Mittel: man soll nämlich den Diamant in ein mit Zimmtöl gefülltes Glasgefäß legen. Wegen des starken Brechungsvermögens dieser Flüssigkeit werden alle Brechungen an den unregelmässigen Oberflächen des Diamants weit schwächer; dieser wird daher gleichsam durchscheinend, und man sieht alle seine inneren Unvollkommenheiten eben so gut, als man die bekannten Streifen des Flintglases wahrnimmt.

Da die Herstellung von Edelsteinlinsen so mühevoll und beschwerlich ist, so sind sie auch ziemlich theuer, wie man aus folgendem Pritchard'schen Preiscourant vom Jahre 1829 (Schuhmacher's Astronomische Nachrichten. 1829. IX, S. 51) ersieht. Für die Vergrößerung sind 10 Engl. Zoll Sehweite angenommen.

## Saphirlinsen.

Brennweite.	Vergrößerung.	Preis einer Linse.	
		Pfd. Strl.	Schill.
Engl. Zoll.			
$\frac{1}{10}$	100	2	2
$\frac{1}{20}$	200		
$\frac{1}{30}$	300		
$\frac{1}{40}$	400		
$\frac{1}{50}$	500	3	3
$\frac{1}{60}$	600		
$\frac{1}{80}$	800	4	4
$\frac{1}{100}$	1000	5	5

Die einzelne Diamantlinse kostet 10 bis 20 Pfd. Strl.

Plössl (Schuhmacher's Astronom. Nachrichten IX, S. 390) hatte bald nachher folgende Preise:

Eine Diamantlinse, Vergrößerung	300 . . .	150 Gulden,
Eine Saphirlinse, „ „	400 . . .	20 „
Linsen von Beryll, Topas u. Bergkrystall, „ „	200-300 . . .	10 „

Chevalier (Die Mikroskope u. s. w. S. 33) sagt: eine gute Diamantlinse würde 500 Francs kosten; oder richtiger, es liesse sich kein fester Preis dafür angeben. In seinem Preiscourante von 1842 giebt er 150 Francs und darüber an.

Fragt man nun die Erfahrung, so werden diese höheren Kosten keineswegs durch die höheren Leistungen dieser Linsen aufgewogen, zumal nachdem das zusammengesetzte Mikroskop so bedeutende Verbesserungen erfahren hat und um einen mässigen Preis zu bekommen ist. Ich habe niemals Gelegenheit gehabt, Diamantlinsen zu prüfen, und will mich auf das Zeugniß von Goring und Brewster verlassen, dass diese Linsen, wenn sie gut gerathen sind, sich durch grosse Helligkeit und Schärfe auszeichnen. Da aber noch nie eine damit ausgeführte Beobachtung mitgetheilt worden ist, die man nicht eben so gut mit einem aplanatischen zusammengesetzten Mikroskope oder selbst mit einem guten Doublet hätte ausführen können, so muss ich es sehr bezweifeln, dass die grossen davon gehegten Erwartungen sich verwirklichen.

Eine von Pritchard verfertigte, 5 Pfd. 5 Sch. kostende Saphirlinse befindet sich in dem Utrechter physikalischen Cabinet. Sie giebt für 25 Centimeter Sehweite eine 990malige Vergrößerung. In das oben (S. 627) beschriebene Wollaston'sche Mikroskop eingesetzt, gelang es mir, damit die sechste Gruppe auf dem Nibert'schen Täfelchen recht gut zu erkennen, und selbst in der siebenten Gruppe waren die Striche guten Theils zu unterscheiden. Die Doublets und einfachen Linsen, deren optisches Vermögen ich vorhin (S. 625) besprochen habe, lassen sich nicht mit dieser Linse vergleichen, weil sie ihr alle in der Vergrößerung nachstehen; dagegen hat eins von den Glaskügelchen, von denen S. 613 die Rede war, ein fast gleich ansehnliches Vergrößerungsvermögen. Mit diesem Glaskügelchen nun, dessen Herstellung nicht mehr als ein paar Minuten Zeit erforderte, wurde die siebente Gruppe fast gleich deutlich gesehen als die sechste Gruppe mit der kostbaren Saphirlinse! Es lässt sich dies nur so erklären, dass man annimmt, ein solches Glaskügelchen besitze wahrscheinlich eine hyperbolische Form. Aber soviel ersieht man zur Genüge daraus, dass Edelsteinlinsen jetzt ein ganz überflüssiger Luxus geworden sind. Solches wird auch dadurch bestätigt, dass man in England, wo zuerst an ihre Anfertigung gedacht wurde, die Sache hat wieder fallen lassen. Quekett sagt wenigstens in seinem 1848 erschienenen Buche, man habe die Idee mit den Edelsteinlinsen jetzt ganz aufgegeben.

Dass auch Doublets und Triplets aus verschiedenen Edelsteinen sich eben so gut zusammensetzen lassen, als aus Glas, das versteht sich

von selbst, und natürlich haben solche Vereinigungen auch den Vorzug vor einzelnen Linsen. Pritchard sowohl als Blackie haben dergleichen gearbeitet, die von Brewster (*Treatise*, p. 52) sehr gerühmt werden.

408 Wir würden jetzt an die Geschichte der wichtigsten Verbesserung kommen, die in der neuern Zeit am optischen Theile der Mikroskope stattgefunden hat, nämlich an das Achromatisiren der Linsen durch die Vereinigung zweier Glassorten, die ein ungleiches Vermögen der Lichtbrechung und der Farbenzerstreuung besitzen. Da indessen der Einfluss dieser Verbesserung vorzugsweise am zusammengesetzten Mikroskope sich geltend gemacht hat, so will ich diesen Gegenstand lieber auf den folgenden Abschnitt versparen, und hier nur noch von den mancherlei mechanischen Vorrichtungen handeln, die gegenwärtig in Gebrauch sind, um Linsen und Linsensysteme praktisch verwendbar zu machen.

Bekanntlich theilt man diese Vorrichtungen im Allgemeinen ein in Lupen und in eigentlich sogenannte einfache Mikroskope. Es braucht wohl kaum bemerkt zu werden, dass dies eigentlich eine willkürliche Eintheilung ist, insofern sich keine scharfe Grenze zwischen den beiden Klassen von Instrumenten ziehen lässt. Sie gründet sich aber auf die praktische Benutzung der Linsen als Vergrößerungsgläser, und deshalb mag sie auch hier beibehalten werden.

Lupen sind im Allgemeinen einfacher eingerichtete Instrumente, die keinen eigentlichen Objecttisch haben, nur 4 bis 20 Mal vergrößern und deshalb auch keines genauen Bewegungsapparates bedürfen, wodurch das Object der Linse mehr oder weniger genähert wird.

Einfache Mikroskope im engeren Sinne sind jene Instrumente, bei denen man nicht bloß Linsen oder Linsensysteme von schwacher Vergrößerung, wie bei den Lupen, sondern auch viel stärker vergrößernde benutzen kann, daher ein besonderer Objecttisch, ein darunter befindlicher Spiegel für durchfallendes Licht nöthig ist, sowie eine passende Bewegungseinrichtung, um die richtige Entfernung zwischen Object und Linse finden zu können.

Die Lupen sowohl als die einfachen Mikroskope können dann noch auf sehr verschiedene Art eingerichtet sein, entsprechend dem Zwecke, wofür das Instrument bestimmt ist, und es ist auch sehr schwierig, wenn nicht vielleicht geradezu unmöglich, ein solches Instrument dergestalt einzurichten, dass es allen Anforderungen entspricht. In der Regel muss der eine Vortheil mehr oder weniger aufgeopfert werden, um einen andern desto eher zu erreichen.

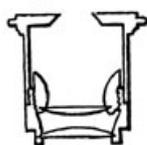
Was nun zuvörderst die Linsen für Lupen betrifft, so folgt aus demjenigen, was früher (§. 48 und folgende) hierüber gesagt worden ist, dass die am meisten gebräuchlichen Linsen, nämlich die biconvexen mit gleicher Krümmung beider Flächen, als die schlechtesten zu betrachten sind, wegen der starken sphärischen Aberration, die bei ihnen vorkommt.

Viel besser ist eine Linse von der besten Form, wo sich die Krümmungen wie 1 : 6 zu einander verhalten. Aber fast gleich gut ist eine planconvexe Linse, die sich begreiflicher Weise auch leichter herstellen lässt und deshalb wohlfeiler ist. Eine solche planconvexe Linse hat aber auch noch einen andern Vorzug. Kehrt man ihre gewölbte Fläche dem Auge zu, so dass die gerade Fläche dem Objecte entspricht, dann ist die Aberration am kleinsten; wird sie umgekehrt gehalten, dann ist das Gesichtsfeld weit grösser, es ist aber auch die Aberration am grössten. Die letztere Stellung passt daher, wenn man sich eine allgemeine Uebersicht von einem Objecte verschaffen will, die erstere dagegen eignet sich besser zur genauern Erforschung der Einzelheiten, wenn z. B. Zergliederungen vorgenommen werden.

Wo es blos darauf ankommt, die Objecte in einem ziemlich grossen Gesichtsfelde scharf zu sehen, da sind auch die Coddington'schen Lupen oder die Vogelaugenlinsen (S. 622) ganz brauchbar. Zu Zergliederungen passen sie jedoch nicht, weil das Object der Glasoberfläche viel zu nahe kommt, und das Nämliche gilt auch von den Cylinderlupen. Diese wie die Coddington'schen Lupen lassen sich aber gut benutzen, um Objecte unter Wasser zu untersuchen, da sie ohne Nachtheil in dieses getaucht werden können.

Die Lupen brauchen aber nicht immer blos eine einzige Linse zu enthalten; sie können auch aus zwei oder drei Linsen bestehen, wo sie dann die mehrfach erwähnten Vorzüge der Doublets und Triplets besitzen können. Meistens jedoch tritt es deutlich hervor, dass die Optiker dabei nur im Auge gehabt haben, eine möglichst grosse Zahl Linsen von ungleichem Vergrösserungsvermögen in einem kleinen Raume zu vereinigen, ohne darauf Bedacht zu nehmen, ihre Abstände und Krümmungen so zu reguliren, dass eine Linse die andere gehörig unterstützt, um dadurch die Aberrationen zu verbessern. Man trifft auch wohl Lupen mit zwei planconvexen Gläsern, die übereinander gebracht werden können, aber nur so, dass die platten Seiten beider Linsen einander zugekehrt sind, diese sich also in der möglichst schlechten Stellung gegen einander befinden, während doch bei solcher Stellung beider Linsen, wo die eine mit ihrer gewölbten Fläche der geraden Fläche der andern zugekehrt ist, oder wo sie beide mit ihren convexen Flächen einander zugekehrt sind, bei gleicher Vergrösserung ein weit schärferes, deutlicheres Bild entstehen würde. Noch schärfer und deutlicher wird aber dieses Bild sein, wenn die

Fig. 252. beiden Linsen nach den für Doublets im Allgemeinen aufgestellten Regeln (S. 629 u. folg.) mit einander verbunden werden und dabei zugleich die gehörige Entfernung beider Linsen von einander ins Auge gefasst wird (Fig. 252), wie bei der Frauenhofer'schen Lupe, die hier im Durchschnitte dargestellt ist.



Frauenhofer'sches Doublet.

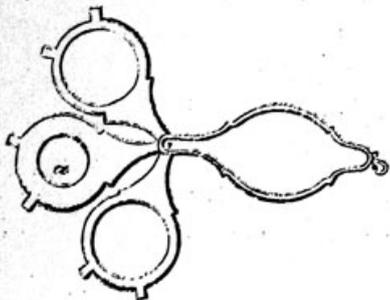
Für die meisten praktischen Zwecke, wozu man Lupen benutzt und wo nur eine schwache Vergrösserung gefordert

zu werden pflegt, sind planconvexe Linsen ganz ausreichend. Will man aber eine Lupe, die noch mehr von beiderlei Aberrationen befreit ist, dann verdienen die mit achromatischen Linsen versehenen Lupen den Vorzug, die zuerst von Plössl angefertigt wurden, und die man jetzt bei den meisten mikroskopischen Instrumentenmachern bekommt. Käme es besonders darauf an, ein ansehnlich grosses Gesichtsfeld zu haben, dann stände Herschel's periskopisches Doublet (Fig. 244, S. 625) oben an.

409 Die Art und Weise, wie eine Linse oder eine Vereinigung von Linsen zu einer Lupe gefasst ist, erscheint auch nicht gleichgültig; es kommt mit darauf an, wozu die Lupe bestimmt ist. Soll ein grosser Theil des Objects auf einmal übersehen werden, dann darf die Hülse, welche die Linse umgiebt, wenig oder gar nicht über diese hervorragen, damit das Auge dicht an die Linse gebracht werden kann. Sollen dagegen hauptsächlich die in der Mitte des Gesichtsfeldes liegenden Objecte oder Theile desselben genau gesehen werden, dann ist es besser, wenn, wie in Fig. 252, die Linse oder das Linsensystem an den Grund einer kurzen Kapsel kommt, deren Deckel mit einer Oeffnung für das Auge versehen ist.

Für Sacklupe ist die gewöhnlichste und gewiss auch zumeist empfehlenswerthe Form jene, wie in Fig. 253, die aber noch auf verschie-

Fig. 253.



Taschenlupe.

dene Art modificirt werden kann, und wo 1, 2, 3, 4 oder selbst noch mehr Linsen angebracht sein können. Eine solche Sacklupe oder Taschenlupe gehört zu den nützlichsten, ja zu den unentbehrlichen Instrumenten jedes Naturforschers, und deshalb wird es nicht am unrechten Orte sein, wenn ich hier etwas über ihre beste Einrichtung angebe, zumal die Erfahrung lehrt, dass die so ganz einfachen Principien, auf denen die Zusammensetzung dieses kleinen Apparats

beruht, gleichwohl von vielen nicht verstanden oder doch nicht in Anwendung gebracht werden. Ohne indessen das bereits Besprochene über die verschiedenen Formen der Linsen und deren hier zu wählende Combinationen zu wiederholen, will ich lieber als Muster die Maasse und die Brennweiten der Linsen einer Sacklupe angeben, die, wenn auch nicht allen, so doch den meisten Zwecken, wozu ein solches Instrument benutzt wird, vollkommen genügt.

Die beiden Linsen sollen planconvex sein und so stehen, dass, wenn sie zusammen benutzt werden, die Convexität der kleinern, am stärksten vergrössernden Linse der geraden Fläche der andern Linse zugekehrt ist. Die schwächere Linse soll 50 Millimeter Brennweite und eine Oeffnung von 25 Millimeter haben; sie vergrössert dann 6 Mal im Durchmesser. Die stärkere Linse kann 15 Millimeter Oeffnung und 25 Millimeter Brenn-

weite haben, wo sie dann 11 Mal vergrößert. Werden nun diese Linsen so gefasst, dass ihre optischen Mittelpunkte, wenn sie übereinander sich befinden, 5 Millimeter von einander abstehen, dann hat die Combination 18 Millimeter Brennweite und sie vergrößert 15 Mal. Wünscht man übrigens für einen bestimmten Zweck schwächere oder stärkere Combinationen, so lassen sich die Brennweiten der erforderlichen Linsen nach den früher (§. 112, 113, 125) entwickelten Gesetzen berechnen. Das in Fig. 253 bei *a* abgebildete Diaphragma kommt, wenn die Lupe als Doublet gebraucht wird, zwischen die beiden Linsen: die Oeffnung kann für die eben beschriebenen Linsen 5 Millimeter im Durchmesser haben.

Ob zur übrigen Fassung der Lupe Metall, Schildpatt, Elfenbein oder Horn genommen wird, das ist ziemlich gleichgültig. Beim Ankaufe einer Lupe muss aber noch auf zwei Punkte geachtet werden, einmal nämlich, ob die Linsen so über einander gebracht werden können, dass ihre optischen Axen zusammenfallen, und zweitens, ob die Linsen in ihren Hüllen gehörig befestigt sind. Bei vielen im Handel vorkommenden Sacklupen, die eine hörnerne Hülse haben, werden die Linsen auch durch Hornringe gehalten, die in die Oeffnung eingeleimt sind. Trägt man nun ein solches Instrument in der Tasche, so geschieht es in Folge der Hautausdünstung und wegen der Hygroskopicität des Horns und des Leims alsbald, dass der Ring locker wird und die Linse herausfällt. Elfenbeinringe sind deshalb besser hierzu; am besten aber sind Metallringe, aussen mit einem Schraubendraht versehen, der in die Oeffnung eingeschraubt werden kann.

Hier ist auch der Ort, von der Brücke'schen Lupe zu reden, die derselbe nach einem von ihm selbst zusammengesetzten Apparate beschrieben hat (Sitzungsberichte d. K. K. Akad. zu Wien. 1851. Bd. VI, S. 554). Dieser Lupe ist das Princip zu Grunde gelegt, dass man, wenn eine concave Linse in verschiedenen Abständen über eine convexe Linse oder ein Linsensystem gebracht wird, die zu erzielende Vergrößerung innerhalb gewisser Grenzen nach Willkür erhöhen kann. 410

Offenbar ist es Brücke unbekannt geblieben, dass Chevalier (Die Mikroskope u. s. w. S. 38) dieses Princip schon vor vielen Jahren in Anwendung brachte, und dass er eine solche Einrichtung, bestehend aus einer achromatischen concaven Linse und einem Doublet, nicht bloß beschrieben, sondern auch, ganz gleich wie Brücke, als besonders passend für die Untersuchung der Augen empfohlen hat.

Wie dem auch sei, Brücke hat seine Lupe aus den zwei achromatischen Linsen eines aplanatischen zu einem Plössl'schen Mikroskope gehörigen Oculars und aus einem gewöhnlichen concaven Glase eines Opernguckers zusammengesetzt, die durch ein Rohr von 9 Centimeter Länge und 4 Centimeter Durchmesser verbunden sind. Er bekam so für 8 Par. Zoll Sehweite eine Vergrößerung von 6,6 Mal und das Auge

blieb 16,5 Centimeter von dem zu untersuchenden Gegenstande entfernt. Der Durchmesser des Gesichtsfeldes betrug 14 Millimeter.

Später hat dann Nachet solche Lupen gefertigt, welche ziemlich mit den Brücke'schen übereinstimmen. Es sind zwei in einander verschiebbare Röhren, wie bei einem gewöhnlichen kleinen Operngucker. Vorn befindet sich an dem weitem Rohre ein Doublet aus zwei planconvexen Linsen von 24 Millimeter Durchmesser, deren convexe Flächen einander zugekehrt sind und deren gemeinschaftliche Brennweite 50 Millimeter beträgt. An dem entgegengesetzten Ende der engern Röhre befindet sich eine biconcave (nicht achromatische) Linse. Beide sind 4,4 Centimeter von einander entfernt, wenn die Röhren zusammengeschoben sind, dagegen 6,7 Centimeter, wenn die innere Röhre ganz ausgezogen ist. Der Abstand des Objects von der Vorderfläche des Doublets beträgt 7,6 Centimeter. Ist die concave Linse am meisten genähert, dann beträgt die Vergrößerung das 5,6fache für 25 Centimeter, der Durchmesser des Gesichtsfeldes ist 14 Millimeter und das Auge ist 14,1 Centimeter vom Objecte abgehend. Ist dagegen das innere Rohr ganz ausgezogen, dann hat man eine neunmalige Vergrößerung, das Gesichtsfeld hat 8 Millimeter Durchmesser und der Abstand des Auges beträgt 16,2 Centimeter.

Aus diesen Daten kann man über die praktische Brauchbarkeit dieses kleinen Instruments urtheilen. In Fällen, wo man nur einen kleinen Theil eines Objects auf einmal zu übersehen braucht und wo es zugleich recht wünschenswerth ist, das Auge wie die Lupe in gehöriger Entfernung davon zu haben, verdient dasselbe vor einer gewöhnlichen gleich stark vergrößernden Lupe den Vorzug. Es passt daher ganz gut zum Untersuchen von Augen, von Exanthenen, und Brücke's Verdienst ist es, neuerdings darauf aufmerksam gemacht zu haben. Wo man jedoch unter der Lupe arbeiten muss, wie bei anatomischen Untersuchungen, da bringt dieses Instrument wenig Vortheil; denn es wird der kleine Durchmesser des Gesichtsfeldes nicht durch die grössere Entfernung des Objects aufgewogen, die ja auch bei einfachen gleich stark vergrößernden Lupen immer noch gross genug ist, dass man ohne Mühe darunter arbeiten kann.

411 Wenn die Lupe zu Zergliederungen oder zu anderen feinen Handarbeiten benutzt wird, so ist es erforderlich, sie an einem passenden Gestelle zu befestigen, so dass die Linse in gehöriger Entfernung vom Objecte festgestellt werden kann. Man hat mehrfache derartige Gestelle.

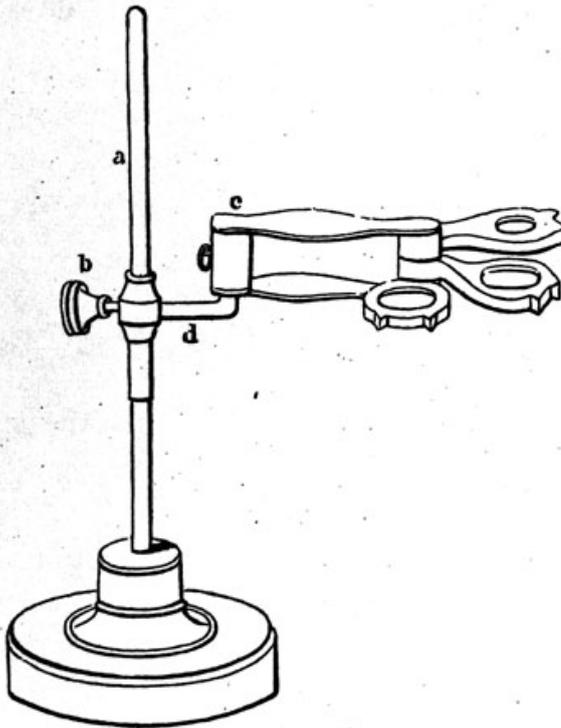
Der weiter oben (S. 616, Fig. 230) beschriebene Lupenträger Jolbot's, der späterhin von Trembley etwas modificirt wurde, und den Lyonet (s. Fig. 233) mit einem besondern Objecttische und einem darunter befindlichen Spiegel versah, ist gewiss unter allen derjenige, welcher am leichtesten das Vergrößerungsglas nach den meisten Richtungen zu bewegen gestattet, da er nach allen Seiten beweglich ist. Aber gerade in dieser grossen Beweglichkeit liegt der Grund, warum ein solcher

Lupenträger durch vielfachen Gebrauch bald unbrauchbar wird, da die Kugelgelenke sich abnutzen und schlottern.

Besser, wenngleich in der Anwendung beschränkter, sind deshalb andere Lupenträger, von denen ich noch ein paar beschreiben will, die sich durch ihre Zweckmässigkeit empfehlen.

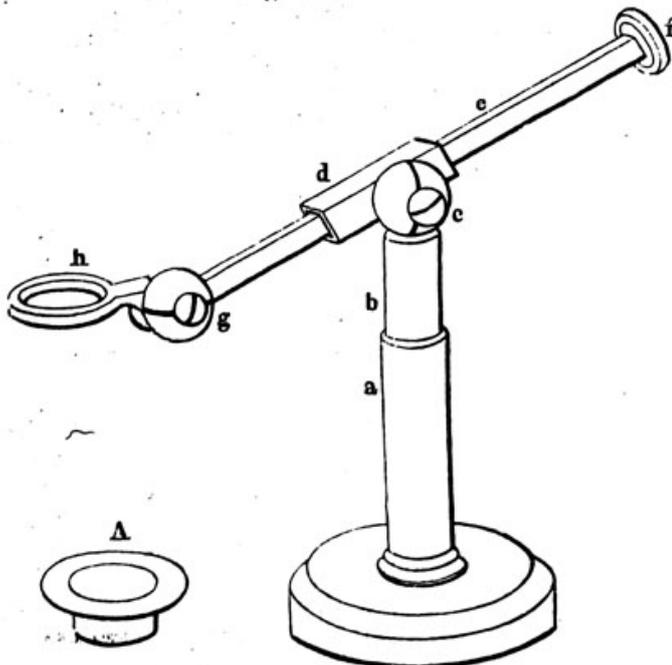
Sehr einfach ist die Einrichtung, welche nach Quekett von Lister

Fig. 254.



Lister's Lupenträger.

Fig. 255.



Lupenträger von Ross.

Harting's Mikroskop.

angegeben und von Smith und Beck in London ausgeführt wurde (Fig. 254). Eine gewöhnliche Sacklupe hat am hintern Ende bei *c* eine vierseitige Oeffnung, in welche der vierseitige rechtwinkelig umgebogene Stab *d* passt, dieser sitzt an einer kleinen Hülse, die an der Stange *a* auf- und abgleiten und mittelst der Klemmschraube *b* festgestellt werden kann. Das Fussgestell ist solides Messing. Uebrigens sind schon seit vielen Jahren Lupenträger in Gebrauch gewesen, die mehr oder weniger Aehnlichkeit mit dieser Einrichtung hatten.

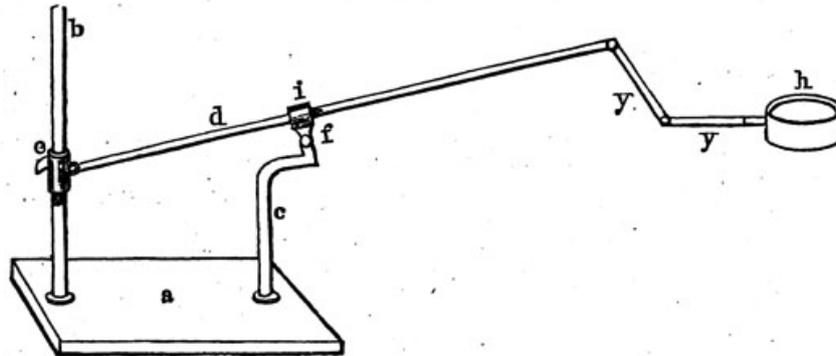
Noch brauchbarer, aber auch zusammengesetzter und theurer,

ist der Lupenträger von Ross, welcher nach Quekett in Fig. 255 dargestellt ist. Er hat ein rundes  $1\frac{1}{2}$  engl. Zoll messendes Fussstück mit einem kurzen Rohre *a*, in dem sich ein zweites Rohr *b* auf- und niederschieben lässt. Dasselbe hat oben ein Schraubengelenk *c*, woran die vierseitige Hülse *d* befestigt ist. In dieser bewegt sich der vierseitige Stab *e*, der an dem einen Ende ein zweites Gelenk *g* und den Ring *h* hat,

bestimmt für Linsen, welche in Röhren wie *A* gefasst sind. Durch das Gelenk *c* lässt sich der vierseitige Stab auf- und abbewegen, so dass die Linse in die gehörige Entfernung vom Objecte kommen kann, und da der Stab *e* in der Hülse *d* sich bewegt, so kann die Entfernung zwischen Linse und Stativ vergrößert oder vermindert werden. Das Gelenk *g* dient dazu, die Linse horizontal oder auch wohl unter einen Winkel zu stellen, unter welchem man das Object zu sehen wünscht. Wird die Röhre *b* mehr oder weniger ausgezogen, so kann man die Entfernung zwischen dem Tische und dem gegliederten Arme abändern. In dem Preiscourante von Ross steht dieser Lupenträger mit zwei Linsen mit 1 Pfd. Sterl. 14 Schilling.

Weit einfacher und fast eben so zweckmässig ist das Stativ von Strauss-Dürkheim (*Traité pratique et théorique d'anatomie comparée*. Par. 1842. I, p. 72), welches Fig. 256 dargestellt ist. Auf einer länglich-

Fig. 256.

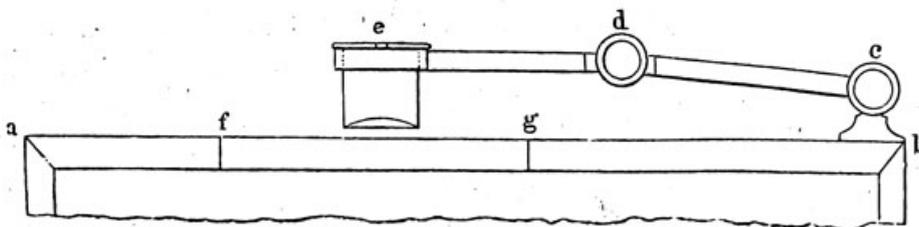


Lupenträger von Strauss-Dürkheim.

vierseitigen Platte *a* aus Metall oder auch aus Holz, aber mit Blei eingelegt, stehen zwei messingene Stäbe *b* und *c* von ungleicher Länge. Der Arm *d*, der mit zwei Gelenken *yy* versehen ist, trägt die Lupe. Der ungegliederte Theil des Armes ist bei *e* durch ein Charnier mit einem Ringe verbunden, der sich am Stabe *b* bewegt, und bei *i* geht der Arm durch einen zweiten Ring, welcher durch ein Charnier *f* mit dem umgebogenen Arme *c* in Verbindung steht. Somit wirkt der Arm *d* als eine Art Hebel, und die Lupe kann in jede beliebige Höhe gebracht werden.

Auch die von Mohl (*Mikrographie* S. 25) empfohlene Einrichtung (Fig. 257) ist in den meisten Beziehungen ganz gut, und man kann auch

Fig. 257.



Mohl's Lupenträger.

damit bei durchfallendem Lichte arbeiten. Es ist ein Kästchen  $ab$  von 15 bis 20 Centimeter Länge auf 8 Centimeter Breite und Höhe, welches an der einen dem Fenster zugekehrten Seite offen ist und einen flachen Spiegel enthält, der sich um eine Axe dreht und durch einen rechterseits hervorragenden Knopf bewegt werden kann; oben aber, bei  $fg$ , hat dasselbe eine Oeffnung, die durch eine Glasplatte verschlossen werden kann. Ein mit zwei Charnieren  $dc$  versehener Arm, der an jenem Kästchen angeschraubt ist, trägt die Lupe  $e$ .

Für solche Zwecke passt auch der Tisch, den ich früher (S. 362, Fig. 124) beschrieben habe, auf dem auch verschieden gestaltete Lupenträger mit beweglichem Fusse benutzbar sind.

Ziemlich gross ist die Anzahl der Stative für einfache Mikroskope, 412 die man in neuerer Zeit ersonnen hat und die noch meistens durch die jetzt lebenden Optiker ausgeführt werden, wengleich sie jetzt nicht mehr wie vor einigen Jahren in Gebrauch sind, da das einfache Mikroskop, seitdem das zusammengesetzte so bedeutende Verbesserungen erfuhr, viel von seinen früheren Vorzügen eingebüsst hat.

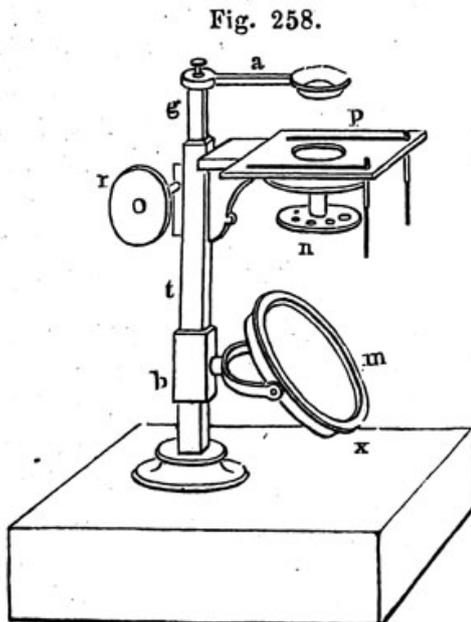
Ohne auf eine vollständige Aufzählung aller zum Theil ganz unbedeutender Modificationen bei verschiedenen Optikern Anspruch zu machen, will ich hier mehrere einfache Mikroskope aus den bekanntesten Werkstätten beschreiben, besonders solche, die in der einen oder der andern Hinsicht eine speciellere Berücksichtigung verdienen.

Wir haben bereits gesehen, dass in der letzten Hälfte des vorigen Jahrhunderts das einfache Mikroskop durch Cuff eine senkrecht stehende Stange mit einem daran befestigten Objecttische und einem beweglichen Linsenträger bekam. Eine im Wesentlichen ganz damit übereinstimmende Einrichtung sehen wir noch heutiges Tages an den Mikroskopen von Ch. Chevalier, an Raspail's von Deleuil gefertigtem Mikroskope, an den Instrumenten von Smith und Beck, an Pritchard's Taschensmikroskope, an einem einfachen Mikroskope von Ross, an jenem von Körner, von Plössl und vielen anderen. Manche indessen haben auch ihren Mikroskopstativen eine davon mehr oder weniger abweichende Form gegeben, und dadurch sind sie zwar, namentlich für starke Linsen und Linsensysteme, brauchbarer geworden, zugleich aber auch zusammengesetzter und theurer. Andere sollten mehr so eingerichtet werden, dass sie zur Zergliederung kleiner Objecte benutzbar wären. Andere sind wieder mehr auf die Erfindung ganz kleiner und möglichst compendiöser Stative ausgegangen, damit man ein stark vergrösserndes Mikroskop überall bequem bei sich herumtragen könne.

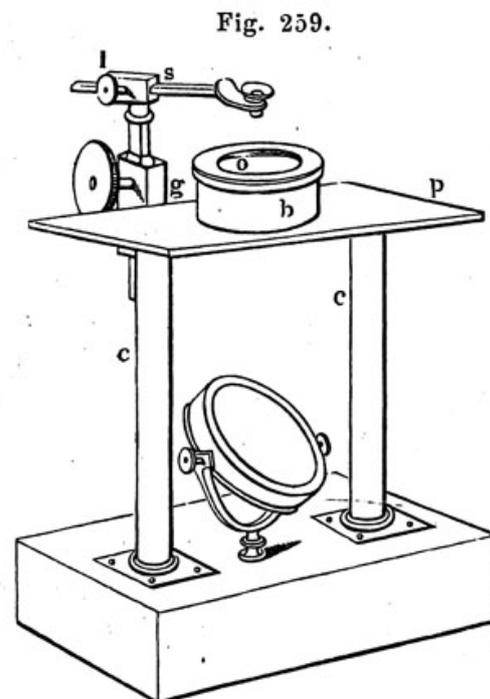
Das einfache Mikroskop von Charles Chevalier in Paris ist Fig. 258 (a. f. S.) dargestellt. Als Fuss dient das Kästchen  $x$ , in welches das Mikroskop kommt, wenn es nicht gebraucht wird. Darauf wird die hohle vierseitige Stange  $t$  geschraubt, und in dieser steckt eine andere vierseitige Stange  $g$ , die hinten sägeförmig eingeschnitten ist und durch ein

gezahntes Rad, wozu der Knopf *r* gehört, auf- und niederbewegt werden kann. Oben hat die Stange *g* einen rechtwinkelig damit verbundenen Arm *a*, an dessen Ende sich ein Ring befindet für die verschiedenen Doublets, die zu diesem Mikroskope gehören. Die vierseitige Platte *p*, die in der einen Richtung 8, in der andern 6 Centimeter misst, dient als Objecttisch: sie hat in der Mitte eine runde Oeffnung, unter welche die drehbare Scheibe *n* mit ungleich grossen Oeffnungen kommt, die als Diaphragma dient, um das Licht auf entsprechende Weise zu mässigen. Der Spiegel *m* ist auf der einen Seite concav, auf der andern eben und lässt sich durch die vierseitige Hülse *b* an *t* auf- und abschieben. Die Gesamthöhe des Stativs ist 14 Centimeter. Von den zugehörigen Doublets (s. S. 628) zeichnen sich namentlich die weniger stark vergrössernden, die am meisten und vortheilhaftesten benutzt werden, durch vorzügliche Nettigkeit und Schärfe des Bildes aus. — In Chevalier's Preiscourant von 1842 steht dieses Mikroskop mit zwei Doublets für 70 Francs. Das einzelne Doublet von 10 Linien (11malige Vergrösserung) bis zu einer Linie Brennweite (110malige Vergrösserung) kostet 10 Francs, ein solches von einer halben Linie (220malige Vergrösserung) 15 Francs, und eins von einer viertel Linie (440malige Vergrösserung) 20 Francs. Der Preis des Mikroskops mit einem vollständigen Satze von 7 Doublets und einer achromatischen Concaulinse ist 150 Francs.

Chevalier hat auch eine Beschreibung und Abbildung des anatomischen Mikroskops von Lebaillif (Fig. 259) gegeben. Hier ruht ein



Einfaches Mikroskop von Chevalier.



Lebaillif's anatomisches Mikroskop.

breiter vierseitiger Objecttisch *p* auf zwei soliden runden Säulen *cc*. An diesem Objecttische ist das Stativ *g* befestigt. Die Bewegung erfolgt

in der nämlichen Weise, wie an Chevalier's Mikroskop; nur lässt sich der Linsenarm *s* durch ein gezahntes Rad in der Hülse *l* hin- und herschieben. In die runde Oeffnung des Objecttisches kommt die mit einem Glasdeckel *o* bedeckte Trommel *b*, die sich auf- und niederschieben, also höher und niedriger stellen lässt.

Für den genannten Zweck, nämlich um Zergliederungen unter der Linse vorzunehmen, ist dieses Mikroskop gewiss ganz zweckmässig eingerichtet, namentlich verdient in dieser Beziehung der grosse Objecttisch Erwähnung, der sich auf zwei Säulen stützt und dadurch feststeht. Die Hände finden einen Stützpunkt auf dem Objecttische zu beiden Seiten der Trommel, auf welche das zu zergliedernde Object zu liegen kommt. Die Beweglichkeit des Linsenarms *s* scheint aber nicht so nöthig zu sein; denn das Object wird wohl immer auf einem Glastäfelchen oder in einem kleinen Troge mit Flüssigkeit liegen, und diese lassen sich mindestens eben so leicht verschieben oder unter die Linse bringen. Dazu kommt noch, dass sich auch die Beleuchtung verändert, wenn die Linse über einen andern Theil des Objecttisches zu liegen kommt.

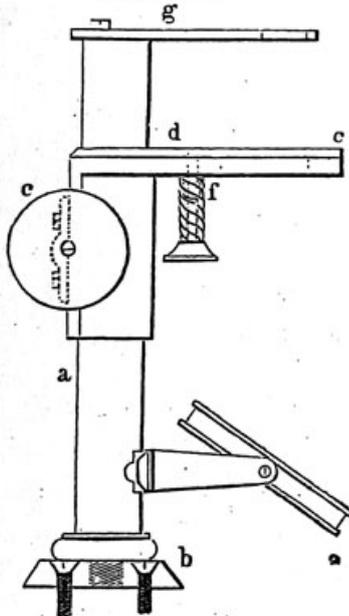
Auch Nacet in Paris liefert einfache, mit Doublets versehene Mikroskope. Sehr zweckmässig ist jenes eingerichtet, welches er nach der Angabe von Cosson ausgeführt hat. Dasselbe wird durch keinen hölzernen Fuss getragen, sondern der lange und deshalb zum Aufstützen der Hände sehr geeignete Objecttisch ruht auf drei kurzen Messingsäulchen. Auch lässt sich, wenn man will, daraus ein zusammengesetztes Mikroskop herstellen. Bloss mit drei Doublets versehen kostet es 50 Francs. Kommen zwei Objectivsysteme und ein Ocularrohr hinzu, so steigt der Preis auf 120 Francs. Um diesen verhältnissmässig geringen Preis hat man ein für die meisten Untersuchungen ausreichendes Instrument.

Das einfache Mikroskop von Simon Plössl in Wien ist in Fig. 260 413 (a. f. S.) dargestellt. Es hat eine dreiseitige Stange von 10 Centimeter Höhe, an deren hinterer Seite die Säge für den Trieb *c* angebracht ist. Mit dem kleinen Kasten, auf dessen Deckel ein Ring *b* geschraubt ist zur Aufnahme der Stange des Mikroskops, zusammen genommen hat das Mikroskop 15 Centimeter Höhe. Der Objecttisch *d* wird durch den Trieb nach der Linse hin bewegt; er ist vierseitig, 3 Centimeter breit und hat eine Oeffnung von 2 Centimetern. Auf seiner obern Fläche befindet sich eine hufeisenförmige Klemmfeder *e*, welche durch die Spiralfeder *f* nach unten gezogen wird. Der für die Linsen bestimmte Arm *g* kann in horizontaler Richtung um seinen Befestigungspunkt an der Spitze der Mikroskopstange gedreht werden. Zur Beleuchtung dient ein Hohlspiegel von 2,5 Centimeter Durchmesser. An diesem Mikroskope, das ich nicht selbst kenne, rühmt Mohl die Einfachheit; tadelnswerth findet er aber daran, dass der Objecttisch sich nach der Linse zu bewegt, dass er ferner zu klein und dass keine Einrichtung zur Modificirung der Beleuchtung vorhanden ist. Ausserdem erachtet er auch die Klemmfeder und die hori-

zontale Drehung des Linsenarms für überflüssig. Auf Plössl's Preiscurant steht dieses Mikroskop mit 3 Doublets von 12- bis 100facher Vergrößerung mit 30 Conventions-Gulden, und mit 6 Doublets von 12- bis 300facher Vergrößerung mit 56 Conventions-Gulden.

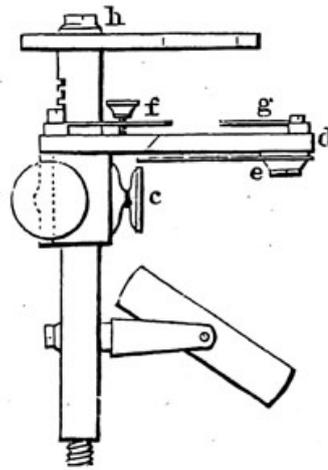
Das einfache Mikroskop von Körner in Jena (Fig. 261), wie ich es bei Mohl abgebildet finde, stimmt mit dem vorhergehenden ziemlich überein.

Fig. 260.



Einfaches Mikroskop von Plössl.

Fig. 261.



Einfaches Mikroskop von Körner.

Die vierseitige Stange ist 8 Centimeter hoch und hat auf der hintern Seite die Säge für den Trieb. Der Objecttisch *d* ist vierseitig, gut 3 Centimeter breit, und er kann durch die Klemmschraube *c* an der Stange festgestellt werden. Der Linsenarm *h* gestattet eine horizontale Drehung. Zur Beleuchtung dient ein Hohlspiegel von 2,5 Centimeter Durchmesser, und unter dem Objecttische befindet sich noch ein drehbares Diaphragma *e* mit zwei Oeffnungen. Auf dem Objecttische selbst sind noch zwei Klemmfedern *f* und *g* angebracht, von denen die bei *f* durch eine Schraube in Spannung versetzt werden kann. Dieses Mikroskop wurde von Schleiden (Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik. 2. Aufl. 1845. I, S. 97) sehr gerühmt; nach seiner Beschreibung gehören dazu 4 Doublets, die bei einer 15- bis 120fachen Vergrößerung helle und schöne Bilder geben. Dagegen fand Mohl (Mikrographie S. 57) die stärkeren Doublets sehr mittelmässig, und obgleich ihm die ganze Einrichtung nicht un Zweckmässig vorkommt, so findet er doch den beweglichen Objecttisch und die Klemmfedern auf demselben weniger passend. Uebrigens kostete ein solches Mikroskop nur 17 Thaler.

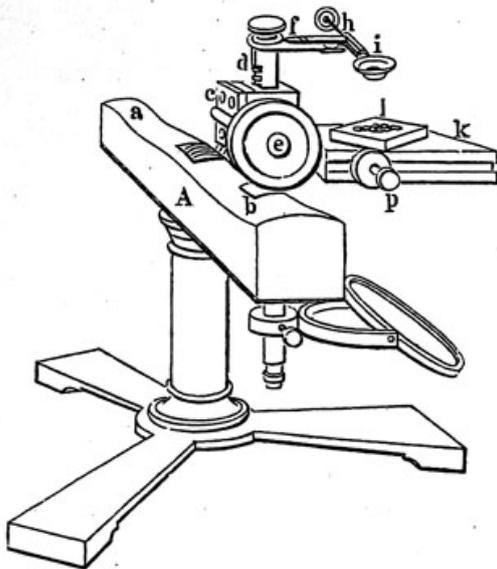
Die einfachen Mikroskope von Carl Zeiss in Jena wurden von Schleiden (Augsb. Allgem. Zeitung 1847. Nr. 289 und 297. Grundzüge der Botanik. 3. Aufl. I, S. 98) und später auch von Schacht (Das Mikroskop und seine Anwendung, 1851. S. 22. Botan. Zeitung 1852.

S. 598) angepriesen; namentlich sollen sie zum Präpariren auf dem Objecttische sehr geeignet sein. Es gehören dazu 4 Doublets mit 15- bis 30- bis 46- und 120facher Vergrößerung und ein Triplet mit 200facher Vergrößerung, und diese sollen sehr klare und scharfe Bilder geben. Zum Präpariren sind nur die drei schwächsten Doublets verwendbar. Bloß mit diesen ausgestattet kostet das Mikroskop 18 Thaler; dagegen 26 Thaler, wenn auch die beiden anderen Systeme dabei sind.

Die einfachen Mikroskope von Pritchard in London haben sehr verschiedenartige Gestelle, je nach dem besondern Zwecke, für den sie bestimmt sind. 414

Sein Taschenmikroskop (*Microscopic Cabinet*, p. 243) stimmt in der Hauptsache mit den bisher beschriebenen Instrumenten überein, nur zeichnet es sich durch seine compendiöse Form aus, da es im Ganzen noch nicht 6 Centimeter hoch ist. Es eignet sich deshalb sehr gut dazu, um es bei sich zu führen; zu Zergliederungen indessen ist es nicht passend. Dafür ist das Fig. 262 abgebildete Mikroskop ausdrücklich bestimmt.

Fig. 262.



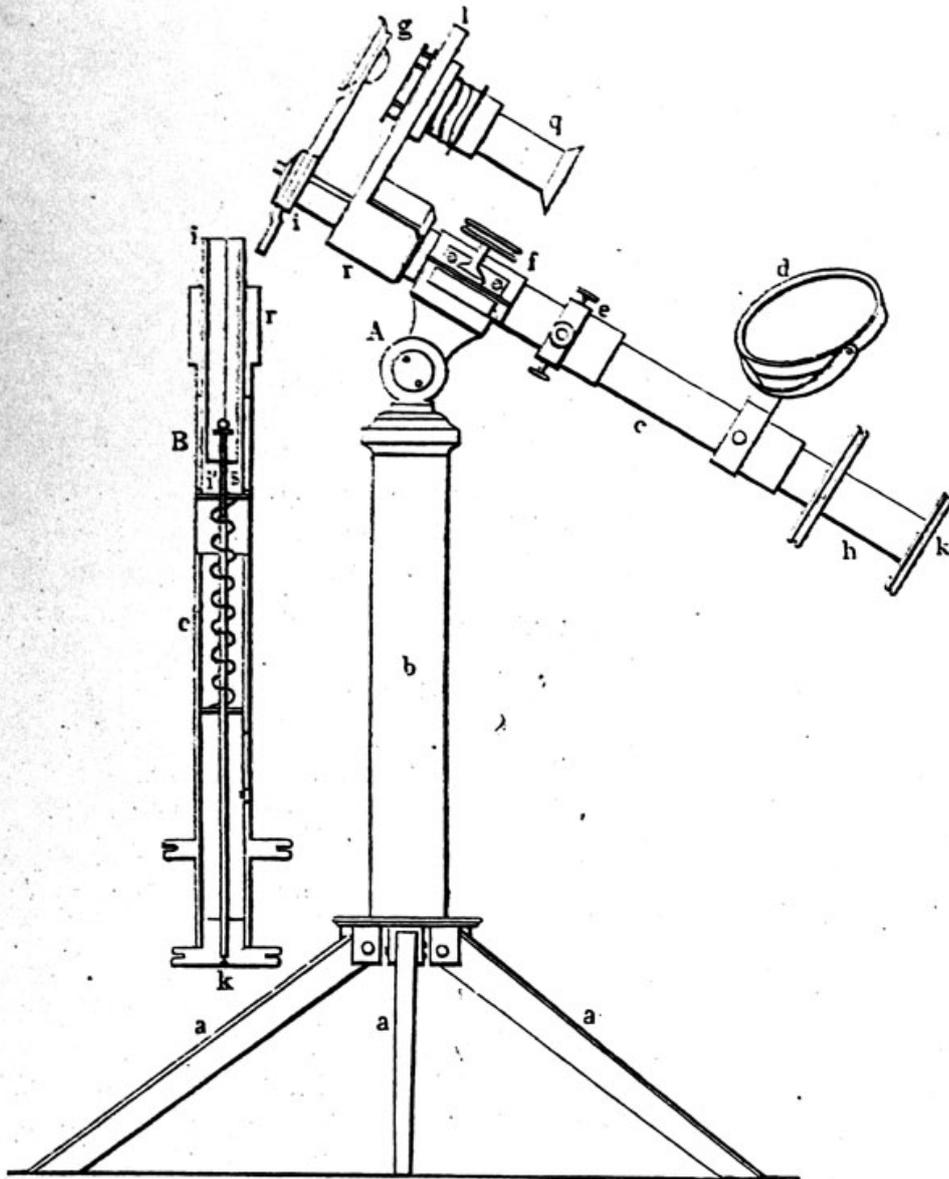
Dissectionsmikroskop von Pritchard.

Auf einem schweren Dreifusse steht eine feste runde Messingsäule, womit die übrigen Theile des Gestells verbunden sind. *A* ist ein Holzkloben, der bei *a* und *b* etwas ausgehöhlt ist, um die Arme aufzunehmen. In dem daran sitzenden vierseitigen Stücke *c* bewegt sich der gezahnte Stab *d* auf und nieder, indem der Knopf *e* gedreht wird. Der Arm *f* lässt sich herumdrehen; am Ende *h* hat er ein Kugelgelenk, wodurch der Linsenträger *i* nach allen Richtungen beweglich wird. Der vierseitige Objecttisch *k* hat einen Schlitten, dessen beide Knöpfe bei *p* hervorragen, und ein vierseitiges Kästchen *l* mit Glasboden, wohinein die zum Zergliedern bestimmten Objecte kommen.

Es lässt sich nicht leugnen, dass dieser Apparat in vielen Hinsichten seinem Zwecke entspricht; doch ist er auch ohne Noth sehr complicirt und dadurch theuer. Ein hölzerner Kolben zum Auflegen der Arme ist freilich besser als eine Unterlage von Metall, weil Holz ein schlechterer Wärmeleiter ist. Dadurch aber, dass diese Holzmasse an das Mikroskop selbst angebracht ist, wird dasselbe sehr schwer und erfordert deshalb eine ungewöhnliche Festigkeit, und doch kann das Gleiche bei jedem andern Mikroskope dadurch erreicht werden, dass man zur Seite desselben Blöcke von passender Höhe und Form legt.

Ein drittes einfaches Mikroskop von Pritchard ist Fig. 263 dargestellt. Bei *A* sieht man das ganze Instrument in geneigter Stellung; es kann aber auch vertical oder horizontal stehen. Die runde Säule *b* ruht auf drei Füßen *a a a*. Oben ist mit dieser Säule durch ein Charniergelenk die Hülse *f* verbunden, worin der eigentliche Mikroskopträger

Fig. 263.



Einfaches Mikroskop von Pritchard.

(er besteht aus Röhren) mittelst einer Klemmschraube festgestellt wird. In dem Rohre *c* bewegt sich ein Rohr *h*, durch eine Schraube verbunden, welche durch sie hindurch bis zum dreiseitigen Stabe oder Rohre *i* geht, dem Träger des Linsenarms, der die Linse bei *g* aufnimmt. Die Linse wird dem Objecte zunächst genähert durch Auf- und Niedergleiten des Rohrs *h*, und eine genaue Einstellung wird durchs Umdrehen des gerän-

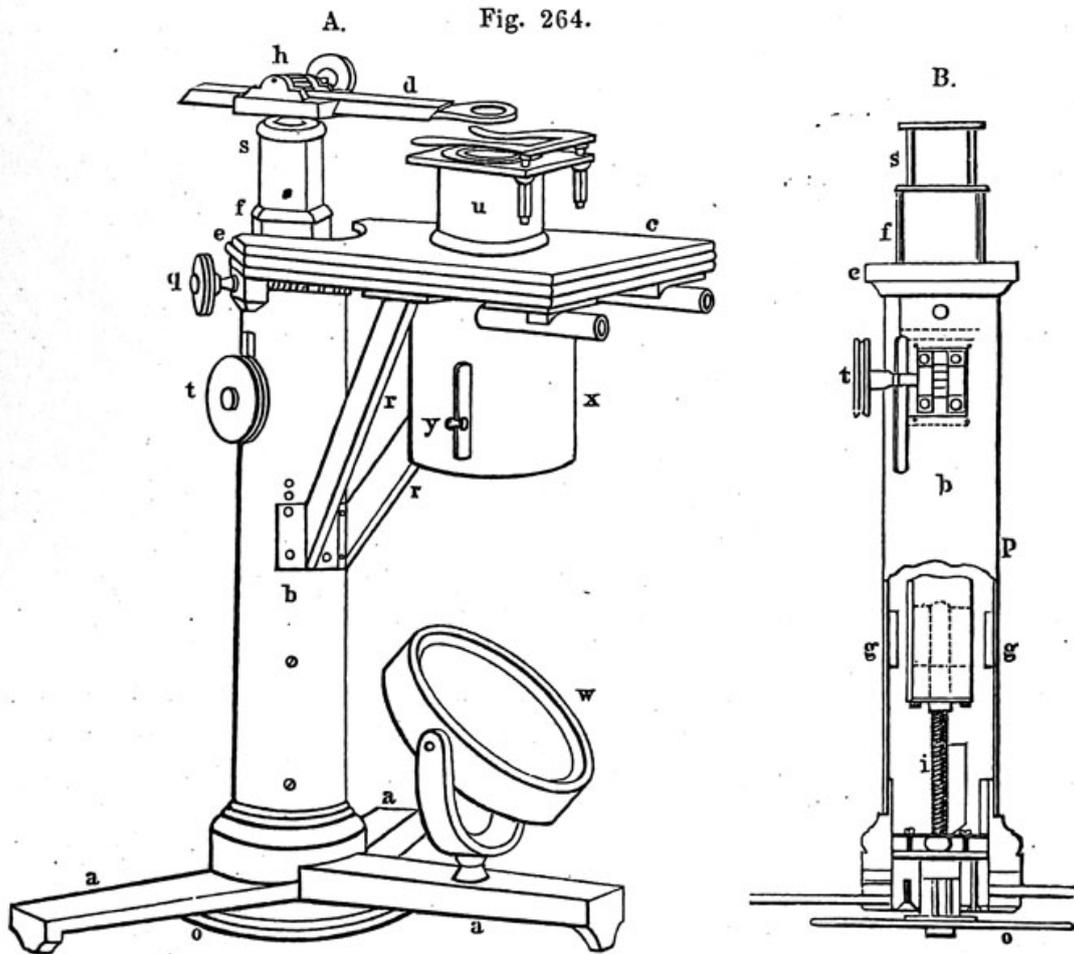
erten Knopfs *k* erreicht. Der Objecttisch *l* ist an das dreiseitige Stück *r* befestigt. Zum Festhalten der Objecttäfelchen und Schieber dient ein Spiralfederapparat, der durch Bajoneteinlenkung an dem Objecttische befestigt wird; in denselben kann man Diaphragmen mit verschiedenen Oeffnungen bringen. In der darunter befindlichen Röhre *q* ist eine Beleuchtungslinse enthalten. Der Spiegel *d* lässt sich an dem Rohre *c* höher und niedriger stellen. Bei *e* kann auch noch eine Beleuchtungslinse angebracht werden, die in der Figur nicht angegeben ist.

In *B* ist ein Durchschnitt des Mikroskopträgers dargestellt, um die mechanische Einrichtung der Bewegung besser übersehen zu können. In dem hohlen dreiseitigen Stücke *r*, welches oben aufgeschraubt ist, befindet sich das dreiseitige Rohr *i*, an welchem der Linsenarm befestigt ist. Unten in diesem Rohre sieht man ein kleines Stück *i'*, worin sich eine freie Schraube *s* mittelst des geränderten Knopfs *k*, wómit sie verbunden ist, herumdreht. Die in der Abbildung sichtbare Spiralfeder drückt gegen das Stück *i'* am Boden des dreiseitigen Rohrs, und ihr anderes Ende stösst an eine in dem Rohre *h* befindliche Scheidewand. Wird nun die Schraube abwärts gedreht, so folgt ihr das Rohr *i* und somit auch der Linsenarm; das Umgekehrte aber findet statt, wenn sich die Schraube in entgegengesetzter Richtung bewegt. Die Spiralfeder hat blos den Zweck, die Bewegung zu reguliren, namentlich den sogenannten toden Gang der Schraube zu beseitigen.

Dieses Instrument hat also eine doppelte Bewegung, um die Linse und das Object einander zu nähern, eine gröbere und eine feinere, und in dieser Beziehung ist es besser eingerichtet, als die bisher beschriebenen Gestelle für sehr stark vergrössernde Linsen, Doublets u. s. w.

Eine noch vollkommeneré Einrichtung hat das einfache Mikroskop 415 (Fig. 264 a. f. S.), welches Andreas Ross im Jahre 1831 zuerst für W. Valentine verfertigte. Bei *A* sieht man es von der Seite, bei *B* von hinten und zum Theil geöffnet, um die mechanische Einrichtung deutlicher zur Ansicht zu bringen. Auf dem Dreifusse *aaa* steht eine feste hohle Säule *b*, an welche der Objecttisch *c* befestigt ist. Doch wird dieser auch ausserdem noch durch die beiden schiefen Stücke *rr* getragen. Oben an der Säule ist durch drei Schrauben ein Capital *e* befestigt mit einer dreiseitigen Höhle in der Mitte, worin sich das dreiseitige Rohr *f* befindet, dessen unteres Ende durch ein ähnlich gestaltetes Rohr (*B. gy*) im Innern der Säule *b* tritt. Dieses dreiseitige Rohr bewegt sich mittelst der feststehenden Schraube *i*, welche mit dem geränderten Knopfe *o* unterhalb der Säule in Verbindung steht, auf und nieder. Dadurch wird die feine Einstellung erzielt. An der Spitze und am Boden des dreiseitigen Rohrs, bei *g* und nahe bei *p*, befinden sich zwei Stücke mit dreiseitiger Aushöhlung, um den dreiseitigen Stab *s* aufzunehmen, der durch einen Trieb und den geränderten Knopf *t* auf- und niederbewegt wird; dadurch wird aber die gröbere Einstellung bewirkt, und es kann die Linse dadurch bis auf 7,5

Centimeter vom Objecte entfernt werden. Die Schraube zur feinem Bewegung und genauen Einstellung hat 50 Umgänge auf einen englischen Zoll. Der geränderte Knopf *o* aber ist nach Solly's Vorschlage in 100 Theile getheilt. Man kann daher die Auf- und Niederbewegung



Einfaches Mikroskop von Ross.

nach  $\frac{1}{5000}$  des englischen Zolls bestimmen, und hat darin ein Mittel zur Hand, um die Dicke der unter der Linse befindlichen Objecte zu messen.

Der Arm *d*, welcher die Linse trägt, ist an die dreiseitige Stange *s* durch ein kegelförmiges Stück befestigt, auf dem er sich horizontal drehen kann, und der Arm selbst kann durch den Trieb bei *h* verlängert und verkürzt werden. Man kann daher die Linse über alle Punkte des Objectisches bringen.

Der grosse Objecttisch *c* besteht aus drei Platten: die unterste ist an die Säule befestigt, die beiden anderen sind darauf beweglich mittelst zweier Schrauben, deren eine bei *q* sichtbar ist, während die andere hinter dem Objecttische versteckt ist. Durch diese beiden Schrauben wird der Objecttisch in zwei Richtungen, die rechtwinkelig auf einander stehen, bewegt. Auf der obern von den drei Platten steht die Trommel *u*

mit einer hufeisenförmigen federnden Lamelle, um die Objectttäfelchen damit zu befestigen.

Der Beleuchtungsapparat besteht erstens aus dem Spiegel  $w$ , der auf der einen Seite concav, auf der andern gerade ist, und zweitens aus der unter dem Objecttische angeschraubten Röhre  $x$ , worin sich eine Beleuchtungslinse befindet, die durch zwei nach aussen vorstehende Knöpfe (einer davon ist bei  $y$  sichtbar) höher und niedriger gestellt werden kann.

Soviel steht fest, dass kein anderes Stativ für das einfache Mikroskop so viele gute Eigenschaften in sich vereinigt, als das von Ross. Für den Zweck, wozu das einfache Mikroskop gegenwärtig am meisten benutzt wird, nämlich zu Zergliederungen, darf es freilich wohl als zu sehr zusammengesetzt erachtet werden. Allein das nämliche Gestell lässt sich auch mit sehr geringen Modificationen für ein zusammengesetztes Mikroskop verwenden, wie es Ross auch ausgeführt hat, und dabei kommen die verschiedenen Bewegungsmittel zu Statten, die an diesem Gestelle auf eine allerdings ganz entsprechende Weise angebracht worden sind.

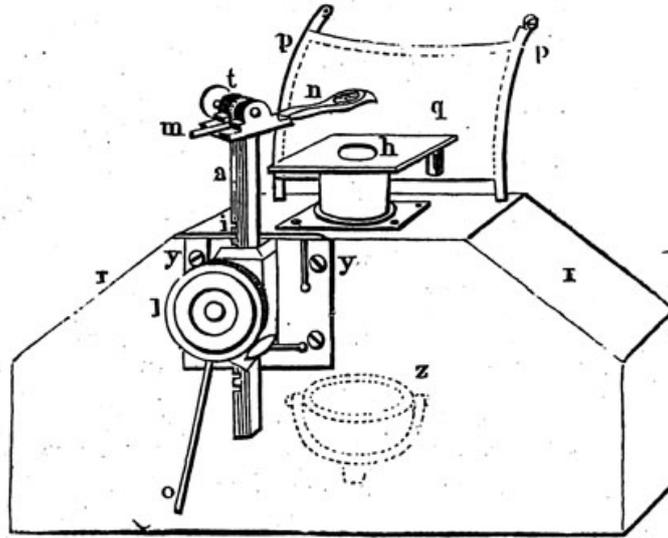
Ross hat übrigens für das einfache Mikroskop auch viel einfachere Gestelle, die in der Hauptsache mit den bereits beschriebenen von Chevalier übereinstimmen.

In seinem Preiscourant werden zwei aufgeführt. Das eine mit vier einfachen Linsen von 1 bis  $\frac{1}{10}$  engl. Zoll Brennweite und einem Doublet von  $\frac{1}{20}$  Zoll Brennweite kostet 4 Pfd. 14 Schill. 6 Pence. Ein ähnliches mit einem grössern Objecttische zu Zergliederungen und mit besseren Bewegungsmitteln kostet 6 Pfd. 16 Schill. 6 Pence. Doublets von  $\frac{1}{10}$  bis  $\frac{1}{30}$  Zoll Brennweite kosten 15 Schill. bis 1 Pfd. 10 Schill.; ein Triplet von  $\frac{1}{40}$  Zoll Brennweite 2 Pfd. 10 Schill.; einzelne Linsen von  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{80}$  Zoll Brennweite 5 Schill. bis 1 Pfd. 10 Schill.

Zweckmässig, aber ganz einfach eingerichtet sind auch die einfachen Mikroskope von Smith und Beck; von den Chevalier'schen unterscheiden sie sich nur durch einen runden ringförmigen Objecttisch und eine dahin kommende Glasscheibe, wie im ursprünglichen Cuff'schen Mikroskope. Auch die von Powell haben eine solche Einrichtung, daher ich mich nicht bei ihnen aufhalte, so wenig als bei manchen anderen, z. B. den Taschenmikroskopen von Carry, von Dollond u. s. w., die sich in keiner irgend wesentlichen Beziehung von den bereits beschriebenen unterscheiden. Vom letztern sei nur noch erwähnt, dass er die frühere Leeuwenhoek'sche Methode eingehalten hat, wornach die Linsen nicht in Röhrchen, sondern zwischen Täfelchen befestigt werden; und das verdient allerdings bei stark vergrössernden Linsen den Vorzug, weil das Gesichtsfeld grösser wird in Folge der grössern Annäherung des Auges zur Linse. Diese Täfelchen sind 50 Millimeter lang und 12 Millimeter breit, und beim Gebrauche kommen sie in eine Rinne am obern Ende der Mikroskopstange; es fehlt daher der gewöhnliche Linsenarm.

416 Hier darf aber die von Slack (*Transactions of the Society of Arts*, Vol. 49) erdachte Einrichtung nicht übergangen werden, die mir unter allen Dissectionsmikroskopen dem Zwecke am besten zu entsprechen scheint. Man sieht sie in Fig. 265 von hinten. Es gehört dazu ein hölzerner Kasten von 18 Centimeter Höhe und 10 Centimeter Breite. An der obern Fläche sind die Theile *rr* geneigt, um die Arme darauf zu stützen; sie bilden Quadrate von 10 Centimeter, während der horizontale Theil dazwischen 15 Centimeter lang und 10 Centimeter breit ist. Am Boden dieses Kastens und zwar in der Mitte steht ein grosser runder Spie-

Fig. 265.



Dissectionsmikroskop von Slack.

gel *z*, der auf die bei den Mikroskopen gewöhnliche Weise in einem Bügel aufgehängt ist. Gerade darüber hat der Kasten oben eine runde Oeffnung, in welche der Objecttisch *h* geschraubt wird; er steht auf einem 2,5 Centimeter hohen Rohre, um welches er sich in horizontaler Richtung dreht, damit das Object in jegliche passende Stellung gebracht werden kann. Die Einrichtung für den Linsenträger und für dessen Annäherung zum Objecte befindet sich auf der Hinterfläche des Kastens. Eine senkrechte Stange *a* von 15 Centimeter Länge, die auf der einen Seite sägeförmig gezahnt ist, trägt den Linsenarm *mn*, und dieser lässt sich nicht nur horizontal herumdrehen, sondern auch durch den Trieb *t* verlängern und verkürzen. Das Auf- und Niederbewegen der Stange und des daran befestigten Linsenarms geschieht durch ein Zahnrad, mit welchem der geränderte Knopf *l* in Verbindung steht, der 5 Centimeter Durchmesser hat und somit eine ziemlich genaue Einstellung gestattet, die übrigens noch genauer ausgeführt werden kann mittelst des Hebels *o*, der in eine Reihe von Höhlungen am Rande des Knopfes *l* passt. Diese ganze Partie steht mit einer Messingplatte *i* in Verbindung, die sich auf einer andern an den Kasten angeschraubten Platte *y* bewegt. Sollen durchsichtige Ob-

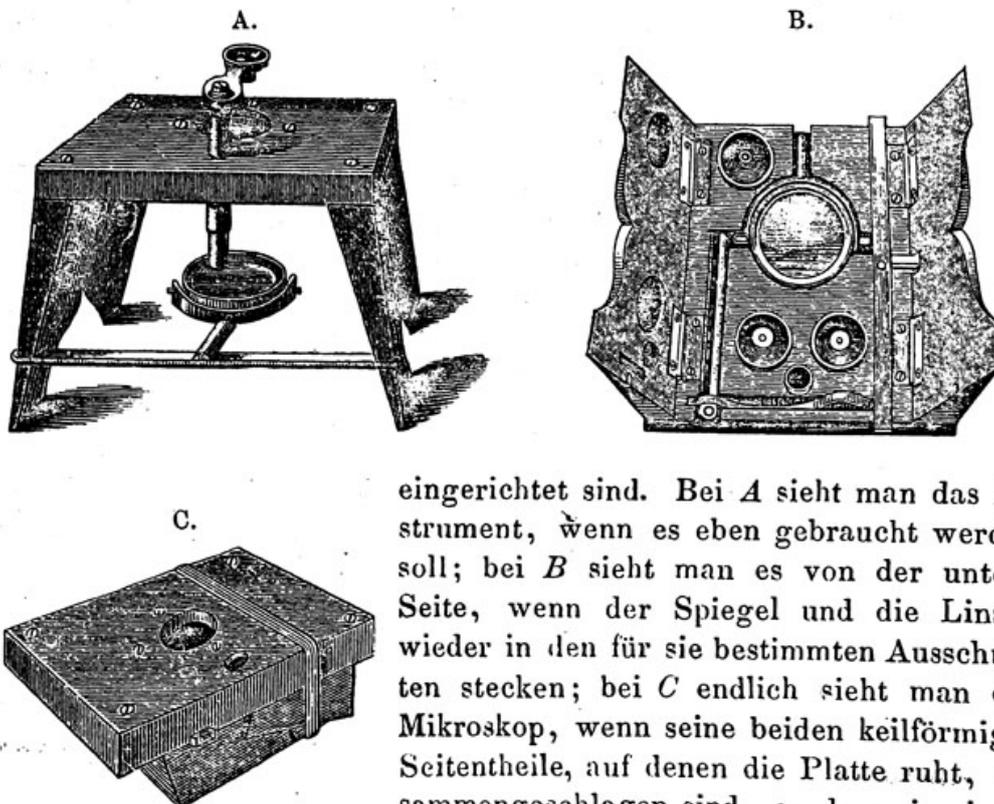
jecte zergliedert werden, dann kommt der aus schwarzem Zeug bestehende Schirm *q* vor den Objecttisch, und wird mittelst zweier kleinen Stäbe *pp* befestigt, die etwas nach vorn umgebogen sind, damit sie den Kopf nicht behindern. Dieser Schirm gewährt einen doppelten Nutzen: er hält alles von aussen kommende Licht ab, ausgenommen jenes vom Spiegel reflectirte, und er schützt die Augen des Beobachters gegen das Kerzen- oder Lampenlicht, falls bei künstlichem Lichte gearbeitet wird.

Das Dissectionsmikroskop von Slack ist gewiss recht gut eingerichtet. Es ist aber klar, dass jeder, der ein gutes einfaches Mikroskop von einfacher Zusammensetzung hat, ohne grosse Mühe sich eine solche Einrichtung herstellen kann, da es durchaus nicht unerlässlich ist, dass alles ganz genau mit der obigen Beschreibung übereinstimmt. So kann z. B. die horizontale Drehung und das Hin- und Herbewegen des Linsenarms ohne Nachtheil fehlen, eben so wie das Drehen des Objecttisches um seine Axe. Auch lassen sich nach Umständen noch andere nicht gerade wesentliche Modificationen anbringen, die man aber unbedenklich jedem, der sich eine solche Einrichtung anschafft, überlassen kann.

Endlich ist hier noch zu nennen das Taschen- und Dissectionsmikroskop von Quekett (Fig. 266), welches Highley in London nach seiner Angabe verfertigt hat, und woran alle Theile compendiös und zweckmässig

Fig. 266.

Quekett's Dissectionsmikroskop.



eingrichtet sind. Bei *A* sieht man das Instrument, wenn es eben gebraucht werden soll; bei *B* sieht man es von der untern Seite, wenn der Spiegel und die Linsen wieder in den für sie bestimmten Ausschnitten stecken; bei *C* endlich sieht man das Mikroskop, wenn seine beiden keilförmigen Seitentheile, auf denen die Platte ruht, zusammengeschlagen sind, so dass sie einander decken und ausserdem noch durch einen

Kautschukring zusammengehalten werden. Ist das Mikroskop wie bei *C* zusammengelegt, so beträgt seine gesammte Höhe  $1\frac{1}{2}$  engl. Zoll und es hat eine quadratische Oberfläche von  $5\frac{1}{2}$  Zoll. Die Platte hat demnach noch Raum genug, um den vordern Theil der Hände aufzulegen, wenn ein Gegenstand unter der Linse zergliedert wird. — Mit drei Linsen von 1 Zoll,  $\frac{1}{2}$  Zoll und  $\frac{1}{4}$  Zoll Brennweite liefert Highley dieses Mikroskop für  $31\frac{1}{2}$  Schillinge. — Natürlich lassen sich auch Linsen und Doublets von kürzerer Brennweite dabei brauchen; allein für stärkere Vergrößerungen reicht wohl der Beleuchtungsapparat nicht aus.

417 Ueberblicken wir nun noch einmal die Geschichte des einfachen Mikroskops, wie sie bis hierher gegeben worden ist. Wir haben gesehen, dass dasselbe zuerst sehr unvollkommen war, in optischer wie in mechanischer Beziehung. Eine Linse, die 9 bis 10 Mal vergrößerte, in einem Röhrchen, an dessen Ende das Object gebracht wurde, ohne irgend ein Mittel zur Abänderung der Entfernung, bildete das vollständige Mikroskop. Etwas später fing man an, etwas stärkere Linsen herzustellen. Auch war man auf verschiedene Mittel bedacht, die Entfernung zwischen Object und Linse veränderlich zu machen; es wurden viele Einrichtungen dafür ersonnen, von denen manche allerdings den Scharfsinn ihrer Erfinder bezeugten, aber zugleich auch verriethen, auf welcher niedrigen Stufe die praktische Mechanik in jenen Tagen noch stand. Man ging nun darin weiter, dass man immer kleinere und kleinere Linsen schliiff, und wo die Kunst hierin noch nicht ausreichte, ersetzte man diese durch stark vergrößernde Glaskügelchen. Damit machte sich aber auch eine Verbesserung der Beleuchtungsweise nöthig, weil das Licht bei diesen starken Vergrößerungen zu schwach ausfiel. Man brachte deshalb eine Linse hinter das Object, um das Licht auf letzteres zu concentriren; auch dachten schon manche an Mittel, um durch Diaphragmen mit verschiedenen Oeffnungen die Stärke des Lichts gemäss den Umständen und nach der Natur der Objecte zu modificiren. Endlich wurde auch die Beleuchtung durch auffallendes Licht wesentlich verbessert durch Einführung concaver Metallspiegelchen, wodurch das Licht auf das Object reflectirt wurde.

So war der Zustand des einfachen Mikroskops etwa ein Jahrhundert nach seiner Erfindung. Man benutzte allgemein Glaskügelchen oder biconvexe Linsen, die letzteren schon von 200- bis 300facher Vergrößerung, und die ersteren von noch weit stärkerer Vergrößerung, und damit wurden viele noch heutiges Tags brauchbare Beobachtungen angestellt. Aber noch immer musste man das Mikroskop mit der Hand gegen das Licht halten, und viele Dinge konnten wegen der hierbei erforderlichen vertikalen Stellung nur unvollkommen gesehen werden, da auch ausserdem die Gelegenheit fehlte, sie unter einem vergrößernden Glase zu zergliedern.

Dem letztern Mangel wurde zuerst abgeholfen. Man brachte einen mit Gelenken versehenen Linsenträger auf einen Fuss. Der Natur der Sache nach konnten aber hierzu zuvörderst nur schwach vergrössernde Linsen genommen werden, damit das Object und dessen Theile noch bei auffallendem Lichte sichtbar blieben. Später wurde auch hierin eine Verbesserung erzielt, indem man den bereits früher beim zusammengesetzten Mikroskope gebrauchten Spiegel auch auf das einfache Mikroskop übertrug. Weiterhin erkannte man, dass dem Mikroskope auch ein besonderer Objecttisch zugefügt werden könne, der frei und hinlänglich gross war, um mehrere Objecte darauf zu bringen, die unter der Linse zergliedert werden konnten. Der Objecttisch und die darauf auszuführenden Arbeiten erforderten aber eine grössere Festigkeit des ganzen Apparats, als bisher, und so entstand das Stativ oder die Stange, woran die verschiedenen Theile des Instruments befestigt wurden. Auch wurden mehrere bereits vielfach verbesserte Einrichtungen getroffen, um den Abstand zwischen Linse und Object zu reguliren, wozu eine um so grössere Genauigkeit erforderlich war, je mehr man in der Anfertigung stark vergrössernder Linsen bis zu 700 Mal und mehr fortschritt, während man es mit Glaskügelchen bis zu einer noch weit stärkern Vergrösserung trieb.

Auf dieser Stufe stand das einfache Mikroskop während der letzten Hälfte des vorigen Jahrhunderts und selbst noch im ersten Viertel unsers Jahrhunderts. Zu wissenschaftlichen Untersuchungen verdiente es damals bei weitem den Vorzug vor dem zusammengesetzten Mikroskope, und mit ihm sind daher auch alle bedeutenden Untersuchungen während dieses Zeitraumes ausgeführt worden. Die meisten zweifelten an der Möglichkeit einer gründlichen Verbesserung des zusammengesetzten Mikroskops, und selbst noch, nachdem die desfallsigen Versuche die Möglichkeit eines günstigen Erfolgs ahnen liessen, suchten manche das einfache Mikroskop auf eine höhere Stufe optischer und mechanischer Vollkommenheit zu erheben. Eine genauere Kenntniss der Gesetze, denen der Gang der Lichtstrahlen folgt, gab die Berechtigung nach der einen Seite, nach der andern aber waren es die grossen Fortschritte unserer praktischen Mechanik. Man kam darauf, statt der Glaskügelchen und biconvexen Linsen, bei denen sich immer eine starke sphärische Aberration geltend macht und die deshalb nur eine geringe Oeffnung besitzen dürfen, Linsen zu Systemen zu vereinigen, und man lernte die besten Methoden zur Anfertigung von Doublets und Triplets kennen. Man fing an, statt des Glases die stärker strahlenbrechenden, dabei aber weniger farbenzerstreuenden Edelsteine zu Linsen zu verwenden. Statt der kleinen Hülse endlich, woraus das kleine *Vitrum pulicarium* von ehemals bestand, verfertigte man Mikroskopgestelle, deren Einrichtung zwar eine sehr complicirte, dabei aber auch eine recht verständige war, die eine vielleicht mehrwöchige Arbeit erforderten, und an denen nichts vergessen wurde, was bei feineren Beobachtungen nur einigermassen von

Nutzen sein kann, z. B. die gröberen und feineren Bewegungen zur gehörigen Einstellung der Linsen, zweckmässige Beleuchtungsapparate, Mittel zur mechanischen Bewegung der Objecte u. s. w.

Und dennoch gelang es dem einfachen Mikroskope nicht, seinen frühern Vorrang zu behaupten. Als Instrument, mittelst dessen das Auge in die tiefsten Schlußwinkel der Natur einzudringen vermag, hat es seinem Nebenbuhler, dem zusammengesetzten Mikroskope, weichen müssen, wie sich im folgenden Abschnitte bei der Vergleichung beider herausstellen wird. Von jetzt an ist dem einfachen Mikroskope ein geringerer Wirkungskreis als früherhin zugefallen. In allen jenen Fällen, wo starke Vergrößerungen von 200 Mal und darüber gefordert werden, ist es nicht mehr das vorzugsweise gebrauchte Instrument; dagegen ist es noch immer in allen Fällen brauchbar, wo man einer geringern Vergrößerung bedarf, und da es auch noch den Vortheil bietet, dass es die Objecte in ihrer wahren Stellung zeigt, so eignet es sich auch viel besser, wenn Zergliederungen unter dem Mikroskope vorgenommen werden sollen. Das zusammengesetzte Mikroskop lässt sich freilich auch als ein bildumkehrendes einrichten, aber natürlicher Weise ist eine solche Einrichtung theurer, und hinsichtlich der bequemen Tragbarkeit, die doch natürlich für denjenigen, der die Natur in der Natur selbst zu studiren wünscht, immer von sehr grossem Gewichte sein wird, ist gar kein Vergleich mit dem einfachen Mikroskope möglich.

---

## Fünfter Abschnitt.

### Das zusammengesetzte dioptrische Mikroskop.

---

Das zusammengesetzte Mikroskop, wie es zuerst aus den Händen 418 von Hans und Zacharias Janssen kam, war gewiss kein Instrument, das die Merkmale einer geringen Kunstfertigkeit der Erfinder an sich trug; nach der Beschreibung, die uns Willem Boreel davon giebt (S. 588), hält es im äussern Ansehn wenigstens recht wohl einen Vergleich mit späteren Mikroskopen aus. Das anderthalb Fuss lange und zwei Zoll dicke Rohr war von vergoldetem Messing; es wurde von drei Delphinen aus dem nämlichen Metalle getragen und ruhte auf einem Fusse aus Ebenholz, der zugleich dazu diente, mehrere kleine Instrumente und die zu betrachtenden Objecte aufzunehmen.

Viele Autoren sind in Betreff dieses Instruments in einen sonderbaren Irrthum verfallen, der zuerst bei Priestley (*History and present state of discoveries relating to vision etc.* p. 77) vorzukommen scheint, von wo ihn Adams (*Essays on the microscope* p. 3) aufgenommen hat, weiterhin der Verfasser des Artikels *Microscope* in der *Encyclopaedia Britannica*, desgleichen Chevalier (Die Mikroskope u. s. w. S. 3), Krünitz (*Encyclopädie* Th. 90, S. 243), Quekett (*Praktisches Handbuch der Mikroskopie* S. 3), Hogg (*The Microscope, its history, construction and applications.* Lond. 1854. p. 2). Alle diese Autoren haben in diesem Punkte, wie in manchen anderen, einander abgeschrieben, ohne die Quellen nachzusehen, aus denen für die Geschichte des Instruments zu schöpfen war. Es heisst nämlich immer, das Instrument habe sechs Fuss Länge gehabt, und deshalb waren wohl manche der Ansicht, es sei gar kein Mikroskop, sondern eher ein Instrument gewesen, welches zwischen Mikroskop und Teleskop mitten inne stand, dergleichen auch später als sogenannte polydynamische Mikroskope angefertigt wurden.

Der Irrthum ist offenbar durch eine verkehrte Uebersetzung der Worte »*ad sesquipedem longo*« bei Boreel entstanden, zumal da derselbe vorher sagt: »*nec erat (ut nunc talia monstrantur) curto tubo*«, womit er aber wahrscheinlich die damals sehr gebräuchlichen *Microscopia pulicaria* meint. Wir haben uns jedoch das Middelburg'sche Mikroskop so vorzustellen, dass es im äussern Ansehn sich nicht sehr von jenen unterschied, die einige Jahre später verfertigt wurden.

Ueber seine optische Zusammensetzung lässt sich kaum etwas Bestimmtes sagen, da Boreel darüber schweigt. Das Wahrscheinlichste ist wohl, dass es zwei convexe Linsen hatte, ein Objectiv und ein Ocular. Wilde (Geschichte der Optik, S. 151) erachtet es zwar für das Wahrscheinlichste, dass dieses Mikroskop aus einer concaven und einer convexen Linse bestanden habe, weil auch die ersten Teleskope eine solche optische Einrichtung hatten. Dieser Grund kann aber nicht als gültig erachtet werden, weil das Mikroskop vor dem Teleskope erfunden worden ist, und da auch in den späterhin während des 17. Jahrhunderts verfertigten Mikroskopen (jenes von Fontana ausgenommen) nur convexe Gläser benutzt worden sind. Dass dies auch bei dem Middelburg'schen Mikroskope der Fall war, wird fast zur Gewissheit erhoben dadurch, dass nach den oben (S. 587) mitgetheilten Briefen von Peiresc jene Instrumente, welche Drebbel nach dem Muster des Middelburg'schen verfertigte, ein verkehrtes Bild gaben, also sicherlich aus zwei convexen Linsen bestanden. — Beleuchtungsapparate scheinen Janssen's Mikroskope ganz gefehlt zu haben.

Was die Vergrösserung dieses Mikroskops betrifft, so giebt Boreel an, man habe kleine Objecte ungemein gross (*ad miraculum fere maxima*) dadurch gesehen. Wenn wir auch kein zu grosses Gewicht auf diese Worte legen wollen, so darf doch wohl soviel daraus gefolgert werden, dass das Mikroskop von Hans und Zacharias Janssen in dieser Hinsicht jenen Mikroskopen nicht viel nachstand, die ein halbes Jahrhundert später gefertigt wurden und die Boreel, nach dem Inhalte seines Briefes zu urtheilen, recht wohl kannte.

Dass Drebbel, der das Janssen'sche Mikroskop geschenkt bekommen hatte, bald nachher auch Mikroskope verfertigte, ist oben (S. 587) bereits mitgetheilt worden.

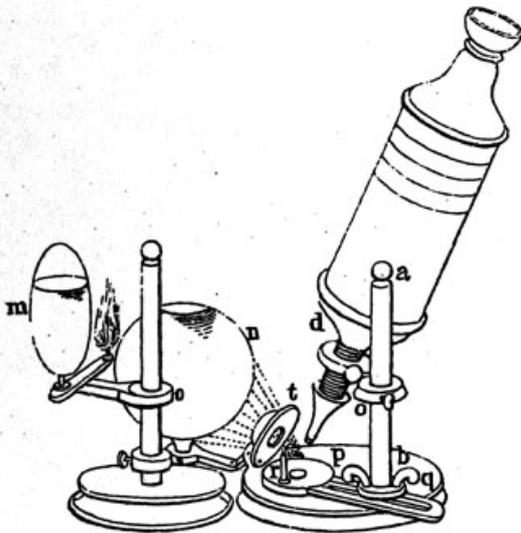
Das Mikroskop, welches Fontana 1646 beschrieb, dessen Beschreibung ich aber nur aus dem kurzen Auszuge bei Borellus (*De vero telescopii inventore etc. Lib. II, p. 21*) kenne, hatte zwei convexe Linsen, und zwischen diesen war eine Concavlinse angebracht. Es scheint nicht über 2 bis 3 Zoll Länge gehabt zu haben. Ueber seine übrige Einrichtung finde ich nichts angegeben.

Das erste zusammengesetzte Mikroskop von Galilei muss nach der Beschreibung, die er davon an Federico Cesi gab (S. 591), mit den Drebbel'schen Instrumenten, welche Peiresc schickte, übereinstimmend gewesen sein. Sie bestanden aus zwei beweglichen Röhren, um

das Instrument verkürzen und verlängern und somit die Vergrößerung abändern zu können: die Objecte mussten bei beiden auf den Fuss des Instruments kommen, mit dem Unterschiede jedoch, dass beim Drebbel'schen Instrumente längliche, beim Galilei'schen runde, scheibenförmige Objecttäfelchen gebraucht wurden.

Das älteste zusammengesetzte Mikroskop, von dem wir eine Abbildung haben (Fig. 267), ist das von Robert Hooke in der im Jahre 1665 herausgekommenen *Micrographia*. Es hatte drei Zoll Durchmesser und sieben Zoll Länge, und bestand aus vier Röhren, die sich ausziehen liessen, um das Mikroskop zu verlängern: sodann enthielt es drei Gläser, namentlich ein kleines Objectivglas, ein Mittelglas und ein Ocular. Hooke benutzte alle drei Gläser, wenn es ihm um ein grosses Gesichtsfeld zu thun war; er liess aber das mittlere weg, wenn er die Objecte recht genau betrachten wollte.

Fig. 267.



Hooke's zusammengesetztes Mikroskop.

Der verdünnte untere Theil des Mikroskoprohrs *d*, worin sich die Objectivlinse befand, war mit einem Schraubendrahte versehen, mittelst dessen eine Annäherung zum Objecte, so wie eine Entfernung von demselben möglich war, und mit dem

Stative *ab* war das Mikroskop durch ein Charniergelenk bei *o* verbunden, damit das Rohr verschiedenartig geneigt werden konnte. Eine Art beweglicher Schlitten *pq* hatte an dem Ende *p* einen runden Objecttisch, darauf stand die kleine Säule *r*, die hohl war und einen Stift enthielt, der sich höher und tiefer stellen liess, um Objecte daran zu befestigen.

Dieses Mikroskop war ausdrücklich dazu bestimmt, Objecte bei auffallendem Lichte zu beschauen, wobei sich Hooke des nebenstehenden Beleuchtungsapparates bediente. Dieser besteht aber aus einer Lampe *m*, einer mit Wasser gefüllten Glaskugel *n* und einer biconvexen Linse *t*, durch welche das Licht auf das Object concentrirt wird.

Um die nämliche Zeit etwa machte sich Eustachio Divini in Rom sehr berühmt durch das Verfertigen von Mikroskopen, die einigermaassen von den früheren abwichen. Ein Bericht darüber wurde 1668 der *Royal Society* in London abgestattet, der dem *Giornale dei Letterati* entnommen war und in den *Philos. Transact.* 1668. Nr. 42 abgedruckt wurde. Eine genauere Beschreibung soll sich übrigens bei Honoratius Fabri (*Synopsis optica*. Prop. 46) finden, die ich aber nicht habe nachsehen können. Divini's

Mikroskop enthielt ausser der Objectivlinse zwei planconvexe Oculare, die so gestellt waren, dass sie einander mit der Mitte ihrer gewölbten Flächen berührten. Diese Oculare hatten nach Priestley (*History etc.* p. 218), der aus Birch's *History* Vol. 4, p. 313 geschöpft hat, ungefähr die Breite einer Mannshand, und das sie enthaltende Rohr soll die Dicke eines Mannsschenkels gehabt haben; doch steht davon nichts in den *Philos. Transactions*. Das Mikroskop war etwa  $16\frac{1}{2}$  Zoll lang, und es liess sich zu vier verschiedenen Längen ausziehen, um die verschiedenen Vergrösserungen herauszubringen. Die schwächste Vergrösserung war 41 Mal im Durchmesser, die stärkste 143 Mal. Der Durchmesser des Gesichtsfeldes, auf dem Objecttische gemessen, betrug 8 Zoll 7 Linien, wenn das Mikroskop ganz zusammengeschoben war, dagegen etwas über 16 Zoll, wenn man alle Röhren auszog. Es zeichnete sich besonders dadurch aus, dass die betrachteten Objecte nicht verbogen, sondern geradflächig waren.

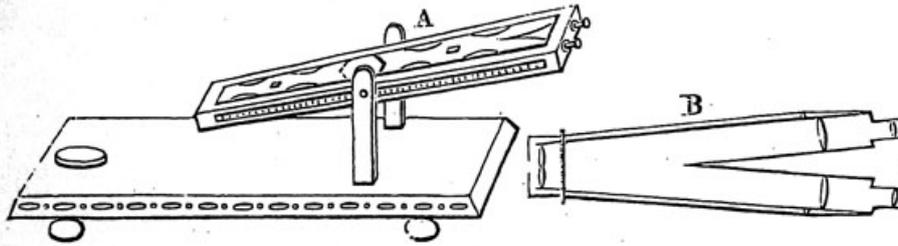
Zeitgenossen und Landsleute von Eustachio Divini waren Campani in Bologna und Salvetti. Beide, namentlich aber der letztgenannte, sollen sich in der Verfertigung von Mikroskopen ausgezeichnet haben; von ihren Instrumenten sind mir jedoch weder Beschreibungen noch Abbildungen bekannt. Vielleicht ist aber ein Mikroskop von Salvetti gemeint, wenn Kinner in einem Briefe an Schott (s. P. G. Schott, *Technica curiosa*. Herbipol. 1687, p. 857) erzählt, er habe Kircher gebeten, ihm ein Mikroskop von Eustachio Divini zu schicken, und Kircher habe ihm eins geschickt, das nicht von Divini, sondern von einem andern jungen Menschen in Rom verfertigt wurde, dessen Instrumente nur halb soviel kosteten, und doch gleich gut, wenn nicht besser wären, als jene von Divini. Kinner rühmt dieses Mikroskop sehr, und erwähnt, dass es 80 Mal im Durchmesser vergrössere, „*quod certe insigne augmentum est.*“

421 Indem ich mich möglichst an die Zeitfolge halte, muss ich jetzt eines Versuchs zur Verbesserung des zusammengesetzten Mikroskops gedenken, der zwar auf dem zuerst eingeschlagenen Wege sich als fruchtlos erwiesen hat, in unserer Zeit jedoch auf's Neue und, wie sich bald zeigen wird, mit besserem Erfolge fortgesetzt worden ist.

Von dem Principe ausgehend, dass man mit zwei Augen besser sieht als mit einem, hatte man schon früh versucht, die Fernrohre so einzurichten, dass man mit beiden Augen zugleich sah. Nach van Swinden (l. I. p. 47) hatte Lippershey, einer der Erfinder des Fernrohrs, schon 1609 einen solchen Binoculus hergestellt, und einen andern finden wir 1645 vom Capucinermonch Antonius Maria de Reita in der sonderbaren Schrift: *Oculus Enoch et Eliae sive Radius Sydereomysticus etc.* Antwerp. 1645, p. 340 beschrieben, die ausser den Dedicationen: *Deo optimo maximo* und *Augustissimo invictissimoque Caesari Ferdinando III*, für den zweiten Theil auch noch die Dedication: *Magnae matri Mariae* enthält. Im Jahre 1678 lehrte dann der Capuciner Cherubin (*De visione*

*perfecta, sive de amborum visionis axium concursu in eodem objecti puncto.* Paris. 1678, p. 77 bis 100) dieses Princip auch aufs Mikroskop anwenden, und er gab eine durch viele Abbildungen erläuterte ausführliche Beschreibung desselben (Fig. 268). Es hatte zwei kegelförmig zulaufende Röhren *B*, die durch Bügel gegen einander gehalten wurden und in einen

Fig. 268.



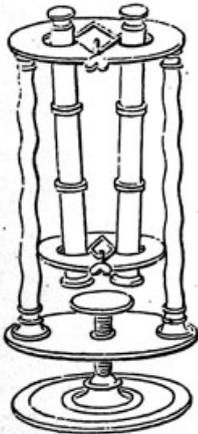
Binoculäres Mikroskop von Cherubin.

vierseitigen Behälter eingeschlossen waren. Nach unten ist ein Theil der beiden Röhren abgeschnitten, so dass sie hier nur Ein Rohr bilden. In jedem Rohre waren drei biconvexe Linsen enthalten, die paarweise im Durchmesser wie in der Brennweite mit einander übereinstimmten. Das Objectivglas und das Ocular hatten beide die nämliche Brennweite, nämlich einen Zoll. Die Brennweite des mittleren Glases betrug  $\frac{1}{4}$  Fuss. Beide Objectivgläser waren am Rande so abgeschliffen, dass sie, wenn die abgeschliffenen Ränder an einander lagen, ein Ganzes bildeten. Cherubin stellt die Wirkung seines Instruments sehr hoch; es sollte selbst das damals berühmte Mikroskop Divini's übertreffen. Aus Bonannus (l. 1. p. 15) ersieht man jedoch, dass die Zeitgenossen nicht so günstig darüber urtheilten. Aus der Art des Instruments erhellt es aber auch, dass es stets ein erfolgloses Bemühen sein wird, solche binoculäre Mikroskope zu verfertigen, die den monoculären gleichkommen oder sie gar übertreffen \*).

\*) Kästner (Geschichte der Mathematik. IV, S. 83) gedenkt eines nach Cherubin's Vorschrift eingerichteten binoculären Mikroskops, welches ein Capucinermonch Anian verfertigt hatte; dasselbe trägt die Jahreszahl 1711, und wurde in der Sammlung der Universität Göttingen aufbewahrt. Ueber dieses Instrument, so wie über zwei binoculäre Fernrohre desselben Anian, die ebenfalls in Göttingen aufbewahrt wurden, spricht sich Kästner folgendermaassen aus: „Mir ist bei den Proben, welche ich mit diesen Werkzeugen gemacht habe, nicht vorgekommen, dass der Vortheil, den sie geben, so viel werth sei als nur die Mühe, die man hat, das so zusammengesetzte Werkzeug zum Gebrauche vorzurichten.“ — Wie unvollkommen Cherubin's Instrument war das ersieht man auch noch aus der Vorrede seines Buchs. Er sagt hier, man erzähle von einem Divini'schen Mikroskope, durch dasselbe sollte man ein Thierchen, viel kleiner als ein Sandkorn, mit Schuppen bedeckt und mit sechs Beinen versehen, erkennen, und diese Beobachtung hält er für so übertrieben und unglaublich, dass er ganz ausführlich die Unmöglichkeit derselben darthut.

Es beschäftigten sich auch noch andere mit der Herstellung binoculärer Mikroskope. So wird eines bei Bion (Mathematische Werkschule.

Fig. 269.



Ein anderes binoculäres  
Mikroskop.

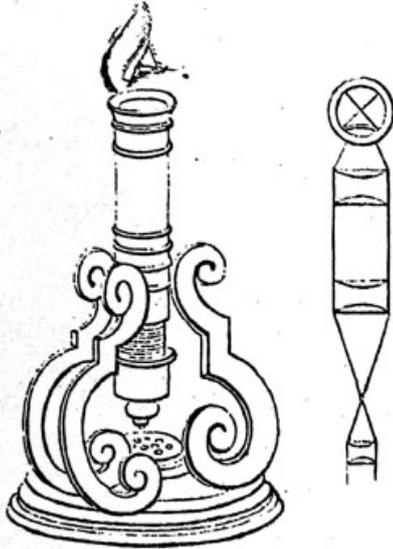
Dritte Auflage, von J. G. Doppelmeyer vermehrt. Nürnberg 1726) beschrieben, während in der ersten Auflage dieses Buches nichts von binoculären Mikroskopen zu finden ist, und ein anderes kommt in der zweiten Auflage von Zahn's *Oculus artificialis* vor. In der äussern Einrichtung unterscheiden sie sich insofern, dass die beiden Mikroskope entweder wie in Fig. 269, in schiefer Richtung neben einander gestellt wurden, oder dass man sie zusammen in einen Kasten oder Behälter brachte, der selbst wieder in verticaler Richtung oder, wie bei Cherubin, in schiefer horizontaler Richtung zwischen zwei Stan-

422 Müssen nun auch diese Versuche als gänzlich misslungen angesehen werden, so fehlte es doch auch damals nicht an anderen, die mit besserm Erfolge gekrönt waren. Es wurde bereits bemerkt, dass die Hauptveränderung, welche Divini bei seinem Mikroskope vornahm, darin bestand, dass er zwei planconvexe Linsen mit einander zu einem Ocular vereinigte, um dadurch das zu erlangen, was man mit dem Namen ebenes Gesichtsfeld belegt, d. h. ein solches, wo sich am Rande des Gesichtsfeldes die Theile des Objects mit gleicher Deutlichkeit zeigen, wie in dessen Mitte. Bei anderen Mikroskopen aus jener Zeit hat man offenbar ein gleiches Ziel vor Augen gehabt. Besondere Erwähnung verdient es aber noch, das bereits damals Doublets als Objective benutzt wurden, weil man gefunden hatte, diese veranlassten bei der nämlichen Vergrösserung eine weniger starke sphärische Aberration, so dass ihre Oeffnung grösser gemacht werden konnte, um mehr Licht durchtreten zu lassen.

Im Jahre 1672 vereinigte Sturm (*Collegium experimentale sive curiosum*. Norimb. 1676. I, p. 142) eine planconvexe und eine biconvexe Linse zu einem Objectiv, ebenso auch zwei biconvexe Linsen von ungleicher Krümmung, und er rühmte nicht blos, dass er dadurch eine stärkere Vergrösserung bekam, sondern dass auch das Bild mit grösserer Schärfe hervortrat. Auch giebt Zahn (l. l. Ed. 2. p. 748. Vollst. Lehrgeb. d. Optik, S. 113) Nachricht von einem seiner Mikroskope, welches vier Linsen enthielt, die alle nur eine kurze Brennweite hatten, so dass das ganze Rohr, in welches sie gefasst waren, noch nicht einen Zoll Länge hatte. Von den beiden untersten als Objectiv dienenden Linsen war die eine biconvex, die andere planconvex, und diese berührten sich mit ihren Oberflächen. Beim Mikroskope Conradi's (Dreifacher Sehestrahl. Koburg 1710. S. 113) bestand das Objectiv ebenfalls aus zwei Linsen. Ebenso hatte Johann Franz Grindl von Ach (s. Zahn l. l. p. 234) im Jahre 1685 ein Mikroskop gemacht, bei dem Divini's Princip auf

alle Linsen in Anwendung gebracht wurde. Im Ganzen enthielt das in Fig. 270 abgebildete Instrument sechs planconvexe Gläser, die paarweise

Fig. 270.

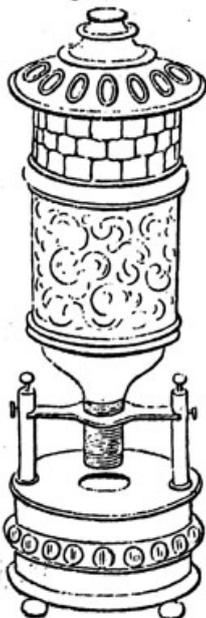


Zusammengesetztes Mikroskop von Grindl von Ach.

vereinigt waren, mit den convexen Flächen einander zugekehrt. Ueber dem Ocular befindet sich noch ein ganz plattes Glas. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass diese Einrichtung vor jener früherer Mikroskope nicht nur, sondern auch jener, die über ein Jahrhundert nach Grindl hergestellt wurden, den Vorzug verdiente, und man dürfte sich wohl darüber wundern, dass sie nicht mehr in allgemeinen Gebrauch gekommen ist, wenn man nicht wüsste, dass es keineswegs leicht ist, die Linsen dergestalt zu vereinigen, dass ihre Axen genau in einer geraden Linie liegen, wie es doch durchaus nöthig ist, wenn das Bild rein und scharf sein soll. Grindl selbst wusste es und hat dafür auch einige Vorschriften gegeben.

Schon damals machte man auch, aber wie es scheint nur ausnahmsweise, zusammengesetzte Mikroskope mit mehreren Objectivlinsen von ungleicher Brennweite, um die Vergrößerung durch Wechsel der Objectivlinsen verändern zu können. In dem vorhin genannten Werke von Sturm, welches 1672 geschrieben ist, wird ein englisches Mikroskop

Fig. 271.



Zusammengesetztes Mikroskop, bei Zahn abgebildet.

erwähnt, dessen Verfertiger aber nicht genannt wird, zu welchem vier abnehmbare Objectivlinsen gehörten, zwei planconvexe und zwei biconvexe, die nach der Reihe in die für die Objectivlinse bestimmte Aushöhlung unten am Mikroskoprohre gebracht werden konnten.

Schon in der ersten 1685 erschienenen Ausgabe von Zahn's *Oculus artificialis* (*Fundam.* III, p. 98) sind verschiedene zusammengesetzte Mikroskope abgebildet, und dabei die Maasse, die Brennweiten und die Abstände ihrer Linsen genau angegeben; er hat dabei besonders die Dioptrica von Dechales benutzt, und sowohl ein Mikroskop von diesem mit vier Linsen, als eins von Monconny mit drei Linsen beschrieben. Recht beachtenswerth sind die theoretischen Principien und die praktischen Regeln für die Herstellung zusammengesetzter Mikroskope in diesem Werke Zahn's, z.B. *Fundam.* II, p. 168, 176, 267. *Fundam.* III, p. 95 seq., die meistens auch noch für unsere Zeit benutzbar geblieben sind. In Fig. 271 ist eins von den zusammen-

gesetzten Mikroskopen dargestellt, die sich bei Zahn abgebildet finden, ohne dass aber der Verfertiger desselben genannt wird.

423 Hier ist nun auch der Ort, um mit ein paar Worten der damals und selbst schon früher vorgekommenen Versuche zu gedenken, Linsen mit parabolischen und hyperbolischen Oberflächen zu schleifen und dadurch die sphärische Aberration zu beseitigen, worin man nach damaligen Begriffen das alleinige Hinderniss fand, warum die dioptrischen Werkzeuge nicht bis zum höchsten Grade der Vollkommenheit gebracht wurden. Erst später kam man durch Newton zur Erkenntniss, dass die chromatische Aberration, welche keineswegs von der Form der Linsen bedingt wird, der Schärfe der Linsenbilder weit mehr Abbruch thut, als die andere Art von Aberration.

Dass man schon sehr frühzeitig von der grössern Tüchtigkeit parabolischer Linsen überzeugt war, wo es darauf ankommt, parallele Strahlen in einem Punkte zu vereinigen, dafür haben wir einen Beweis bei Porta, der in seiner *Magia naturalis*. 1607. p. 614 schreibt: *Parabolum crystallinum omnium vehementissime ignem accendere videbimus; omnibus enim radiis coincidentibus valentius speculo accendit*. Indessen gründete sich dieser Satz wohl mehr auf Theorie, als auf eine durch praktische Ausführung begründete Erfahrung.

Unter denen, die sich späterhin auf das Schleifen von Linsen für Fernrohre oder Mikroskope legten, begegnen wir mehreren, die auf Linsen mit parabolischer und hyperbolischer Krümmung bedacht waren, wie Rheita, dessen Instrument zum Schleifen hyperbolischer Linsen im *Oculus Enoch et Eliae* p. 340 beschrieben und abgebildet ist, ferner Hevelius, sodann Maignan, der am Schlusse seiner *Perspectiva horaria* ein solches Instrument beschreibt, Wren (*Philos. Transact.* Nr. 48 u. 53), Descartes (*Oeuvres par Victor Cousin*. Vol. 5, p. 137). Von den mancherlei zu diesem Zwecke ersonnenen Instrumenten scheint aber keins dem beabsichtigten Ziele entsprochen zu haben \*).

424 Besser gelang es Gregory (*Optica promota*. Lond. 1663) und später Christian Huygens, die Gesetze der sphärischen Aberration festzustellen. Namentlich brachte Huygens (*Dioptrica*, p. 181 seq.) die von ihm ermittelten theoretischen Principien auch bei der Verfertigung von zusammengesetzten Mikroskopen in Anwendung. Er wies nach, wie

\*) Bei Zahn (l. l. *Fund.* III. p. 77) findet man erzählt, dass der König von Frankreich ein Fernrohr besessen habe, wofür dem Verfertiger 1000 Dukaten bezahlt worden wären. Es soll mit hyperbolischen Linsen ausgestattet gewesen sein, und obwohl es nicht über zwei Fuss Länge hatte, soll man doch damit den Saturn mit seinem Ringe (es steht dort *ansulis*) spannungsgross haben sehen können; ja selbst die übrigen Sterne sollen in unglaublicher Grösse sich dargestellt haben. Dieser letztere Zusatz ist aber ein Beweis dafür, dass man die ganze Erzählung bloß für eine Fabel zu halten hat.

sich der Aberrationswinkel berechnen lässt, um daraus abzuleiten, wie weit die Oeffnung der Objectivlinse verengert werden muss, wenn man ein möglichst klares Bild bekommen will. Er hat auch dargethan, wenn zwei Mikroskope gleich stark vergrössern und ein Ocular von gleicher Brennweite haben, wobei aber das Objectiv des erstern eine kürzere Brennweite hat und näher dem Ocular sich befindet als bei dem zweiten, dass dann in jenem die Bilder schärfer und deutlicher hervortreten müssen; daraus folge aber die Regel, dass man, um die Objecte gut und klar wahrzunehmen, die Vergrösserung nicht dadurch herbeiführen soll, dass man den Abstand zwischen beiden Gläsern steigert, sondern vielmehr dadurch, dass man Objectivlinsen mit kürzerer Brennweite nimmt. An diese Regel hat man sich aber späterhin mehr und mehr gehalten, und gerade ihrer Beachtung ist ein guter Theil der weitem Vervollkommnung des zusammengesetzten Mikroskops beizumessen.

Man ersieht hieraus, dass man schon damals mancherlei Veränderungen und Verbesserungen im optischen Theile des zusammengesetzten Mikroskops anzubringen versuchte\*), und dass die Wissenschaft mit der Erfahrung Hand in Hand ging, um das Instrument immer mehr zu vervollkommen.

Die mechanische Einrichtung der damaligen Mikroskope liess vieles zu wünschen übrig. Die Annäherung zum Objecte bewirkte man entweder durch eine Schraube am untern Ende des Rohres, in welches die Linsen gefasst waren, oder durch eine Schraube, welche bei feststehendem Rohre das Object in Bewegung setzte. Der erstern Bewegungsweise gab man aber ziemlich allgemein den Vorzug: sie kommt an den Mikroskopen von Hooke, von Grindl und von vielen anderen vor. Zahn giebt eine Abbildung der letztern Einrichtung. Uebrigens hatten manche von den damaligen Mikroskopen, z. B. jenes von Hooke, eine solche Einrichtung, dass das ganze Rohr auch anders als bloß senkrecht gestellt werden konnte.

Die Beleuchtung der Objecte war allgemein eine sehr unvollkommene. Durchfallendes Licht scheint man anfangs gar nicht benutzt zu haben; das Licht wurde über dem untersuchten Objecte concentrirt. Hooke's Beleuchtungsapparat wurde schon kurz erwähnt (S. 659, Fig. 267);

\*) Ich habe nicht darüber ins Klare kommen können, wer zuerst das Mittelglas oder das Collectivglas beim zusammengesetzten Mikroskope in Anwendung gebracht hat. Hevelius gedenkt in seiner 1647 erschienenen Selenographia nur zweier Arten von Mikroskopen, die damals vorkamen, nämlich Mikroskope mit Einer Linse (*Vitra muscaria*) und zusammengesetzte Mikroskope mit zwei Linsen. Einige Jahre später indessen treffen wir das Zwischenglas an, und zwar, wie oben erwähnt, in Hooke's Mikroskope. Ohne Grund schreibt daher Martin (*System of Opticks*. 1740. p. 42) seine Einführung Huygens zu, der allerdings das Ocular des Fernrohrs wesentlich verbessert hat durch Einführung und richtige Stellung eines zweiten Oculars, der aber in der Dioptrica nirgends von einem Mikroskope handelt, welches aus mehr denn zwei Linsen besteht.

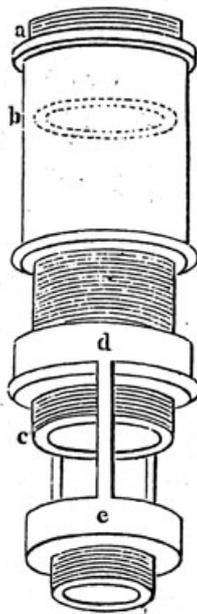
er beschreibt übrigens sein Verfahren in der Vorrede zur *Micrographia* folgendermaassen. Die Untersuchungen stellte er in einem Zimmer an, worin sich nur Ein gegen Süden gelegenes Fenster befand. Drei bis vier Fuss von diesem Fenster stellte er sein Mikroskop auf, und das Licht liess er mittelst einer mit Wasser gefüllten Glaskugel *n* und einer dicken planconvexen Linse *t* auf das Object fallen. Schien die Sonne, dann brachte er ein geöltes Papier oder ein matt geschliffenes Glas vor das Object, und darauf liess er die Sonnenstrahlen mittelst eines Brennglases fallen. Abends benutzte er eine Lampe *m* und die schon erwähnte Glaskugel nebst der planconvexen Linse, und der Lampe gegenüber stand ein concaver Metallspiegel, durch den ein Theil der Strahlen wiederum reflectirt wurde. Späterhin (s. Hartsoeker, *Essay de Dioptrique*, p. 169) wurde die biconvexe Linse zur Beleuchtung der Objecte immer allgemeiner eingeführt.

Die nothwendige Folge davon, dass man die Objecte nur bei auffallendem Lichte beschaute, war die, dass man in der Anwendung stärker vergrößernder Objectivlinsen bald an einer Grenze anlangte, bei deren Ueberschreitung das von den Objecten reflectirte Licht, trotz aller zu seiner Verstärkung angewandten Mittel, zu schwach wurde, um die Objecte und deren Theile dabei noch gehörig unterscheiden zu können. Auch hatten die Objectivlinsen, welche die damaligen Optiker für ihre zusammengesetzten Mikroskope herstellten, meistens eine ziemlich grosse Brennweite von  $\frac{1}{2}$  bis 1 Zoll, und sie konnten mithin nur ein schwach vergrössertes Bild liefern. Auch sind die Fälle nicht selten, ja sie kommen,

wie wir jetzt wissen, am häufigsten vor, wo das Gefüge der Objecte sich weit besser bei durchfallendem Lichte als bei auffallendem Lichte erkennen lässt. Schon damals fehlte aber die Gelegenheit nicht, diese Wahrnehmung zu machen, da die einfachen Mikroskope, wie wir früher gesehen haben, alle gerade so eingerichtet waren, dass die Objecte vorzüglich bei durchfallendem Lichte betrachtet wurden.

So einfach uns jetzt die Sache vorkommt, es war doch eine bedeutende Verbesserung, als man auch dem zusammengesetzten Mikroskope eine solche Einrichtung gab, dass es ebenfalls zu Beobachtungen bei durchfallendem Lichte benutzt werden konnte. Diese Verbesserung wurde zuerst im Jahre 1685 durch Carl Anton Tortona eingeführt, der in des Bonannus *Micrographia curiosa* als „*Summi pontificis (Alexandri 8) extra muros camerarius*“ bezeichnet wird. Sein Mikroskop wurde von Ambrosius Langemantell (*Miscellanea curiosa. Decuriae II. Ann. 7. 1688. p. 442*) beschrieben; es ist Fig. 272 abgebildet. Das Mikroskoprohr, worin sich bei *a* das Ocular, bei

Fig. 272.



Tortona's  
zusammengesetztes  
Mikroskop.

*b* das Collectivglas und bei *c* das Objectiv befindet, die alle biconvex sind, hat nach unten einen Schraubendraht, wodurch es in dem Ringe *d* auf- und niedergeschraubt werden kann. Dieser Ring steht aber durch drei kleine Stäbe mit einem zweiten Ringe *e* in Verbindung, der nach unten enger wird und dort zwei runde Glasscheiben enthält, zwischen welche das Object zu liegen kommt. Will man das Mikroskop gebrauchen, so nimmt man das Rohr in die Hand und kehrt es dem Lichte zu.

Langenmantell lobte dies Instrument, dessen Beschreibung er gab, gar sehr; er schlug zugleich vor, das biconvexe Collectivglas durch zwei planconvexe Linsen zu ersetzen, deren gewölbte Flächen einander entgegen sähen, und fügte die richtige Bemerkung hinzu, dass man weiterhin auch Objectivlinsen mit stärkerer Krümmung benutzen könne.

Tortona fand auch bald Nachfolger, und zwar zuerst bei seinen Landsleuten Giuseppe Campana und Marco Antonio Celi. Ihre Instrumente unterscheiden sich aber nur dadurch vom Tortona'schen, dass sie zum Theil aus Messing verfertigt waren, und dass die Einrichtung zum Ausbreiten der Objecte bequem war.

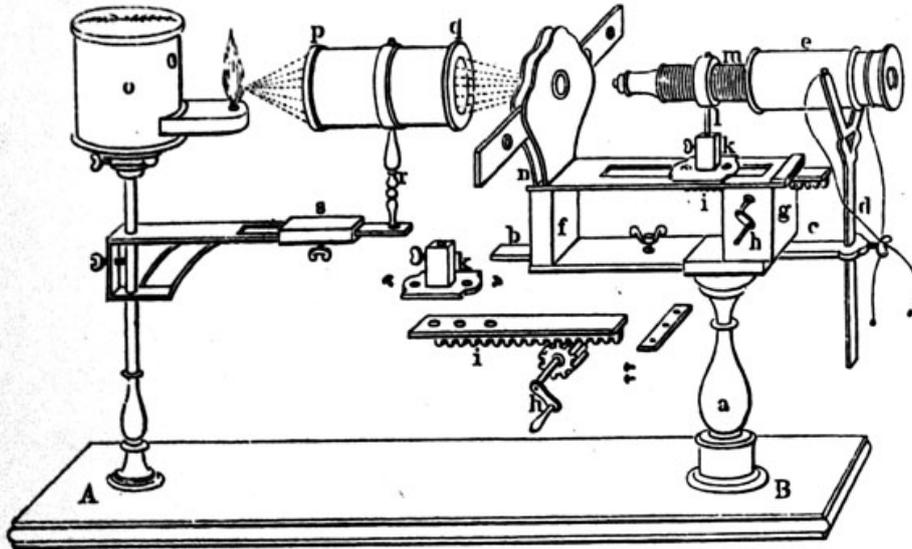
Bedeutender waren die Verbesserungen, welche Philippus Bonannus in der mechanischen Einrichtung anbrachte. In seiner 1691 erschienenen *Micrographia curiosa* giebt er die Beschreibung dreier Mikroskope, die sich in mehr denn einer Beziehung vortheilhaft von den früheren unterscheiden. Bei einem derselben befand sich unten am Fusse des Mikroskops eine Oeffnung, wie bereits bei Tortona, und auch zwei Täfelchen, die durch eine Spiralfeder zusammengedrückt wurden und das dazwischenliegende Object festhielten; man konnte also das Mikroskop in horizontaler Richtung gegen das Licht halten.

Noch zweckmässiger war ein anderes horizontales Mikroskop desselben eingerichtet, welches in Fig. 273 (a. f. S.) abgebildet ist, wo zuerst ein Trieb angebracht ist, um den Abstand zwischen Objectiv und Object verändern zu können. *AB* ist eine hölzerne Unterlage, auf welche die gedrechselte Säule *a* festgeschraubt ist, und auf letzterer ist das platte Stück *bc* befestigt, welches an dem einen Ende die Gabel *d* trägt zur Unterstützung des lose darauf liegenden Mikroskoprohrs *e*, während in der Mitte die senkrecht stehenden Theile *f* und *g* angebracht sind. Das Stück *h* ist ausgehöhlt und enthält ein gezahntes Rad, das durch die Handhabe *h* herumdreht wird und in die gezahnte Leiste *i* eingreift; dadurch wird aber das Stück *k* in Bewegung gesetzt, in welches der Stachel *l* mit dem Ringe *m* eingesetzt ist. Dieser Ring enthält eine Mutterschraube, in welche die am Ende des Mikroskoprohrs angebrachte Schraube passt. Bei *n* befinden sich zwei vertikale Platten, zwischen welche die hölzernen Schieber mit den Objecten kommen. — Dieses Mikroskop war grossentheils aus Messing verfertigt, was bis dahin nur wenig gebräuchlich war; denn meistens pflegte man das Rohr aus Papier oder Pappe, das übrige aber aus Holz zu verfertigen.

Bonannus stellte seine Beobachtungen bei Tageslicht wie bei künst-

lichem Lichte an; er gab aber letzterem den Vorzug, und der zu seinem Mikroskope gehörige Apparat ist auch mit daneben abgebildet. Es ge-

Fig. 273.



Zusammengesetztes Mikroskop von Bonannus.

hörte dazu eine Lampe *o* und ein mit zwei biconvexen Linsen versehenes Rohr *pq*. Das Rohr ruhte aber auf der Stange *r*, und mittelst der Schraube *s* konnte es nach Willkür der Flamme genähert oder davon entfernt werden.

Wie unvollkommen auch dieses Mikroskop von Bonannus im Vergleich mit unseren heutigen erscheinen mag, immerhin war damit in der mechanischen Einrichtung ein bedeutender Schritt vorwärts gethan \*). Anlangend die optische Zusammensetzung, so gebrauchte er eigentlich drei verschiedene Mikroskopröhren; jede hatte drei biconvexe Linsen, die aber in ungleichem Maasse vergrößerten, und sie konnten nach der Reihe in den Ring *m* geschraubt werden, je nachdem man eine stärkere oder eine schwächere Vergrößerung haben wollte. Dies war offenbar eine Verbesserung; denn bis dahin hatte man die verschiedenartigen Vergrößerungen meistens dadurch zu Stande gebracht, dass man das Rohr, mit hin den Abstand zwischen Objectiv und Ocular verlängerte, ein sehr unvollkommenes Mittel, wodurch zwar die Vergrößerung zunimmt, aber die Umrise der Bilder an Schärfe verlieren. Bonannus gab daher mit Recht den stärkeren Objectivlinsen den Vorzug, wiewgleich er noch nicht auf den Gedanken kam, blos durch deren Wechsel eine andere Vergrös-

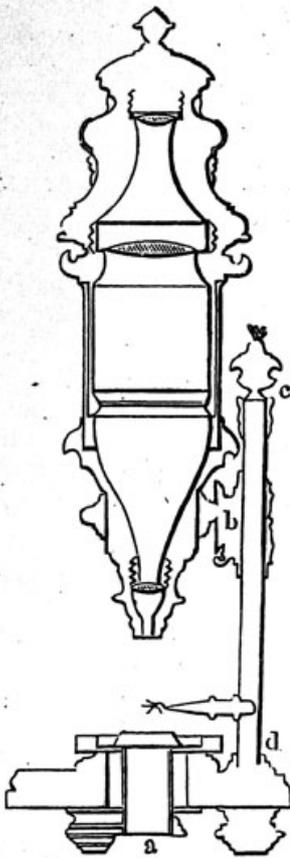
\*) Die horizontale Richtung haben auch andere dem zusammengesetzten Mikroskope gegeben. Im Vollständigen Lehrgebäude der Optik. Seite 412 und 413 sind zwei solche als holländische Mikroskope (der Verfertiger wird aber nicht genannt) beschrieben und abgebildet; das eine hatte zwei, das andere drei Gläser.

serung zu bewirken, was doch schon früher von anderen, wie vorhin erwähnt, in Ausführung gebracht worden war.

Die Mikroskope von Bonannus scheinen in der That recht gut gewesen zu sein, nach den oftmals ganz genauen Abbildungen zu urtheilen, die er von einer grossen Anzahl von Objecten giebt. So sind z. B. an den Flügelschüppchen mehrerer Schmetterlinge nicht selten die längslaufenden Streifen ganz deutlich angegeben. Auch übertraf sein Mikroskop offenbar die früheren im Vergrösserungsvermögen. Nimmt man einige seiner Abbildungen als Maassstab, so muss es wenigstens 200 bis 300 Mal vergrössert haben.

Im Aeussern mehr verziert, sonst aber nicht so zweckmässig eingerichtet waren Joblot's Mikroskope, wovon mehrere Arten in dessen *Descriptions et usages de plusieurs nouveaux microscopes etc.* Par. 1718 beschrieben sind. Sein zusammengesetztes Mikroskop ist Fig. 274 im Durchschnitte abgebildet und auch ohne ausführliche Beschreibung deutlich genug.

Fig. 274.



Joblot's zusammengesetztes  
Mikroskop.

Es verdient nur deshalb eine besondere Beachtung, weil es eine Annäherung zeigt zu den späterhin allgemein in Gebrauch gekommenen Mikroskopen mit einem stangenförmigen Stativ. Uebrigens war es darauf eingerichtet, die Objecte bei auffallendem wie bei durchfallendem Lichte zu beschauen. Für den letztern Fall hatte der Fuss bei *a* eine Oeffnung, die dem Lichte zugekehrt wurde. Die Annäherung zum Objecte geschah allein dadurch, dass das hohle Stück *b* an der Stange *dc* auf- und niedergeschoben wurde.

Bei Joblot geschieht auch zuerst der *Microscopes universels* Erwähnung, unter welchem Namen man späterhin in der Regel solche Instrumente verstanden hat, die sich nach Willkür als einfaches und als zusammengesetztes Mikroskop benutzen lassen. Unter denen, welche Joblot beschreibt, passt dies aber nur auf ein einziges; die übrigen konnten nur mit Einer Linse benutzt werden, und die ganze Einrichtung bietet auch nichts Auffallendes dar, da sie ganz einfach darin bestand, dass in ein solches Mikroskop, wie es Seite 616, Fig. 229 dargestellt ist, statt der einzelnen Linse das ganz kurze Rohr eines zusammengesetzten Mikroskops geschraubt wurde.

Endlich hat Joblot auch noch ein Instrument beschrieben, worin,

wenngleich es nicht mehr denn 5 Linsen enthielt, drei verschiedene Mikroskope und zwei Fernrohre vereinigt waren\*).

Um die nämliche Zeit verfertigte Marshall in England sein Mikroskop (Fig. 275), welches vor den bisherigen einige Vorzüge bietet: Eine vierseitige Stange *a*, die nach unten in eine ziemlich grosse Kugel *b* ausging, lagerte mit dieser in einer napfförmigen Aushöhlung, so dass ein Kugelgelenk entstand, welches gestattete, dass die Stange mit sammt dem daran befestigten Mikroskoprohre *c* und dem Objecttische *d* in alle möglichen Richtungen, die horizontale nicht ausgeschlossen, gebracht werden konnte. Das breite aber kurze Mikroskoprohr wurde von dem Arme *e* getragen, der durch die Schraube *f* höher und tiefer gestellt werden konnte. Der länglich-viereckige Objecttisch *d* bestand aus einem mit einer Glasplatte bedeckten Rahmen, und durch die beiden Arme *g* und *h*, die zwischen zwei runden Scheiben sich bewegten, war er dergestalt mit der Stange des Mikroskops verbunden, dass die Arme hin- und hergeschoben werden konnten und der ganze Objecttisch sich herumdrehen liess. Zur Beleuchtung mit durchfallendem Lichte wurde das Mikroskop bei Tage gegen den Himmel gerichtet, Abends aber wurde es vertical gestellt, und das Licht einer darunter befindlichen Kerze wurde durch die Linse *s* noch mehr concentrirt.

Man ersieht hieraus, dass beim praktischen Gebrauche Marshall's Mikroskop viele Bequemlichkeiten und Vortheile darbot, wodurch es sich vor den früheren, selbst vor jenem des Bonannus auszeichnete, vornehmlich auch deshalb, weil die veränderte Vergrösserung durch einen Wechsel der Objectivlinse zu Stande gebracht wurde.

Die ganze Einrichtung dieses Mikroskops, wenngleich es ziemlich grob und plump ausgeführt ist, nähert sich offenbar schon jener der spätern Mikroskopstative. Ein wesentlicher Bestandtheil fehlte ihm aber noch, nämlich der Spiegel. Es muss uns aber in der That Wunder nehmen, dass der augenscheinlich so einfache Gedanke, das Gesichtsfeld durch einen die Lichtstrahlen reflectirenden Spiegel zu beleuchten, erst so spät bei den Verfertigern von Mikroskopen sich Geltung verschaffte; dies um so mehr, da man übrigens damals bei optischen Instrumenten mancherlei Art sehr häufig Spiegel anwandte, und da man sogar bereits damals, wie wir später sehen werden, den Vorschlag gemacht hatte, das Sonnenmikroskop mit einem Spiegel zu versehen.

Während Joblot in Frankreich und Marshall in England ihre Mikroskope verfertigten, hatte in Deutschland Hertel (Anweisung zum Glasschleifen. Halle 1715) wirklich ein Mikroskop zu Stande gebracht,

\*) Man machte damals viel Aufsehen aus solchen Curiositäten. Bei Zahn (l. l. p. 271) ist als *Panscopium* ein Apparat beschrieben, welcher nicht weniger als zehn besondere optische Instrumente enthielt, nämlich zwei Arten von Camera obscura, ein Helioskop, ein Mikroskop, ein Polemoskop und mehrere Arten von Teleskopen, mit einzelnen Convexgläsern oder mit Concav- und Convexgläsern.

das mit einem Spiegel versehen war, und dessen ganze mechanische Einrichtung vorzüglicher war als bei allen früheren Mikroskopen, ja selbst viel spätere übertraf (Fig. 276). Das Mikroskoprohr konnte durch eine Charnierbewegung bei *m* und durch die gekrümmte Schraube *n* in verschiedene Richtungen gebracht werden. Auf einem hohen vierseitigen Fusstücke stand mittelst eines runden Säulchens ein besonderer Objecttisch. Durch drei Griffe *a*, *b* und *c* liess sich dieser Objecttisch in drei

Fig. 275.

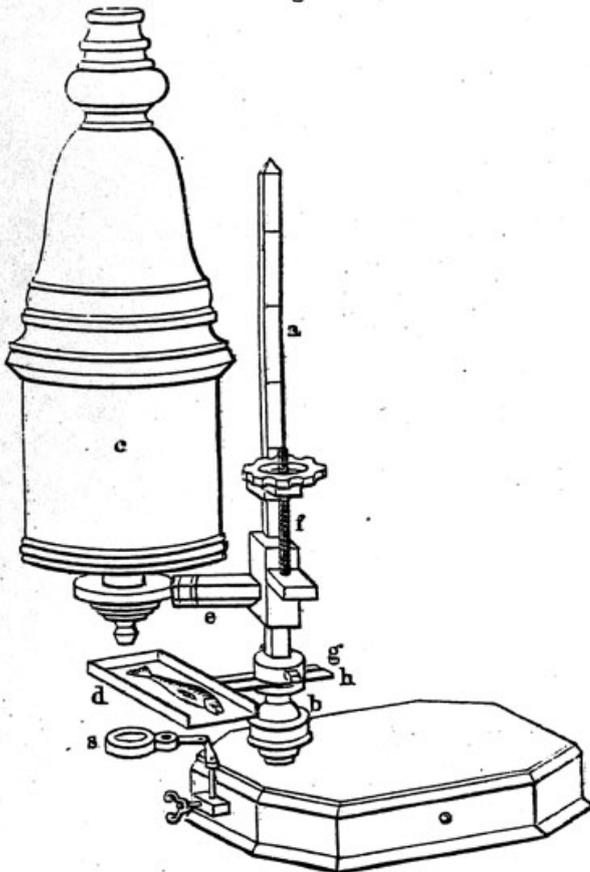
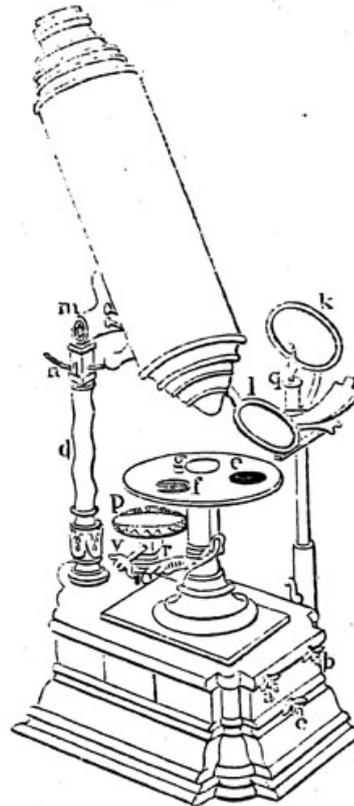
Zusammengesetztes Mikroskop  
von Marshall.

Fig. 276.

Zusammengesetztes Mikroskop  
von Hertel.

1715

verschiedenen Richtungen bewegen: durch *a* nach oben und nach unten, um das Object in die gehörige Entfernung von der Linse zu bringen; durch *b* in horizontaler Richtung nach der Säule oder der Stange *d*, womit der Körper des Mikroskops verbunden war, oder davon weg; durch *c* endlich liess sich der Objecttisch um seine Axe drehen. Der Mechanismus für diese drei Bewegungen, aus verschiedenen Schrauben und Rädern bestehend, war im Fusstücke verborgen. Am Objecttische waren ausserdem noch drei runde Felder gesondert: zwei derselben waren für undurchsichtige Objecte bestimmt, und davon hatte *g* eine Elfenbeinplatte, *e* eine Ebenholzplatte; das dritte Feld *f* war leer und für durchsichtige Objecte bestimmt. Unter dem Felde *e* befand sich ein ebener Spiegel *p*, der durch die Schraube *v*, welche in die Zähne eines in dem Säulchen *r* verborgenen Rades griff, in alle Richtungen gebracht wer-

den konnte, um das Licht aufzufangen und auf das Object zu reflectiren. Zur Beleuchtung undurchsichtiger Objecte dienten der concave Metallspiegel *k* und die Linse *l*, zwischen deren eine Lampe aufgehangen war.

Wir begegnen bei diesem Mikroskope zum ersten Male bedeutenden Verbesserungen. Diese sind: 1. ein frei für sich dastehender Objecttisch, der durch mechanische Mittel herumgedreht und in einer horizontalen Richtung bewegt werden kann; 2. ein Spiegel zur Beleuchtung durchsichtiger Objecte; 3. Schrauben- und Netzmikrometer, von denen später die Rede sein wird, fügte Hertel seinem Mikroskope auch bereits bei.

426 Hertel's Mikroskop, wie vortrefflich es auch in mehr als einer Beziehung war, scheint gleichwohl nicht allgemein bekannt geworden zu sein, wahrscheinlich deshalb, weil es in Folge der zusammengesetzten Einrichtung kostbarer war. Wenigstens erst mehrere Jahre später bekam das zusammengesetzte Mikroskop von Culpeper und Scarlet in London (Fig. 277) ebenfalls einen Spiegel\*). Neu ist aber bei diesem Mikroskope die Beigabe eines Kegels *A* aus Ebenholz, der unten an den Objecttisch kommen kann, um dadurch das Licht zu mässigen. Dieses Mikroskop, welches lange Zeit hindurch im allgemeinen Gebrauche blieb, hatte übrigens eine sehr einfache Einrichtung, wie man aus der Abbildung auch ohne weitere Erklärung ersieht. Die Veränderung des Abstandes zwischen Objectiv und Object wurde dadurch bewirkt, dass das Rohr *a*, welches in dem weiteren Rohre *b* gleitet, mehr oder weniger ausgezogen wird, oder dass die Schraube umgedreht wird, wodurch das die Objectivlinse enthaltende Röhrchen *c* an den engern Theil des Mikroskoprohrs befestigt ist. Diese Bewegungsmittel waren freilich wenig geeignet zu einer feinen Einstellung. Aber auch in anderen Hinsichten schien das Gestell dieses Mikroskops nicht ganz zweckmässig zu sein, und das war der Grund, weshalb Cuff, die von Baker (*Employment for the microscope*. London. 1753) gegebenen Winke benutzend, eine andere Einrichtung einführte, welche bei den meisten Stativen späterer Mikro-

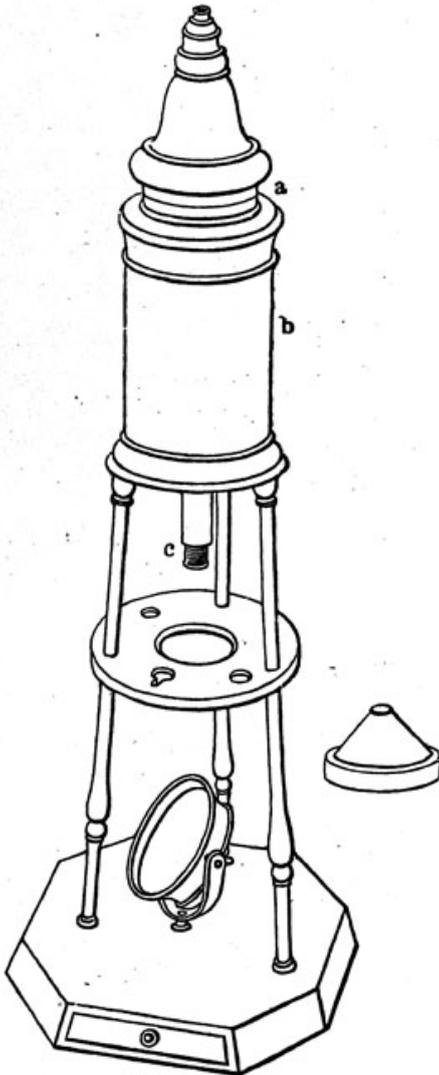
---

\*) Genau kann ich die Zeit nicht angeben, wann dieses sogenannte doppelt reflectirende oder Spiegelmikroskop in England verfertigt worden ist. Die erste Nachricht darüber finde ich bei Smith (*Opticks*, II. 407), also vom Jahre 1735. Den im Jahre 1739 erschienenen *Beginsels der Naturkunde door Petrus van Musschenbroek* ist ein Preiscourant der Instrumente seines Bruders Johannes angehängt, und hier werden ausser den oben (S. 606) besprochenen einfachen Mikroskopen noch aufgeführt: a) ein Apparat mit neun Vergrößerungsgläsern, um durch Ein Glas oder durch zwei Gläser zugleich zu sehen; b) ein neuer Doppelapparat, hoch und unten mit einem Spiegel versehen, womit man durch drei Gläser zugleich die Objecte sieht. Das letztere Instrument war also ein zusammengesetztes Mikroskop, das mit einem Beleuchtungsspiegel versehen war. Man hat denselben also in Holland angewandt, bald nachdem diese Verbesserung in England eingeführt worden war.

skope, ja selbst bei vielen der jetzt noch gebräuchlichen zu Grunde gelegt wurde\*).

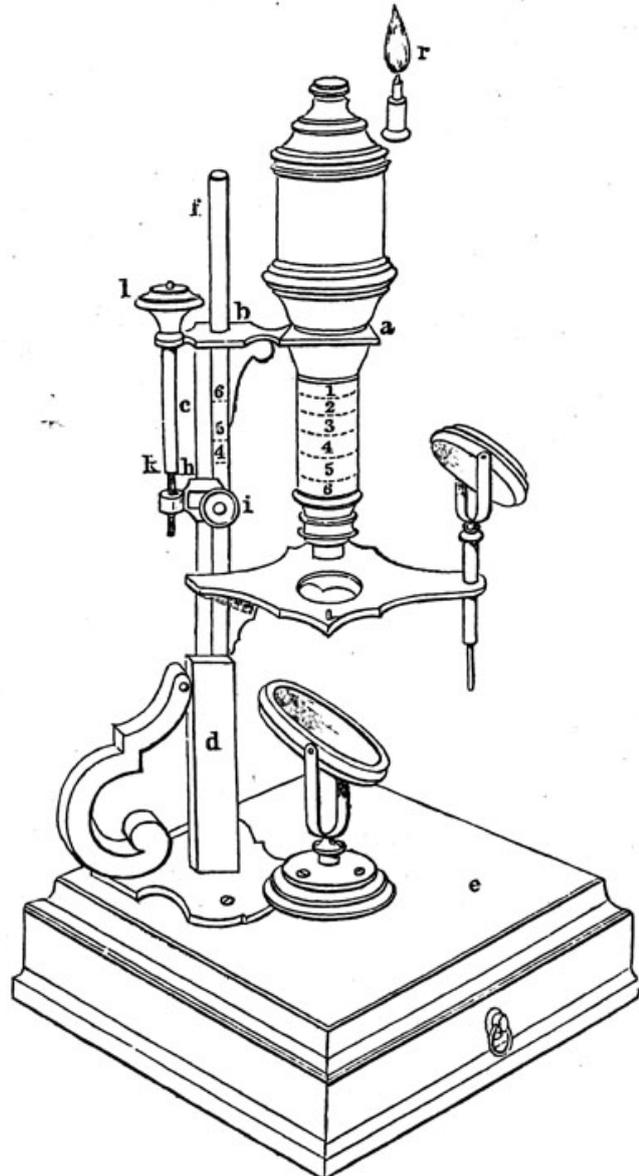
Bei Cuff's zusammengesetztem Mikroskope (Fig. 278) hängt das Rohr unbeweglich in dem Ringe *a* am Arme *b*, der oben an der Stange *c*

Fig. 277.



Zusammengesetztes Mikroskop  
von Culpeper und Scarlet.

Fig. 278.



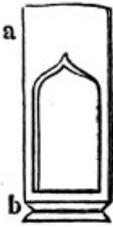
Zusammengesetztes Mikroskop  
von Cuff.

sitzt. Ein messingenes vierseitiges Rohr *d*, welches auf dem Kästchen *e* festgeschraubt ist, trägt das ganze Instrument mittelst der platten vierseitigen Stange *f*, welche unbeweglich darin steckt. Dagegen ist die

\*) Ich will bemerken, dass Meyen (Kurzer Unterricht von der Beschaffenheit und dem Gebrauche der Vergrößerungsgläser und Teleskopien. Dresden. 1747. S. 16) angiebt, es sei dieses Stativ von dem englischen Künstler George Sterrop Harting's Mikroskop.

kürzere Stange *c*, die den Arm *b* mit dem Mikroskoprohre trägt, beweglich; sie gleitet auf der breiten Seite der Stange *f* und tritt nach unten in das Rohr *d*. Das vierseitige Band *h* vereinigt die beiden Stangen *c* und *f* und kann durch die Klemmschraube *i* festgestellt werden. Es wird nämlich die Stange *c* nach oben geschoben, bis der obere Rand des Bandes *h* einer der eingeschnittenen Linien 4, 5, 6 u. s. w. entspricht, durch welche so ziemlich die Brennweite der verschiedenen Objective angegeben

Fig. 279.



Hohlspiegelchen für auffallendes Licht zu Cuff's Mikroskope.

ben ist, und dann wird das Band *h* durch die Schraube festgestellt. Neben dieser gröbern Einstellung ist aber auch noch eine feinere angebracht durch die Schraube *k*, welche mit dem geränderten Knopfe *l* versehen ist. Die Einrichtung des Objecttisches, des Spiegels u. s. w. erhellt genugsam aus der Figur und bedarf keiner besondern Beschreibung. Ich habe nur noch hinzuzufügen, dass bei diesem Mikroskope auch das concave Spiegelchen (Fig. 279) für undurchsichtige Objecte benutzt wurde, das früher allein beim einfachen Mikroskope angewendet wurde. Dieser Hohlspiegel *b* wurde unten an eine zu beiden Seiten theilweise offene Röhre *a* befestigt, die je nach der Brennweite des benutzten Objectivs höher nach oben oder weiter nach unten über den

engern Theil des Mikroskoprohres geschoben wurde, und zu diesem Zwecke waren daran mehrere den verschiedenen Objectiven entsprechende Linien eingeschnitten.

427 Von jetzt an nahm die Zahl der Mikroskopverfertiger in den verschiedenen Ländern Europas so sehr zu, dass es nicht möglich ist, bei einem jeden ausdrücklich zu verweilen und die verschiedenen, oftmals unbedeutenden Modificationen aufzuführen, die sie in dem einen oder dem andern Abschnitte des mikroskopischen Apparates haben eintreten lassen. Nur auf die bedeutenderen Mikroskopverfertiger lasse ich mich ein, namentlich auf jene, deren Mikroskope zumeist in Gebrauch gewesen sind, oder die einigermaassen erhebliche Verbesserungen oder Beigaben ersonnen haben.

Von Steiner ist schon oben (S. 615) angeführt worden, dass er das Wilson'sche einfache Mikroskop mit einer geringen Veränderung nachmachte; derselbe hat auch mit dessen Benutzung ein *Microscopium universale* hergestellt, d. h. ein solches, welches nach Willkür als einfaches oder als zusammengesetztes Mikroskop in Gebrauch gezogen wer-

---

erfunden worden, und auf Tafel VI bildet er dann als solches genau das Cuff'sche Mikroskop ab, das man bei ihm um einen billigen Preis erhalten könne. Ueber die Richtigkeit dieser Angabe vermag ich nichts zu entscheiden. Wie es sich aber auch damit verhalten mag, wenigstens ist dieses Mikroskop späterhin allgemein als Cuff'sches bekannt geworden, und dazu mag die grosse Verbreitung des Werks von Baker, welches in verschiedene Sprachen übersetzt worden ist, viel beigetragen haben.

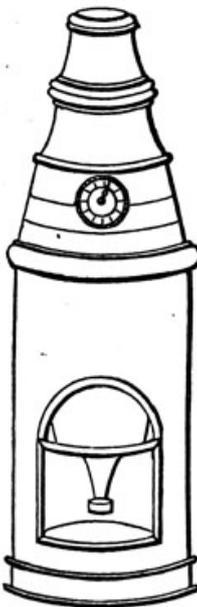
den konnte. Zu dem Ende brachte er über die Linsen des einfachen Mikroskops ein Rohr, worin die beiden Oculare enthalten waren. Das Rohr aber wurde an einer besondern Stange befestigt, die auf jene des einfachen Mikroskops kommen konnte. Siehe die von Steiner besorgte Uebersetzung von Baker: Das zum Gebrauch leicht gemachte *Microscopium* u. s. w., dem beigefügt eine Nachricht vom Polypo u. L. Steiner's Beschreibung seines neuerfundenen Universal-Microscopii. Zürich 1756.

Eine ähnliche Einrichtung machte Jacob Lommers in Utrecht, mit dem Unterschiede jedoch, dass das die Oculare enthaltende Rohr unmittelbar auf jenes Rohr geschraubt wurde, welches die Linse umschloss. Ich habe zwei solche Instrumente von Lommers gesehen, das eine mit der Jahreszahl 1751, das andere mit der Jahreszahl 1760.

Ein anderes *Microscopium universale* ersann sich von Gleichen. Dasselbe findet man bei Ledermüller (Mikr. Gemüths- u. Augenergötzung u. s. w.) umständlich beschrieben und abgebildet. Seine Einrichtung war aber gewiss nicht so zweckmässig als bei den bereits genannten.

Um die nämliche Zeit wurden in England von Benjamin Martin, einem Manne, der theoretisches Wissen mit praktischer Erfahrung vereinigte, mehrerlei Mikroskope verfertigt. Sein Taschenmikroskop (*Description and use of a Pocket reflecting microscope*. Lond. 1739. *Philosophia Britannica* 1740. III, Tab. 46\*), welches in Fig. 280 dargestellt ist, war sehr einfach zusammengesetzt; ihm war ein Schraubenmikrometer beigegeben, worauf wir später zurückkommen. In diesem Martin'schen Mikroskope erkennt man übrigens die erste gröbere Form vieler Mikroskopgestelle, die noch in späterer Zeit im Gebrauch geblieben sind.

Fig. 280.



Martin's Taschenmikroskop.

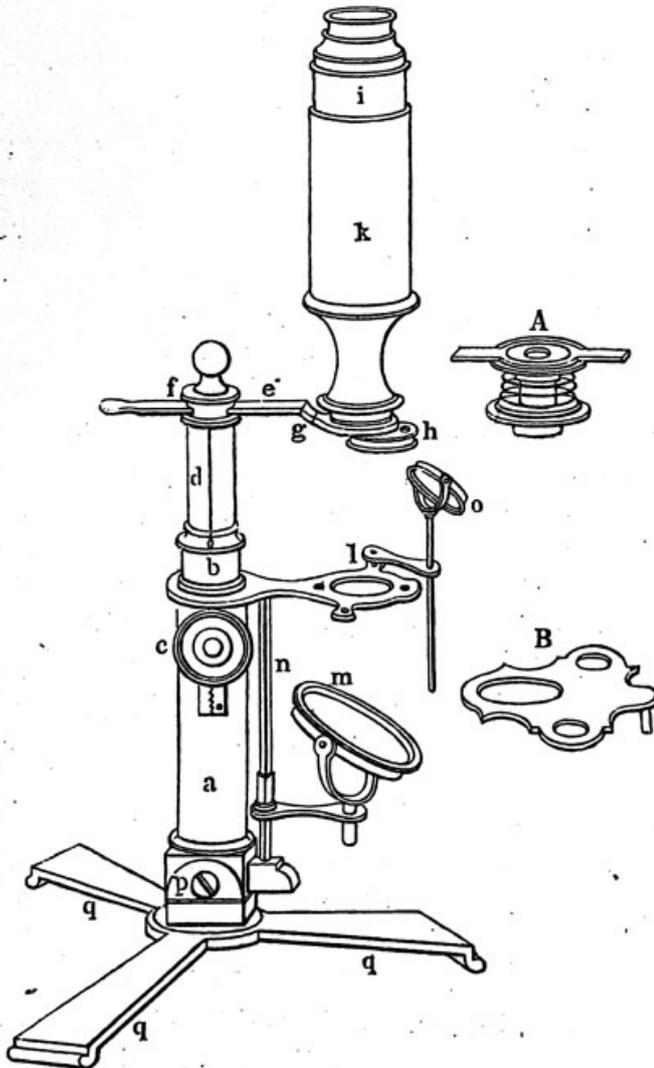
Auch das von Martin (*New Elements of Opticks*. 1759. p. 50) beschriebene Mikroskop mit vier Linsen konnte nicht auf Neuheit Anspruch machen, da schon früher (S. 663)

\*) Am Ende dieses Bandes der *Philosophia Britannica* steht, das *New invented Pocket reflecting microscope* mit dem Mikrometer zusammen koste 1 Guinee, und ohne den letztern 10 Schilling 6 Pence. Die englischen Mikroskope waren also damals wohlfeiler als jetzt.

dergleichen verfertigt wurden. Endlich können auch die sogenannten polydynamischen Mikroskope Martin's (*Microscopium polydynamicum, or a new construction for the microscope*. London 1771) nicht als seine Erfindung gelten; es waren dies nur Fernrohre, die man durch Ausziehen der Rohre in Mikroskope verwandelte, und das war schon viel früher bekannt gewesen und von Wolf (*Elementa Dioptricae*, §. 454) anempfohlen worden.

Dagegen unterscheidet sich sein Neues Universalmikroskop in manchen Hinsichten von den Instrumenten seiner Vorgänger. Die erste

Fig. 281.



Universalmikroskop von Benj. Martin.

eine runde hohle Säule oder Röhre (bei anderen Martin'schen Mikroskopen ist es aber auch dreiseitig, wie bei Plössl's Mikroskopen); darin

Beschreibung und Abbildung desselben fällt auf das Jahr 1759 (*Philosophia Britannica* III, p. 400). Er verbesserte es aber weiterhin noch und in der *Description of a New Universal Microscope*. London 1776, gab er davon eine neue Beschreibung\*). Die optische Einrichtung dieses Mikroskops (Fig. 281) ist folgende. Das Ocular besteht aus drei planconvexen Gläsern, von denen die beiden obersten einander die Convexität zuehren. Zwischen dem Ocular und der biconvexen Objectivlinse befindet sich aber noch eine planconvexe Linse, so dass es im Ganzen fünf Linsen sind. Die mechanische Einrichtung ist auch in mehr denn einer Hinsicht eine andere als beim Cuff'schen Mikroskope. Das Stativ *a* ist

\*) In der Vorrede zu dieser Beschreibung gedenkt Martin eines kleinen zusammengesetzten Mikroskops, mit dessen Verfertigung er sich damals beschäftigte,

wird ein zweites Rohr *b*, welches gezahnt ist, durch den geränderten Knopf *c* auf- und niederbewegt; in dem zweiten Rohre aber steckt wieder ein drittes *d*, mittelst dessen die gröbere Einstellung erzielt wird. Das dritte Rohr trägt den Arm *e* mit dem Mikroskoprohre, und dieser Arm lässt sich in dem Ausschnitte bei *f* hin- und herschieben. Das Mikroskoprohr wird in den Ring *g* geschraubt; unter diesem befindet sich aber eine drehbare Scheibe *h* mit sechs Objectivlinsen von verschiedener Brennweite. Man kann aber auch diese Scheibe wegnehmen und anstatt derselben verschiedene in Röhrchen gefasste Objectivlinsen unten an den Ring anschrauben. Das Mikroskoprohr besteht eigentlich wieder aus zwei Röhren *k* und *i*; die innere Röhre *i* umschliesst die drei Augengläser und sie lässt sich ausziehen, um die Entfernung zwischen dem Objectiv und dem Ocular zu vergrössern. (An manchen Martin'schen Mikroskopen hat das äussere Rohr eine Rinne und eine gezahnte Stange und die innere ist mit einem Triebe versehen, so dass sich die innere Röhre durch Umdrehen eines geränderten Knopfes höher und tiefer stellen lässt.)

Der Objecttisch *l* hat eine grosse Oeffnung, um mehrere zu diesem Mikroskope gehörige Hilfswerkzeuge einsetzen zu können, z. B. die bei *A* abgebildete Klemmfeder, oder die bei *B* dargestellte freie Objecttafel mit drei Oeffnungen von verschiedenem Durchmesser; ferner auch eine durch ein Rad und einen Trieb sich umdrehende Objecttafel, sowie ein Schraubenmikrometer, auf welche beide noch weiterhin zurückzukommen ist.

Der Spiegel *m* ist an einem besondern Arme angebracht, der an der Stange *n* auf- und niedergleitet, und auch herumgedreht werden kann, wenn das Licht schief auf das Object fallen soll. Zur Verstärkung des Lichts kann noch eine besondere, in der Figur nicht mit aufgenommene Linse unter den Objecttisch kommen. Für auffallendes Licht aber ist die Linse *o* bestimmt.

Endlich kann dieses Mikroskop nicht blos vertical gestellt werden, sondern es kann auch in die horizontale oder in andere dazwischen liegende Stellungen kommen, indem sich bei *p* ein Charnier befindet, durch welches das Stativ mit dem Dreifusse *qqq* in Verbindung steht.

Will man ein einfaches Mikroskop haben, so braucht man nur das Mikroskoprohr aus dem Ringe *g* herauszunehmen und es durch eine zum Mikroskope gehörige einfache Linse zu ersetzen, deren Röhrchen in die Oeffnung des Ringes passen.

---

welches die Objecte 2000 bis 5760 Mal im Durchmesser vergrösserte, und dem er den Namen „des Virtuosen optischer Apparat“ zugebracht hatte. Es ist mir unbekannt, ob dieses Mikroskop jemals aus Martin's Händen gekommen ist. Die so starke Vergrösserung lässt vermuthen, dass keine Linsen, sondern kleine Glaskügelchen zum Objectiv benutzt wurden.

Ich habe ein solches Martin'sches Mikroskop untersucht, und dabei Folgendes gefunden:

Abstand des obersten Oculars von der Objectivlinse	
bei Ausziehung des Verlängerungsrohrs . . .	29 Centimeter
Desgl. ohne Ausziehung des Verlängerungsrohrs . . .	22    »
Brennweite der stärksten Linse des Mikroskops . . .	5,8 Millimeter
Oeffnungswinkel dieser Linse . . . . .	11°
Grösse des Gesichtsfeldes für 25 Centimeter Sehweite . . . . .	204 Millimeter
Vergrößerung mit der stärksten Linse bei der nämlichen Sehweite ohne Benutzung des Verlängerungsrohrs . . . . .	148 Mal
Desgl. mit Benutzung des Verlängerungsrohrs . . .	220    »

Die Bilder haben nur eine geringe Schärfe. Auch auf den Schüppchen solcher Schmetterlinge, wo die Streifen, wie bei *Noctua nupta*, leicht zu erkennen sind, bemerkt man keine Spur davon; ebensowenig erkennt man die Striche der ersten Gruppe eines Nobert'schen Probetäfelchens. Dagegen sind die zum einfachen Mikroskope gehörenden Linsen scharf und hell. Die beiden stärksten vergrössern 128 und 198 Mal.

128 In England haben sich während des übrigen achtzehnten Jahrhunderts noch die beiden Adams (Vater und Sohn), Jones, Dollond (Vater und Sohn), Mann in der Verfertigung von Mikroskopen ausgezeichnet.

Ueber das Adams'sche Lampenmikroskop ist hier nicht der Ort zu sprechen. Ihre zusammengesetzten Mikroskope gehören aber zu den besten jener Zeit. Sie sind nach dem Muster des Cuff'schen Mikroskops eingerichtet, nur wird nicht der Mikroskopkörper durch ein Triebwerk auf- und niederbewegt, sondern der Objecttisch. Zur Beleuchtung dient ein Spiegel, der auf der einen Seite eben, auf der andern concav ist. Später nahm der jüngere Adams mit den Objectivlinsen die Veränderung vor, dass sie nicht in besondere Röhren, sondern in eine messingene Scheibe gefasst wurden, die man in einen unten am Mikroskopkörper dafür angebrachten Ausschnitt schob. Mittelst einer Stahlfeder, welche in die kleinen Einkerbungen eingriff, die in bestimmten Entfernungen an der messingenen Scheibe angebracht waren, kam die Objectivlinse immer in die Axe des Mikroskops zu liegen.

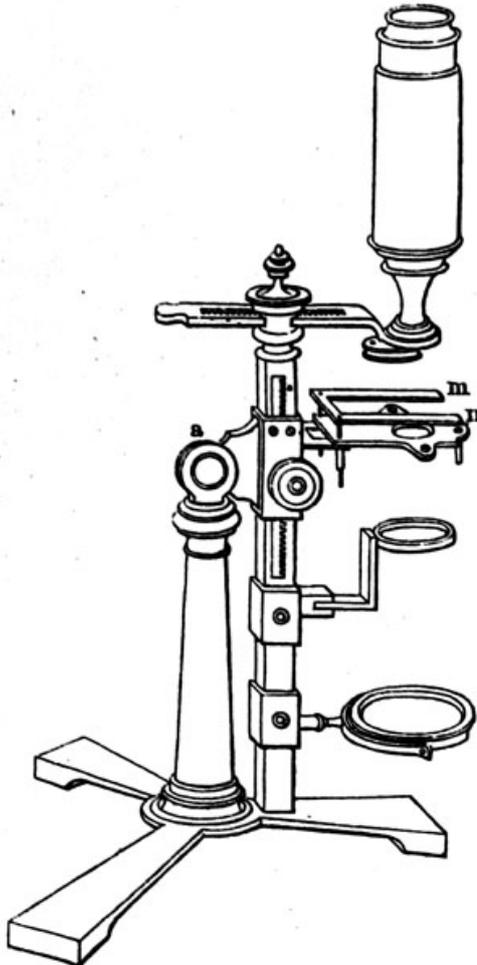
Bei Untersuchung eines Mikroskops vom ältern Adams erhielt ich folgende Werthe:

Brennweite der stärksten Linse Nr. 1 . . . . .	3,2 Millimeter
Abstand des obersten Oculars von der Objectivlinse	13 Centimeter
Durchmesser des Gesichtsfeldes bei 25 Centimeter Sehweite . . . . .	16    »
Vergrößerung mit der Linse Nr. 1 . . . . .	150 Mal.

Bei dieser Vergrößerung sieht man die Längsstreifen auf den Flügelschüppchen von *Noctua nupta* ziemlich gut. Dieses Mikroskop zeichnet sich also vor dem Martin'schen durch grössere Helligkeit und grössere Schärfe des Bildes aus; dagegen steht es diesem nach hinsichtlich der Grösse des Gesichtsfeldes.

Die früheren Mikroskope von Jones stimmen grossentheils mit jenen von Adams überein. Eine spätere Verbesserung von Jones

Fig. 282.



Mikroskop von Jones.

(Fig. 282) bestand darin, dass er sowohl den Körper des Mikroskops wie den Objecttisch und den Spiegel an einer besondern Stange befestigte, die durch ein Charnier *a* mit dem Stative verbunden war, so dass das Instrument horizontal gegen das Licht gestellt werden konnte. Er hatte dabei das nämliche Ziel vor Augen, wie Martin; seine Einrichtung jedoch war eine bessere, weil das Charnier höher oben angebracht ist, mithin das Mikroskop in der horizontalen Stellung sich mehr in gleicher Höhe mit dem Auge des Beobachters befindet. Dieser Theil des Jones'schen Mikroskopgestelles ist auch bei den späteren englischen Mikroskopen meistens beibehalten worden.

Die mechanische Einrichtung der Mikroskope von James Mann ist in der Hauptsache ganz so wie bei Jones.

Was ihr optisches Vermögen anbetrifft, so scheinen sie für die Zeit ihrer Anfertigung sehr gut gewesen zu sein. Meyen (Die neuesten Fortschritte der Anatomie und Physiologie der Gewächse. 1836. S. 2), der seine ersten phytotomischen Beobachtungen noch mit einem Mann'schen Mikroskope anstellte, rühmt es wenigstens sehr.

Auch die Dollond'schen Mikroskope aus jener Zeit hatten ziemlich die gleiche Einrichtung wie jene von Jones. Nur das verdient bemerkt zu werden, dass Dollond dabei das Huygens'sche Ocular benutzte, in welcher Beziehung er der erste gewesen zu sein scheint (*Chevalier, Notes rectificatives etc. p. 25*).

429 In Deutschland wurde mittlerweile das Cuff'sche Mikroskop von Ring und Vennebruch in Berlin nachgemacht. Reinthaler in Leipzig verfertigte auch dergleichen, jedoch mit der Veränderung, dass der Körper des Mikroskops nicht durch eine Schraube, sondern durch einen Trieb sich auf- und niederbewegte (Krünitz's Encyclopädie. Art. Mikroskop. S. 266). Auch das zusammengesetzte Mikroskop von Burucker in Nürnberg, welches bei Ledermüller (Mikroskop. Gemüths- und Augenergötungen) umständlich beschrieben wird, stimmt in der Hauptsache mit dem Cuff'schen Mikroskope.

Einen besondern Ruf durch seine Mikroskope erwarb sich der Augsburger Brander (Beschreibung zweier zusammengesetzter Mikroskope. Augsb. 1769, und Beschreibung und Abbildung eines Universalmikroskops, mit acht colorirten Kupfern. Nürnbn. 1776). Das eine von den zuerst beschriebenen Mikroskopen hat ziemlich die nämliche Einrichtung wie das Martin'sche Taschenmikroskop (S. 675), und ist auch wie dieses mit einem Schraubenmikrometer versehen; das andere stimmt zum grossen Theile mit dem Cuff'schen Instrumente überein. Eine Verbesserung daran hat sich aber mit ein paar Modificationen bis auf unsere Zeit erhalten: den bis dahin gebräuchlichen Objecthalter mit der Spiralfeder, wie er zuerst am einfachen Mikroskope Hartsoeker's (S. 606) vorkommt, vertauschte Brander nämlich mit einer hufeisenförmigen Platte, und zwischen diese und den Objecttisch wird die kleine Tafel oder Scheibe mit dem Objecte geschoben und befestigt. Nach Brander's eigener Angabe vergrösserten seine Mikroskope bei 8 Zoll Sehweite nicht über 120 Mal.

In Frankreich hatte schon zwei Jahre früher der Duc de Chaulnes (*Mém. de l'Acad. des Sc.* 1767, p. 423, und *Description d'un Microscope et de differents micromètres.* Par. 1768) ein Mikroskop hergestellt, das sowohl in der optischen Einrichtung wie in der Bewegungsweise zum Objecte sich nicht wesentlich vom Cuff'schen unterschied. Nur war es ausdrücklich zu genauen mikrometrischen Messungen bestimmt, und deshalb wird die nähere Beschreibung auf das Capitel von den Mikrometern verspart.

430 In der eigentlichen optischen Zusammensetzung der Mikroskope hatte man seit Anfang des achtzehnten Jahrhunderts keinerlei bemerkenswerthe Verbesserung angebracht; man war vielmehr von dem Wege abgeirrt, welcher dazu führte und auf den Einzelne in gewisser Beziehung schon zu Ende des 17. Jahrhunderts hingewiesen hatten (S. 662). Inzwischen hatten die Fernrohre durch das Achromatisiren der Objectivgläser eine höchst wichtige Verbesserung erfahren. Allein man verzweifelte daran, dass man diese auch bei dem Mikroskope würde erlangen können, worüber bald ausführlicher gehandelt werden soll.

Indessen durfte man erwarten, dass auch ohne das Achromatisiren der Linsen eine Verbesserung möglich sein würde, wenn man bei den

Krümmungen der Linsen und deren Abständen, desgleichen in Betreff der Anzahl der Linsen solche Einrichtungen trafe, wodurch wenigstens die Wirkungen der sphärischen Aberration möglichst beseitigt würden. Auf diesen Punkt richtete Euler die Aufmerksamkeit, und wir verdanken ihm eine Reihe von Untersuchungen darüber, die auch jetzt noch keineswegs ohne Interesse sind\*).

Es scheinen aber die von Euler vorgeschlagenen Verbesserungen bei den praktischen Optikern wenig Eingang gefunden zu haben, wahrscheinlich wegen der wissenschaftlichen Form, in der sie vorgetragen wurden. Die von ihm empfohlenen Doublets, von denen schon oben die Rede war, und die er auch als Objective im zusammengesetzten Mikroskope benutzt haben wollte, scheint man niemals construirt zu haben. Ob jemals ein Mikroskop mit sechs Linsen ganz nach seiner Vorschrift hergestellt worden ist, das ist mir nicht bekannt. Dass Grindl schon

\*) *Règles générales pour la construction des télescopes et des microscopes de quelque nombre de verres qu'ils soient composés* in den *Mémoires de l'Académie de Berlin*. 1757. XII. p. 283. In dieser Abhandlung entwickelt Euler aus theoretischen Gründen, welche Krümmungen, Abstände und Oeffnungen die Linsen haben müssen in Mikroskopen, worin eine bis fünf Linsen enthalten sind. Denselben Gegenstand unter gleichem Titel behandelt er dann noch einmal in den *Mém. de Berlin*. 1761. XVII. p. 201.

*Détermination du champ apparent que découvrent tant les télescopes que les microscopes* in *Mém. de Berlin*. 1761. XVII. p. 191. Hier berechnet Euler die Grösse des Gesichtsfeldes, und an welcher Stelle sich das Auge bei dioptrischen Instrumenten, die eine bestimmte Anzahl Gläser enthalten, befinden müsse.

*Recherches sur les microscopes à trois verres et les moyens de les perfectionner* in *Mémoires de Berlin*. 1764. XX. p. 117. Nachdem Euler bereits in einer frühern Abhandlung (s. S. 624) nachgewiesen hatte, welche Vortheile es bietet, wenn man im einfachen Mikroskope zwei Linsen vereinigt, wendet er nun hier das nämliche Princip auch auf das Objectiv des zusammengesetzten Mikroskops an, und in Tabellen bestimmt er die Krümmungen der Linsen, deren Oeffnungen und wechselseitige Abstände.

*De novo microscopiorum genere ex sex lentibus composito* in den *Novi Commentarii Acad. Petrop.* 1768. XII. p. 195. Hier verbreitet sich Euler über die Vorzüge eines aus sechs Linsen zusammengesetzten Mikroskops, und er berechnet ihre Krümmungen, ihre Oeffnungen und Abstände für Mikroskope, welche 600, 2000 und 4000 Mal im Durchmesser vergrössern sollen. Ein solches Mikroskop sollte so construirt sein, dass auf die Objectivlinse dort, wo sie das Bild erzeugt, eine Linse mit weiter Oeffnung folgt, dann in einiger Entfernung eine stärker vergrössernde Linse mit sehr geringer Oeffnung, zuletzt aber drei über einander befindliche eigentliche Oculare kommen. Auch hier sollte die Objectivlinse überdies noch ganz gut aus zwei vereinigten Linsen bestehen können. Für Mikroskopenverfertiger war dieser Abhandlung noch eine Tabelle angehängt, worin die Krümmungen und die Abstände der Linsen für Doppel-objective von 1 Zoll bis  $\frac{1}{20}$  Zoll Brennweite verzeichnet sind.

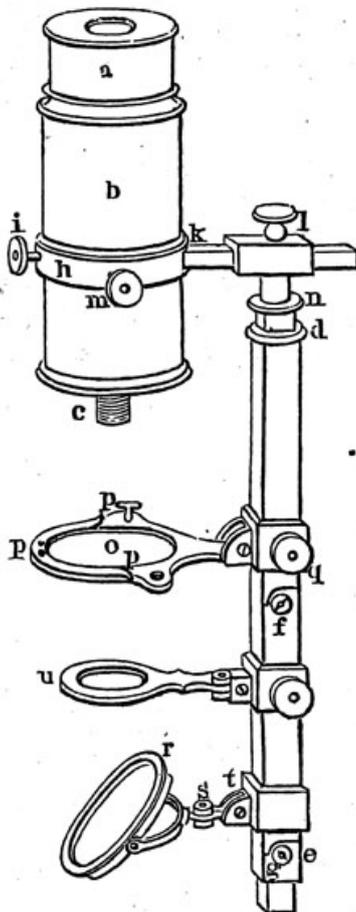
Den Inhalt dieser verschiedenen Abhandlungen findet man, und zwar vermehrt, auch in *Euleri Dioptrica*, T. III. wieder, so wie in Klügel's Dioptrik.

Ueber Euler's Vorschlag, die Objectivlinse der Mikroskope zu achromatisiren, wird noch weiterhin gesprochen werden.

1685 ein Mikroskop mit sechs Linsen herstellte, wurde oben (S. 663) erwähnt, aber auch nach Euler wurden von Dellebarre in Leyden Mikroskope mit sechs Linsen verfertigt. In dem bei der französischen Akademie über diese letzteren Mikroskope abgestatteten Berichte heisst es ausdrücklich, Dellebarre habe den von Euler gemachten Vorschlag verwirklicht. Hätte sich aber die Commission, von der dieser Bericht gemacht wurde, die Mühe gegeben, mehr als den blossen Titel von Euler's Abhandlung zu lesen, so würde sie sich alsbald überzeugt haben, dass die Einrichtung von Dellebarre's Mikroskopen mit jener von Euler empfohlenen nichts gemein hatte als die Anzahl der Linsen. Es sollte z. B. Euler's Ocular aus drei Linsen bestehen, und das von Dellebarre bestand aus vier Linsen.

Dellebarre's Mikroskope haben lange Zeit in hohem Rufe gestanden. Dieser Ruf nahm noch besonders zu, als Lalande, der 1762 Holland bereiste, seine Instrumente sah, und ihn nöthigte, nach Frankreich zu kommen, wo er viele Mikroskope verkaufte (Montucla, *Hist. des Mathémat.* III, p. 511). Die Dellebarre'schen Mikroskope kosteten 360 Francs. Im Jahre 1777 legte er der französischen Akademie eine Abhandlung über Mikroskope im Allgemeinen und über die seinigen im

Fig. 283.



Zusammengesetztes Mikroskop von Dellebarre.

Besondern vor, und er gab auch noch eine besondere Beschreibung derselben heraus (*Mémoires sur les différences de la construction et des effets du microscope.* 1777). Der an die Akademie erstattete Bericht lautete ungemein günstig und empfahl die Mikroskope von Dellebarre, in denen viele neue Vorzüge mit denjenigen aller früheren Mikroskope vereinigt wären.

Ist auch das Lob, welches die Pariser Akademie den Mikroskopen Dellebarre's ertheilte, nicht frei von Uebertreibung, so besitzen sie gleichwohl einige Eigenthümlichkeiten, wodurch sie sich vor den meisten der damaligen Zeit auszeichneten (Fig. 283). Das Ocular besteht aus vier Gläsern, die entweder zusammen oder paarweise benutzt werden können. Jedes Paar besteht aus einer Flintglaslinse und einer grünlichen Kronglaslinse. Alle sind biconvex und so vereinigt, dass ihre Oberflächen einander sehr nahe sind. Zwischen der Objectivlinse und dem Oculare befindet sich noch ein biconvexes Zwischenglas. Letzteres ist an ein Rohr geschraubt, in

welches von oben das Rohr *a* mit den Augengläsern geschoben wird, das sich aber selbst wieder in einem andern Rohre *b*, woran unten die Objectivlinse bei *c* befestigt wird, auf- und niederschieben lässt, um auf diese Weise das Mikroskoprohr zu verlängern.

Ausserdem unterscheidet sich die mechanische Einrichtung dadurch, dass die Stange *d, e*, welche auf einem nicht mit abgebildetem Dreifusse ruht, durch zwei Charniergelenke bei *f* und bei *g* sich horizontal stellen lässt. Die Röhre *b* mit dem optischen Apparate hängt in dem Ringe *h* und wird hier durch die Klemmschrauben *i* und *m* befestigt. Dieser Ring ist mit der vierseitigen Stange *k* fest verbunden, welche in dem hohlen vierseitigen Stücke *l* vorwärts und rückwärts gleiten kann; mit dem Stücke *l* aber steht wieder der runde Theil *n* in Verbindung, woran sich ein Vorsprung befindet, der in eine Oeffnung oben an der Stange *d, e* passt und sich spindelförmig darin dreht, damit das Mikroskoprohr über alle Punkte des Objecttisches *o* gebracht werden kann. Der Objecttisch selbst ist ringförmig und trägt in einer kreisförmigen Grube eine runde Glasplatte. Zum Festhalten der Objecte ist eine hufeisenförmige Stahlfeder bestimmt, die bei *p* auf den Rand des Objecttisches befestigt ist. Das Object wird der Objectivlinse durch ein Triebwerk genähert, dessen geränderter Knopf bei *q* sichtbar ist.

Zur Beleuchtung dient ein concaver und ein ebener Spiegel *r*, welche durch die Charniere *s* und *t* in allen Richtungen sich bewegen lassen. Zwischen den Spiegel und das Object aber kann eine Linse *u* gebracht werden, welche das Licht concentrirt. — Endlich gehörte zum Dellebarre'schen Mikroskope noch ein hohler Metallspiegel zur Beleuchtung undurchsichtiger Objecte; derselbe war merklich grösser als die bisher gebräuchlichen, und bei schwächeren Vergrösserungen entspricht er auch in der That seinem Zwecke besser.

Ein Hauptziel in der Einrichtung von Dellebarre's Mikroskop ging dahin, durch die verschiedenen Combinationen der Augengläser und die Verlängerung der Mikroskopröhren eine Anzahl verschiedener Vergrösserungen herauszubringen. Auch suchte er ein möglichst grosses Gesichtsfeld zu bekommen. Dass er diese beiden Zwecke wirklich erreicht hat, wird aus den folgenden Bestimmungen ersichtlich, die ich blos mit der stärksten Objectivlinse ausgeführt habe, welche bei dem geprüften Instrumente 2,5 Millimeter Brennweite und einen Oeffnungswinkel von  $22^{\circ}$  hatte.

Die Entfernung des obersten Oculars vom Objectivglase beträgt 15 Centimeter, wenn das Verlängerungsrohr nicht ausgezogen ist, dagegen 22 Centimeter, wenn dieses Ausziehen statt gefunden hat.

	Oculars		
	Nr. 3 u. 4	Nr. 1 u. 2	Nr. 1, 2, 3 u. 4
	Centimeter.	Centimeter.	Centimeter.
Durchmesser des Gesichtsfeldes . . .	22,5	36,5	40*)
Mit Zwischenglas, ohne Ausziehung des Verlängerungsrohrs ist die Ver- größerung . . . . .	230	290	440
Mit Zwischenglas und mit Ausziehung des Verlängerungsrohrs ist die Ver- größerung . . . . .	280	350	490
Ohne Zwischenglas und mit Auszie- hung des Verlängerungsrohrs ist die Vergrößerung . . . . .	590	840	1170

Mit jeder Objectivlinse kann man also wenigstens neun verschiedene Vergrößerungen herausbringen, und dabei ist das Gesichtsfeld so gross, dass in dieser Hinsicht alle übrigen Mikroskope, ja selbst neuere Instrumente, dem Dellebarre'schen nachstehen. Indessen fehlt viel daran, wie auch schon die ganze Einrichtung voraussehen lässt, dass die Objecte sich überall mit gleicher Deutlichkeit im Gesichtsfelde darstellen. Nur die Mitte des Gesichtsfeldes eignet sich zur eigentlichen Beobachtung. Hier erkennt man bei einer 440maligen Vergrößerung recht deutlich die längslaufenden Striche auf den öfters genannten Schüppchen von *Noctua nupta*, dagegen keine Spur von den feinen Querstreifen. Am Nobert'schen Probetäfelchen unterscheidet man die Striche der zweiten Gruppe noch ganz gut, unvollkommen dagegen die Striche der dritten Gruppe. Wird durch Ausziehen des Ocularrohrs oder aber durch Entfernung des Zwischenglases stärker vergrössert, so nimmt das optische Vermögen um gar nichts zu.

Bei der gleichen Vergrößerung wurden auch die äussersten Grenzen der Sichtbarkeit und Unterscheidbarkeit der Objecte bei durchfallendem Lichte bestimmt, auf die früherhin (S. 294) angegebene Weise. Die Grenzen der Sichtbarkeit waren für:

kugelförmige Objecte . . . . .  $0,767^{\text{mmm}} = \frac{1}{1300}$  Millim.

fadenförmige " . . . . .  $0,145^{\text{mmm}} = \frac{1}{6900}$  "

Bei einem Drahtgeflechte waren die Grenzen der Unterscheidbarkeit für:

die Drähte . . . . .  $0,672^{\text{mmm}} = \frac{1}{1490}$  Millim.

die Maschenräume . . . . .  $1,010^{\text{mmm}} = \frac{1}{990}$  "

\*) Eigentlich ist das Gesichtsfeld noch grösser; es lässt sich aber kein grösserer Raum übersehen. Die angegebene Grösse des Gesichtsfeldes setzt schon einen Gesichtswinkel von  $78^\circ$  voraus.

Vergleichen wir nun Dellebarre's Mikroskop mit jenem von Adams und von Martin, so hat es im optischen Vermögen unzweifelhafte Vorzüge vor diesen, wengleich es in der mechanischen Einrichtung den englischen Instrumenten nachsteht. Gehen wir dann ferner dem Grunde nach, weshalb die Objecte durch dieses Mikroskop sich deutlicher darstellen, so tritt es auf der Stelle entgegen, dass nicht sowohl die eigenthümliche Zusammensetzung des Oculars dabei in Betracht kommt, sondern einzig und allein der Umstand, dass Dellebarre Objectivlinsen mit einer kürzern Brennweite benutzte. Bringt man diese an die eben genannten englischen Mikroskope, so bekommt man mit diesen gleich scharfe Bilder wie bei Dellebarre. Das ist aber auch zugleich der Hauptgrund, warum die letzteren stärker vergrösserten.

Ein Zeitgenosse von Dellebarre war der Hannoveraner Samuel 431  
Gottlieb Hoffmann, dessen Mikroskope damals in Deutschland sehr gesucht waren. Er beschrieb sie 1772 in der Altonaer Zeitung, und späterhin wurden sie von Goeze (Hannoversches Magazin, 10. Jahrg. Krünitz's Encyclopädie Bd. 90, S. 310) sehr gerühmt. Goeze spricht von einer Einrichtung, wodurch das Gesichtsfeld dieses Mikroskops grösser und kleiner gemacht werden konnte; er nennt aber das hierzu verwandte Mittel nicht. Mit sechs Objectivlinsen konnten zwölf verschiedene Vergrösserungen erzielt werden (wahrscheinlich durch Ausziehen der Röhren); die stärkste Vergrösserung war 370 Mal.

Einige Jahre später erschien die Beschreibung der Mikroskope von Johann Heinrich Tiedemann (Beschreibung der von ihm verfertigten achromatischen Fernröhre, zusammengesetzten Vergrösserungsgläser u. s. w. Stuttgart 1785; aufgenommen bei Krünitz l. c. S. 295). Ausser dem aus zwei Gläsern bestehenden Oculare enthielt es auch noch ein Zwischen-  
glas. Die am stärksten vergrössernde Objectivlinse hatte 1 Linie oder 2,2 Millim. Brennweite. Die Bewegung wurde durch einen Trieb bewirkt. Auch gehörte zu diesem Mikroskope ein besonderer, durch zwei Schrauben beweglicher Objecttisch. Als Fuss für das Stativ des Mikroskops wurde der Boden des Kästchens benutzt, worin es nach stattgefundenem Gebrauche mittelst eines Charniers zusammengelegt verborgen lag. Beseke (Beobacht. u. Entd. d. Berl. Ges. naturforschender Freunde, Bd. II, 1788, S. 117) stellte Tiedemann's Mikroskop unter allen Mikroskopen jener Zeit oben an, sowohl in der Brauchbarkeit der Gläser als in der mechanischen Einrichtung.

Unter denen, die am Ende des 18. und in den ersten Jahren des 19. Jahrhunderts in Deutschland als Verfertiger von Mikroskopen sich einen Namen gemacht haben, nennen wir noch Wagener, Elkner, Junker und Weickert; doch scheinen sie zu einer wirklichen Verbesserung des Instruments nichts beigetragen zu haben. Die beiden letztgenannten legten sich im Besondern darauf, die äussere Einrichtung zu vereinfachen und dadurch ihre Instrumente möglichst wohlfeil zu

machen, ohne dass sie doch an Brauchbarkeit verlören. Junker's Mikroskop ist in Voigt's Magazin für den neuesten Zustand der Naturwissenschaft, Bd. I, S. 139, beschrieben, jenes von Weickert in Gilbert's Annalen, 1811, Bd. 38, S. 345: Hedwig benutzte zu seinen bekannten Untersuchungen ein Mikroskop von Weickert.

Damals und auch noch späterhin wurden übrigens zusammengesetzte Mikroskope aus Pappe und Holz in grosser Anzahl fabrikmässig in Nürnberg verfertigt.

432 In Holland wurden ausser von Dellebarre, dessen Mikroskope bereits beschrieben worden sind, um jene Zeit noch von Herman und Jan van Deyl zusammengesetzte Mikroskope verfertigt. Wir werden dieselben bald als die ersten kennen lernen, die ein brauchbares achromatisches Mikroskop herstellten; aber auch ihre früheren nach der alten Art verfertigten Mikroskope waren sehr gut, namentlich in optischer Beziehung, und sie hatten dabei eine sehr einfache mechanische Einrichtung, die etwa mit jener des spätern achromatischen Mikroskops von Jan van Deyl übereinstimmte. Ich habe ein von ihnen kommendes Instrument zu untersuchen Gelegenheit gehabt: die Brennweite seiner stärksten Objectivlinse beträgt etwas über 2 Millimeter; an Helligkeit und Schärfe übertrifft es aber bei gleicher Vergrösserung (etwa 300 Mal) das Dellebarre'sche Mikroskop. Auch das verdient bemerkt zu werden, dass der Bügel, worin sich der Spiegel bewegt, am Ende einer um eine Axe drehbaren Krücke befindlich ist; der Spiegel lässt sich dadurch so stellen, dass die Lichtstrahlen auch in schiefer Richtung auf das Object fallen können, also ganz in der nämlichen Weise, wie man es bei vielen neueren Mikroskopen antrifft.

Ferner ist hier Hendrik Hen zu nennen, der gleich den Deyl's in Amsterdam wohnte. Sein zusammengesetztes Mikroskop von 1807 zeichnet sich durch Vollständigkeit, Festigkeit und genaue Ausführung der ganzen mechanischen Einrichtung aus, wobei offenbar das Martin'sche Mikroskop (S. 676), abgesehen von einigen angebrachten Modificationen, zum Vorbilde gedient hat. Seine schwere runde Stange ruht auf einem Fusstücke mit drei verstellbaren Füßen; ein Triebwerk bewirkt das Auf- und Niederbewegen des Objecttisches; der Arm, woran das Mikroskoprohr befestigt ist, kann mittelst eines Rades und einer Schraube ohne Ende horizontal gedreht werden, und das ganze Mikroskop lässt sich durch ein besonders dazu bestimmtes Räderwerk in die horizontale oder sonst eine Richtung bringen. — Zur optischen Einrichtung gehören: a. eine Messingplatte mit drei darin gefassten Linsen, die, je nachdem die Platte unter dem Mikroskoprohre befestigt wird, der Reihe nach durch Umdrehen unter die Oeffnung desselben kommen und als Objectivlinsen dienen; b. drei andere stärker vergrössernde Objectivlinsen in Messingröhrchen, von denen die stärkste eine Brennweite von reichlich

3 Millimeter hat; c. drei Objectivlinsen mit Metallspiegelchen zur Betrachtung undurchsichtiger Objecte; d. zwei verschiedene Ocularröhren, die eine mit zwei, die andere mit vier Gläsern. — Der Spiegel ist auf der einen Seite eben, auf der andern concav, und auch für schief einfallendes Licht eingerichtet. Eine Beleuchtungslinse kann unter den Objecttisch gebracht werden, und mittelst eines besondern Apparates lässt sich auch eine Kerze am Mikroskope befestigen. Zur Beleuchtung bei auffallendem Lichte dient eine grosse Linse, und ausserdem ist auch noch der später zu erwähnende Swaving'sche Apparat beigegeben.

Aus dieser kurzen Beschreibung ist schon zu entnehmen, dass das Mikroskop von Hen sorgfältig gearbeitet war und das von Zeitgenossen ertheilte Lob verdiente. Ich selbst habe es nur bei Gelegenheit einer Auction physikalischer Instrumente kennen gelernt, zugleich aber bei dieser Gelegenheit in dem Kasten des Mikroskops einen an dessen Verfertiger gerichteten, vom September 1807 datirten Brief von A. Ypelaar, der sich mit Anfertigung mikroskopischer Präparate beschäftigte, gefunden, worin der Schreiber versichert, noch kein Mikroskop gesehen zu haben, wodurch er im Ganzen in gleicher Weise befriedigt worden wäre, wie durch dieses. — Dass übrigens Hen ein sehr guter Arbeiter war, davon habe ich mich auch noch an einem von ihm kommenden Sonnenmikroskope überzeugt, von dem an geeigneter Stelle die Rede sein wird.

Endlich verfertigte um die nämliche Zeit auch Onderdewyngaart Canzius in Delft\*) Mikroskope, die nach der Untersuchung, die ich mit einem dem Herrn Maitland zugehörigen Instrumente vornehmen konnte, in der mechanischen Einrichtung ebenfalls meistens eine Wiederholung des Martin'schen Mikroskops waren. Wie bei den späteren Instrumenten des Letzteren besteht der Mikroskopkörper aus zwei weiten, durch einen Trieb sich übereinander schiebenden Röhren, und das untere Ende mit den Objectivlinsen ist eine auffallend engere Röhre. Diese hat nach oben eine planconvexe Linse von sehr schwacher Krümmung. In der innersten Röhre des eigentlichen Mikroskopkörpers sind noch

---

\*) Dieser auch in manchen anderen Beziehungen verdienstvolle Mann errichtete 1798 in Delft eine Fabrik mathematischer, physikalischer, optischer, anatomischer und chirurgischer Instrumente, und im Jahre 1808 gab er in der *Nieuwe algemeene Konst- en Letterboode*. XIV, pag. 177 eine kurze Beschreibung dieser grossartig eingerichteten Fabrik. Unter anderen befand sich darin eine „vollständige Glasschleiferei, wo alle Gläser, convexe wie concave, deren man zu optischen Instrumenten bedarf, geschliffen wurden, und wo man nach einem ganz genauen Verfahren parallele und ebene Schiffe ausführte.“ Es heisst dort, es würden Linsen geschliffen von  $\frac{1}{8}$  Zoll bis zu 96 Zoll Brennweite. Später, als Nordniederland mit Belgien zu Einem Königreiche vereinigt war, wurde Onderdewyngaart Canzius zum Director des Museums für Kunst und Industrie in Brüssel ernannt. Nach der Trennung beider Länder blieb er an der Spitze der genannten Anstalt. Er starb den 10. Juli 1838 in Delft. (Siehe *Algemeene Konst- en Letterboode*. 1838. II, p. 33.)

drei grössere biconvexe Linsen enthalten: die unterste davon wirkt als Collectivlinse, die beiden oberen dagegen, die dicht bei einander sind, vertreten zusammen die Stelle eines Oculars. Es gehören acht Objectivlinsen dazu, von denen die stärkste 460 Mal vergrössert; ausserdem noch drei mit concaven Reflexionsspiegelchen versehene Linsen zur Beobachtung undurchsichtiger Objecte.

Wird der Mikroskopkörper weggenommen und ein kleiner Querarm angesetzt, der die Linsen aufnimmt, so lässt sich das Instrument in ein einfaches Mikroskop umwandeln. Von den dazu gehörenden vier Linsen vergrössert die stärkste 150 Mal.

Uebrigens gehören noch mancherlei Nebendinge zu diesem Mikroskope, die aber alle dem Martin'schen entlehnt sind.

433 Ueberblickt man nun die Fortschritte des zusammengesetzten Mikroskops während des 18. Jahrhunderts und der ersten Jahre des 19. Jahrhunderts, so muss man eingestehen, dass allmählig grosse Verbesserungen desselben eingetreten waren, einmal nämlich in der ganzen mechanischen Einrichtung und zweitens dann in den Mitteln zur Beleuchtung der Objecte. Anders verhält es sich aber mit den wichtigsten Theile des Mikroskops, mit der optischen Einrichtung; hierin waren nur sehr geringe Fortschritte gemacht worden. Alle hierin erstrebten Verbesserungen waren nur auf Veränderungen des Oculars gerichtet und diese mussten immer einen untergeordneten Werth haben, so lange nicht die Objective verbessert wurden. Untersucht man Mikroskope aus jener Zeit, so kommt man zu dem Resultate, dass durch die einfachen Linsen, welche als Objective benutzt wurden, alles dasjenige, was man durchs zusammengesetzte Mikroskop wahrnehmen konnte, zwar in geringerer Vergrösserung gesehen wurde, dafür aber auch viel deutlicher und schärfer, dass man daher durch die stärkere Vergrösserung des Bildes mit Ocularen eigentlich nichts gewann als ein grösseres Gesichtsfeld, und zwar auf Kosten der für den Beobachter weit wichtigeren Helligkeit und Schärfe.

Es schien wirklich, als sollte das zusammengesetzte Mikroskop aus seinem bisherigen Zustande der Mittelmässigkeit sich niemals erheben können. Auch stand man bei wissenschaftlichen Untersuchungen von seinem Gebrauche mehr und mehr ab, und ungeachtet der mit dem Gebrauche des einfachen Mikroskops verbundenen Nachtheile gaben doch die gründlichsten Beobachter demselben den Vorzug; wogegen das zusammengesetzte Mikroskop je länger je mehr zu einem Instrumente der Vergnügung oder der Befriedigung kindischer Neugierde erniedrigt wurde, oder wenigstens nur dann in Gebrauch kam, wenn die Art der Untersuchung keine gar grosse Genauigkeit erforderlich machte.

Allmählig durfte man sich jedoch der Hoffnung hingeben, dass auch in der optischen Einrichtung des zusammengesetzten Mikroskops eine erhebliche Verbesserung möglich sei. Newton hatte schon dargethan, dass die Unvollkommenheit der dioptrischen Instrumente hauptsächlich

von der chromatischen Aberration herrührte. Durch ein paar ungenügend ausgeführte Versuche kam er aber zu dem unrichtigen Schlusse, die Farbenzerstreuung sei bei allen das Licht brechenden Medien die nämliche, und deshalb würde es ein vergebliches Bemühen sein, wenn man durch die Verbindung zweier verschiedener Medien, indem man etwa Wasser zwischen zwei concave Gläser brächte, die chromatische Aberration verbessern wollte\*). Schon zwei Jahre nach Newton's Tode, im Jahre 1722, wurde es aber thatsächlich nachgewiesen, dass er sich hierin geirrt hatte und in seinen Folgerungen zu voreilig gewesen war. Chester More Hall, ein in der Geschichte der Wissenschaften sonst unbekannter Edelmann aus der Grafschaft Essex, versuchte in diesem Jahre Linsen aus Kronglas und Flintglas zusammen zu setzen, indem er sich auf den Achromatismus des menschlichen Auges stützte, worin ebenfalls ungleich brechende Medien vereinigt sind. Er setzte seine Versuche fort, und 1733 gelang es ihm wirklich, achromatische Objectivlinsen für Fernrohre herzustellen\*\*). Indessen verflossen noch viele Jahre, ehe diese Erfindung für die Wissenschaft Früchte trug. Ein halbes Jahrhundert später war der Name des wahren Erfinders noch nicht bekannt, und John Dollond galt allgemein als solcher. Ist es nun auch sehr wahrscheinlich, dass Dollond, als er 1757 achromatische Fernrohre zu verfertigen anfang, mit Hall's Erfindung nicht ganz unbekannt war, so bleiben gleichwohl seine grossen Verdienste in Betreff des Achromatismus der Linsen ungeschmälert: seinen unnachlässigen Bemühungen ist es zuzuschreiben, dass der Achromatismus allgemein bekannt wurde, und durch seine zahlreichen Versuche hat er sich selbst und Andere in den Stand gesetzt, die dazu geeigneten Methoden immer mehr zu verbessern. Schon 5 Jahre später, nämlich 1762, wurde in Holland das erste achromatische Fernglas gemacht, nämlich von Herman und Jan van Deyl in Amsterdam (*Verhandl. d. Haarl. maatschappy*, III. St. 2, p. 134).

\*) Newton erhielt bei seinen Versuchen deshalb falsche Resultate, weil er in dem benutzten Wasser eine gewisse Menge essigsäures Blei auflöste, wodurch sowohl das Brechungsvermögen als das Farbendispersionsvermögen jenem des Glases näher kam. Dass er übrigens das Princip, worauf sich die Möglichkeit des Achromatismus stützt, wirklich durchschaute, das ersieht man aus seinen *Principia mathematica philosophiae naturalis*, Lib. I. Schol. ad Prop. XCVIII. Molyneux, welcher 1690 Newton's Worte citirte, liess sich zu der gewissermaassen prophetischen Aeusserung hinreissen: „er ist in die Tiefen der Natur hinabgestiegen und hat der Nachwelt einen Grundstein gelegt, worauf sie ein unübersehbares Gebäude errichten kann.“

\*\*\*) Nähere Nachrichten über Hall und dessen Erfindung finden sich zuerst in *The Gentleman's Magazine*, Oct. 1790, und wurden von da in *The philosophical Magazine*, Nov. 1798, aufgenommen. Eine Nachricht darüber, wie die Zusammensetzung seiner achromatischen Linsen endlich Dollond bekannt geworden sein soll, findet man in der Abhandlung von Alexis Rochon (*Mémoire sur les verres achromatiques*), welche im Floreal des Jahres IX dem Institut national mitgetheilt wurde.

Schon früher, etwa um 1747, hatte sich Euler mit dem nämlichen Gegenstände beschäftigt, und bei Wiederholung einiger Newton'schen Versuche war er zu den nämlichen negativen Resultaten gekommen, wie dieser. Als indessen die Möglichkeit des Linsenachromatismus durch Dollond dargethan worden war, wurden die theoretischen Gründe für das Verfahren von Euler (*Dioptrica. Petrop.* 1771) entwickelt, was zum Theil auch schon früher in den *Mémoires de l'Acad. de Berlin*, 1766 u. 1767, sowie in *Nov. Comment. Acad. Petropol.* XVIII. geschehen ist.

War es nun aber auch gelungen, die chromatische Aberration in den Fernrohren grossentheils zu beseitigen, so war man doch noch weit davon entfernt, dass man das nämliche Verfahren auch für das Mikroskop passlich erachtete. Man verzweifelte vielmehr anfangs allgemein daran, dass man so kleine Linsen, wie zu den Objectiven zusammengesetzter Mikroskope erforderlich sind, achromatisch machen könnte; man fuhr daher, nachdem das Fernrohr achromatische Objective bekommen hatte, noch Jahre lang fort, das Mikroskop ganz in der hergebrachten Weise einzurichten. Bloss Dellebarre machte hierin eine Ausnahme; allein sein Versuch, den Achromatismus ins Ocular zu verlegen (S. 682), ist als ein gänzlich missglückter anzusehen.

Euler indessen hatte nicht vergessen, seine Principien auch auf das Mikroskop zu übertragen. Er veranlasste die Herausgabe der Schrift von Nicol. Fuss (*Instruction détaillée pour porter les lunettes au plus haut degré de perfection, avec la description d'un microscope, qui peut passer pour le plus parfait dans son espèce.* St. Petersburg 1774), die er mit einer Vorrede versah. Fuss giebt darin, nach Anleitung der Theorie in Euler's *Dioptrica*, den Optikern sehr genaue Anweisung, wie sie die Objective von Fernrohren einrichten müssen, um sie möglichst achromatisch zu machen, und zuletzt beschreibt er ein Mikroskop mit achromatischem Objective. Man erkennt es aber, dass diese Beschreibung nicht nach einem fertigen Mikroskope gemacht ist, sondern nur als eine Vorschrift für die Anfertigung eines achromatischen Mikroskops gelten soll. Das von Fuss projectirte Mikroskop sollte eine Objectivlinse von  $\frac{1}{7}$  Zoll Durchmesser und  $\frac{1}{2}$  Zoll Brennweite haben, und diese sollte aus zwei biconvexen Kronglaslinsen und einer dazwischen befindlichen biconvexen Flintglaslinse bestehen. Die Brennweiten und die Krümmungen der einzelnen Linsen sind genau angegeben. Die Oculare sollten aus Flintglas und biconvex sein. Fuss glaubte, mit diesem Mikroskope müsste man bei einer 400maligen Vergrösserung noch ganz scharfe Bilder haben.

Erst 10 Jahre später wurde von Aepinus (*Nova acta Acad. Petrop.* 1784. II. Hist. p. 41) ein Mikroskop hergestellt, dessen Objectivlinse aus Flintglas und Kronglas bestand. Die Brennweite war nicht geringer als 7 Zoll; das Mikroskop war 3 Fuss lang und vergrösserte nur 60 bis 70 Mal. Nicht ohne Grund nannte es Adams (l. c. p. 3) ein mikroskopisches Fernrohr. Wahrscheinlich wird auch Aepinus ein Objectiv genommen haben, das ursprünglich für ein Fernrohr bestimmt war, so dass sein In-

strument zur Klasse jener gehörte, von denen oben (S. 676) die Rede war und die Martin als polydynamische Mikroskope benannte. Offenbar war die Schwierigkeit, kleine achromatische Linsen herzustellen, der Grund, weshalb Aepinus ein Objectiv mit so grosser Brennweite benutzte. Bei der geringen Vergrösserung, die das Mikroskop allein zu geben im Stande war, musste daher sein Versuch als ein sehr unvollständig gelungenener gelten.

Wahre achromatische Objective für Mikroskope wurden meines Wissens zuerst in Holland angefertigt, und zwar von Jan und Herman van Deyl. Ehe ich jedoch von deren gelungenen Versuchen näher spreche, muss ich noch eines andern Landsmannes, François Beeldsnyder \*) gedenken, der sich etwa um 1791 in Amsterdam mit Anfertigung von Mikroskopen beschäftigte, und wirklich ein Mikroskopobjectiv aus Kronglas und Flintglas zu Stande brachte. Dasselbe besteht aus drei Linsen, nämlich aus zwei biconvexen Kronglaslinsen mit einer biconcaven Flintglaslinse dazwischen. Die eine Kronglaslinse hat 22 Millimeter Brennweite, die andere 19 Millimeter, die drei Linsen zusammen aber haben 21 Millimeter Brennweite. Die Linsen haben 6,5 Millimeter Durchmesser und die gesammte Dicke beträgt nicht ganz 4 Millimeter. Sie sind gut geschliffen und offenbar sorgfältig centrirt. Benutzt man diesen Linsensatz für sich allein, so giebt er ein klares und scharfes Bild; als Objectiv für ein Amici'sches Mikroskop schien er mir aber wirklich den Vorzug zu verdienen vor einer einfachen biconvexen Linse von gleicher Brennweite, und recht gut einen Vergleich auszuhalten mit einer achromatischen Linse, die etwa um 1824 wahrscheinlich von Tulley gefertigt worden ist und ziemlich die nämliche Brennweite hat, jedoch einen grössern Oeffnungswinkel besitzt.

Ist es nun auch nicht zu verkennen, dass Beeldsnyder's Objectiv den in den letzten Jahren verfertigten achromatischen Linsen bei weitem nicht gleichkommt, da man jetzt in ihrer Zusammensetzung schon so

\*) Durch einen Zufall bin ich mit den Bestrebungen dieses Landsmannes bekannt geworden. Vor mehreren Jahren sah ich bei Herrn O. W. Roelofs hier eine in einer Auction gekaufte Kiste, worin sich mehrere mikroskopische Instrumente verschiedener Art befanden. Darunter war ein Sonnenmikroskop mit Martin'scher Construction, auf dessen Platte gravirt stand: François Beeldsnyder à Amsterdam 1791; ferner ein zusammengesetztes Mikroskop, hauptsächlich nach Dellebarre eingerichtet, sowie viele einzelne Röhrchen und Linsen, grosse und kleine trockene Präparate u. s. w., und zwar alles in grosser Unordnung durch einander. Ich versuchte aus diesem Chaos von Glas und Messing wieder etwas herauszubringen, was einem brauchbaren Mikroskope gliche, und dabei fand ich die achromatische im Texte beschriebene Linse. Durch Herrn G. J. Beeldsnyder van Voshol habe ich nun in Erfahrung gebracht, dass sein Onkel François Beeldsnyder, Gerards Sohn, 1755 geboren wurde und 1808 gestorben ist. Er war Obrist bei der Amsterdamer Cavallerie Mitglied des dortigen Justizcomité u. s. w. und allgemein bekannt als Liebhaber der Naturkunde und der mechanischen Werkkunde, auf deren praktische Uebung er einen grossen Theil seiner Zeit verwandte.

vielerlei Erfindungen gemacht hat und dadurch zu einer Sicherheit und Genauigkeit der Ausführung gelangt ist, woran man zuerst trotz der Anweisungen eines Euler nicht denken konnte, so ist doch aus dem Mitgetheilten deutlich zu entnehmen, dass unter jenen, die sich mit der Anfertigung eines achromatischen mikroskopischen Objectivs beschäftigt haben, Beeldsnyder gewiss obenan zu stellen ist.

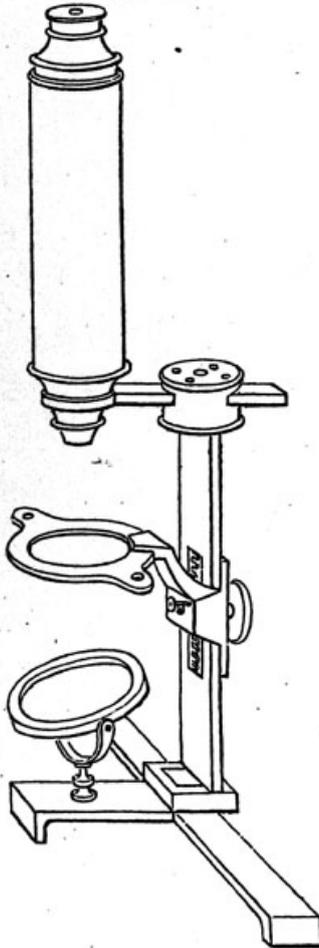
Einige Jahre später, von 1800 bis 1810, versuchte Charles in Paris kleine achromatische Linsen herzustellen. Dieselben werden im physikalischen Kabinette des *Conservatoire des Arts et Metiers* aufbewahrt; allein nach Chevalier (Die Mikroskope u. s. w., S. 51) soll ihre Krümmung und Centrirung so unvollkommen sein, dass sie dadurch geradezu unbrauchbar sind.

Weit bessern Erfolg hatte Herman van Deyl, der 1807 das von ihm verfertigte achromatische Mikroskop beschrieb (*Natuurkundige Verhandelingen van de Koninglyke maatschappij der wetenschappen te Haarlem. Amsterd. 1807. III. St. 2*). Bald nach der Erfindung der achromatischen Fernrohre hatte dieser ausgezeichnete Mechanikus, zusammen mit seinem Vater Jan van Deyl, achromatische Objective für Fernrohre verfertigt. Schon damals gingen sie aber auch darauf aus, ein achromatisches Objectiv für ein Mikroskop herzustellen. Van Deyl sagt: „Wir berechneten genau die kugelige Form eines solchen achromatischen Mikroskopglases von  $\frac{3}{4}$  Zoll Brennweite. Ich formte ganz genaue Schälchen für dasselbe, schlif die Gläschen mit der grössten Sorgfalt, fasste sie in Röhrchen aus Brasilienholz, und in dieses wurde ein anderes Röhrchen mit zwei Ocularen geschoben, dessen Einrichtung wir auch berechnet hatten. — — — Schon damals wurde uns die Freude zu Theil, dass alles unseren Erwartungen entsprach“. Sie hatten aber soviel mit achromatischen Fernrohren zu thun, dass sie ganz wieder vom Mikroskope abkamen, und zwar um so eher, weil sie glaubten, in England werde diese Verbesserung bald allgemein eingeführt werden; weshalb sie es auch für überflüssig erachteten, ihre Versuche der Oeffentlichkeit zu übergeben. Nachdem indessen der alte van Deyl, 85 Jahre alt, im Jahre 1801 gestorben war, und der Sohn im 69. Jahre die lange erwartete Verbesserung noch immer nicht eintreten sah, beschloss derselbe, nochmals Hand ans Werk zu legen, und seine Versuche hatten einen unerwartet glücklichen Erfolg. Sein Mikroskop bekam zwei achromatische Objectivlinsen mit weiter Oeffnung: die eine hatte  $1\frac{1}{10}$  Zoll (26 Millimeter) Brennweite, die andere  $\frac{3}{4}$  Zoll (18 Millimeter). Zuerst ging die Vergrößerung mittelst der Oculare und mittelst Ausziehens des Rohrs nicht über 80 Mal; bald fand er aber, dass seine achromatischen Objective weit stärkere Oculare erlaubten, und nun brachte er durch ein zweites besonderes Ocular die Vergrößerung bis zum 150fachen, ohne dass es den Bildern an gehöriger Helligkeit und Schärfe gebrach.

Soviel berichtete van Deyl selbst im Jahre 1807 von seinem Mikroskope (Fig. 284). Ich habe ein von ihm angefertigtes Instrument

untersucht, das sich im physikalischen Kabinette zu Utrecht befindet, und kann daher Folgendes beifügen: Die äussere Form stimmt ganz mit der Abbildung, welche van Deyl in der ursprünglichen Beschreibung gegeben hat.

Fig. 284.



Van Deyl's Mikroskop.

Es sind zwei achromatische Linsen dabei, deren Brennweiten ich gemessen habe; sie beträgt bei der einen 18 Millimeter, bei der andern 13 Millimeter, woraus also ersichtlich ist, dass van Deyl seine Linsen späterhin noch verbessert hat. Die schwächer vergrössernde Linse (Nr. 1) hat einen Oeffnungswinkel von  $14^{\circ}$ , die stärker vergrössernde (Nr. 2) von  $15^{\circ}$ . Ihre Dicke habe ich nicht messen können, weil die Röhren, in welche sie gefasst sind, eine zu grosse Tiefe haben. Es sind diese achromatischen Objectivlinsen beinahe planconvex gestaltet, jedoch an der abgeplatteten und nach unten gekehrten Seite etwas concav. Diese Form und Stellung der Linsen ist beachtenswerth; denn damals und noch viele Jahre später pflegte man die Objectivlinsen biconvex zu machen, und erst später wurde es allgemein bekannt, dass nur durch planconvexe Linsen, deren platte Seite dem Objecte zugekehrt ist, die sphärische Aberration aufs Minimum gebracht werden kann. Selbst im Mikroskope von Selligie, von dem gleich näher die Rede sein wird, sahen

noch die convexen Seiten der Linsen nach unten. Diese Form der van Deyl'schen Objectivlinsen erhebt es auch beinahe zur Gewissheit, dass sie nicht aus drei, sondern nur aus zwei Linsen zusammengesetzt waren, einer biconvexen Kronglaslinse und einer planconvexen (eigentlich biconvexen, aber auf der Aussenfläche sehr wenig gekrümmten) Flintglaslinse, also ganz in der nämlichen Weise, wie es jetzt allgemein gebräuchlich ist.

Es gehören ferner zu diesem Mikroskope zwei Oculare, deren jedes nur Ein Glas hat, so dass das nämliche Collectivglas, welches an die Verlängerungsröhre des Mikroskops geschraubt wird, für beide benutzt wird. Alle diese Gläser sind biconvex, aber dergestalt, dass die dem Auge zugekehrte Oberfläche nur eine sehr schwache Krümmung hat, die untere Fläche dagegen stärker gekrümmt ist. Diese Form haben sie offenbar deshalb erhalten, damit die Aberration durch das Ocular möglichst herabgesetzt werde.

Die mechanische Einrichtung dieses Mikroskops ist sehr einfach,

und es bedarf die Abbildung desselben keiner weitem Erklärung. Das Mikroskoprohr hat 16 Centimeter Länge, dagegen 28 Centimeter, wenn das Verlängerungsrohr ganz ausgezogen wird. Für 25 Centimeter Sehweite ergab sich:

	Ohne Ver- längerungs- rohr.	Mit Ver- längerungs- rohr.
Linse 1 und Ocular 1 . . .	34 . . .	61
„ 1 „ „ 2 . . .	62 . . .	111
„ 2 „ „ 1 . . .	54 . . .	106
„ 2 „ „ 2 . . .	96 . . .	170
Grösse des Gesichtsfeldes mit Ocular 1 . . .		145 Millimeter
„ „ „ „ „ 3 . . .		160 „

Die Helligkeit und Schärfe der Bilder durch dieses Mikroskop ist in der That sehr gross, und es übertrifft darin bei weitem die früheren nichtachromatischen Instrumente. Mit Objectiv 2 und Ocular 2, also bei einer 96maligen Vergrösserung, erkennt man am Nobert'schen Täfelchen die Striche der ersten Gruppe ganz deutlich, was mit einer nichtachromatischen Objectivlinse nur bei einer dreimal stärkeren Vergrösserung möglich ist.

Die Vorzüglichkeit der Linsen van Deyl's wird aber erst recht deutlich, wenn sie zusammen als Objectiv benutzt werden; doch muss ich zugleich hinzufügen, dass van Deyl selbst sie nicht so angewendet zu haben scheint. Die Vergrösserungen mittelst dieses Objectivsystems waren:

	Ohne Ver- längerungs- rohr.	Mit Ver- längerungs- rohr.
Ocular 1 . . .	76 . . .	136
„ 2 . . .	125 . . .	229

Die Schärfe der Bilder ist jetzt so gross, dass man sehr bequem die Längsstreifen auf den Flügelschüppchen von *Pieris brassicae* erkennen kann, die doch zu den schwierigeren Probeobjecten gehören. Am Nobert'schen Täfelchen erkennt man die Striche der dritten Gruppe gut, und auch die vierte Gruppe erscheint stark gestrichelt. So verhält sich die Sache schon bei der schwächern Vergrösserung von 76 Mal; noch grössere Deutlichkeit zeigt sich aber, wenn das stärkere Ocular angewendet und die Röhre ausgezogen wird. Ich verglich damit einen Satz zweier achromatischer Linsen von fast gleichen Brennweiten, welche Amici 1835 geliefert hat, und überzeugte mich, dass die Linsen van Deyl's diesen nichts nachgeben. Auch kann man zu ihnen weit stärkere Oculare nehmen, als van Deyl gebrauchte. Setzte ich ein stärkeres Ocular ein, wodurch eine Vergrösserung von 650 Mal erreicht wurde, so war die Helligkeit noch immer eine sehr grosse. Nur verlieren die

Ränder der Bilder zu viel von ihrer Schärfe, als dass eine solche Vergrößerung anzuwenden wäre.

Aus allem diesem folgt nicht nur, dass van Deyl für seine Mikroskope wirklich achromatische Linsen herstellte, sondern es ergibt sich auch, dass keiner von allen, die bis zum Jahre 1823 das nämliche Ziel verfolgten, ihn darin übertroffen hat; ja sogar das in diesem Jahre durch Chevalier für Selligie verfertigte Mikroskop stand in manchen Beziehungen noch unter dem van Deyl'schen.

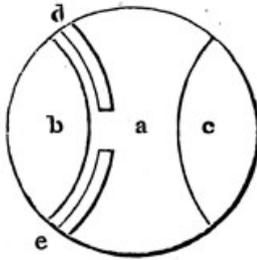
Frauenhofer in München lieferte schon um 1811 Mikroskope mit achromatischen Linsen, nicht erst um 1816, wie von Chevalier (l. c. S. 11) angegeben wird; wenigstens sind sie in einem Preiscourant von 1811 (Gilbert's Annal. Bd. 38, S. 347) mit aufgenommen. Zu jedem Mikroskope gehörten vier solche Linsen mit verschiedener Brennweite: sie waren biconvex, und die am stärksten vergrößernde hatte  $\frac{2}{3}$  Zoll oder etwa 16 Millim. Brennweite. (S. Döllinger, Nachricht von einem verbesserten Mikroskope, 1829, S. 9.) Zu dem Mikroskope gehörten ferner zwei verschiedene Oculare. Die stärkste Vergrößerung ging nach Jacquin nicht über 120, und nach eben demselben konnte man damit von den Strichelchen auf den Flügelschüppchen einer Kleidermotte keine Spur entdecken, obwohl dieselben mit einer einfachen Linse von 60maliger Vergrößerung schon ganz deutlich zu erkennen sind. (S. Moser, Anleitung zum Gebrauche des Mikroskops, S. 26.) Frauenhofer (Gilbert's Annal. 1823, Bd. 74, S. 350) giebt selbst an, dass er feine Striche auf Glas, die nur  $\frac{1}{713}$  Linie von einander entfernt waren, mittelst der stärksten Vergrößerung nur schwer damit unterscheiden konnte. Hieraus ersieht man aber deutlich, dass die achromatischen Mikroskope Frauenhofer's den früheren van Deyl'schen bei weitem nachstehen mussten; denn in der ersten Gruppe des Nibert'schen Probetäfelchens, welche man durch van Deyl's Instrument bequem unterscheidet, sind die Striche nur  $\frac{1}{1000}$  Linie von einander entfernt.

Ein ganz anderer Weg zum Achromatismus der Mikroskope wurde 1813 von Brewster (*New Instruments*, p. 401) eingeschlagen. Als Objectiv benutzte er eine biconvexe Linse aus Kronglas, die an der nach oben gekehrten Fläche eine weit stärkere Krümmung hatte als an der unteren. Letztere wurde während der Untersuchung in ein stark lichtbrechendes Oel gebracht, in Zimmt-, Anis-, Sassafrasöl u. s. w., worin sich auch das Object befand. Es ist aber klar, dass dieses sonst recht gut ersonnene Hilfsmittel nur in wenigen Fällen wirklich in Anwendung kommen kann.

Brewster machte auch den Vorschlag, achromatische Kugeln (Fig. 285 a. f. S.) dadurch herzustellen, dass der Raum *a* zwischen zwei biconvexen Linsen *b* und *c* mit einer Flüssigkeit erfüllt wurde, die hier die Stelle des Flintglases vertreten sollte. Hinter die eine Linse könnte auch noch ein concaves Metallspiegelchen *de* kommen, mit einer centralen Oeffnung für den Durchtritt der Lichtstrahlen, um als Beleuchtungs-

apparat bei auffallendem Lichte zu dienen. Dieser Vorschlag scheint indessen auch nicht zur Ausführung gekommen zu sein.

Fig. 285.



Achromatische Kugel nach Brewster.

Noch weniger Erfolg hatte Domet in Frankreich in den Jahren 1821 bis 1823. Seine achromatischen Linsen hatten einen Durchmesser von 12 Millimeter bei einer Brennweite von 40 bis 50 Millimeter; als Mikroskopobjective konnten sie daher gewiss nur bei sehr geringen Vergrößerungen Anwendung finden. (Chevalier, die Mikroskope u. s. w. S. 11.)

Um die nämliche Zeit (1824) hat auch Tulley in England unter Goring's Anleitung achromatische Objective von 22 Millim. Brennweite und einem Oeffnungswinkel von  $18^\circ$  gefertigt. (Pritchard, *Microscop. Illustr.* p. 43.)\*

In Italien hatte sich Amici in Modena schon seit 1816 mit der Herstellung achromatischer Linsen beschäftigt; doch scheinen seine ersten Versuche keinen Erfolg gehabt zu haben, weshalb er davon abstand und das später zu beschreibende katadioptrische Mikroskop ausführte.

Auch ein anderer italienischer Optiker, Bernardino Marzoli in Brescia, verfertigte um diese Zeit nach Giovanni Santini (*Teorica degli stromenti ottici*. Padova 1827, p. 187) achromatische Objectivlinsen, von denen mir aber nichts weiter bekannt geworden ist.

Prüft man nun die bis dahin unternommenen Versuche, das Mikroskop zu einem achromatischen Instrumente zu machen, so überzeugt man sich alsbald, dass sie dasjenige, was man glaubte erwarten zu dürfen, nicht zu Tage gefördert hatten. Der bedeutendste Gewinn war, dass man die Oeffnung der Objectivlinse grösser machen konnte, wodurch mehr Licht eingelassen wurde; allein das beschränkte sich wieder einzig und allein auf jene Fälle, wo eine nur mässige Vergrößerung ausreichte. Für diese ungenügenden Ergebnisse giebt es einen doppelten Grund. Der erste Grund liegt in der Schwierigkeit, welche die Anfertigung achromatischer Linsen von kurzer Brennweite bietet. Unter den bis dahin verfertigten achromatischen Linsen hatte jene von van Deyl die

\*) Zu einem Dollond'schen Mikroskope aus jener Zeit, welches sich im Utrechter Kabinette befindet, gehören zwei achromatische Linsen von 24 Millimeter Brennweite, 13 Millimeter Durchmesser und nicht weniger denn 7 Millimeter Dicke; sie sind biconvex und bestehen aus zwei Kronglaslinsen nebst einer eingeschobenen concaven Flintglaslinse. Da die Beschreibung der Tulley'schen Linsen ziemlich auf sie passt, und da Pritchard wie Quekett bezeugen, Tulley habe zuerst in England solche Linsen angefertigt, so vermute ich, dass sie nicht von Dollond selbst kommen, sondern von Tulley, zumal bekanntlich Dollond in der spätern Zeit keine Mikroskope mehr gearbeitet hat, wengleich er von Anderen gefertigte Instrumente unter seinem Namen in den Handel brachte.

kürzeste Brennweite, nämlich 13 Millim. für eine etwa 19malige Vergrößerung, während bei den älteren Mikroskopen Objective von 2 bis 3 Millim. Brennweite in Gebrauch waren, die für sich allein schon 80 bis 100 Mal vergrößerten. Wollte man demnach mit achromatischen Objectivlinsen etwas stärkere Vergrößerungen zu Stande bringen, so mussten diese in die Oculare verlegt werden, wo man aber bald auf eine nicht zu überschreitende Grenze stieß, wenn die Bilder nicht zu viel an Schärfe verlieren sollten. Der zweite Grund war der, dass durch den Achromatismus der Linsen noch keineswegs die sphärische Aberration beseitigt war, deren Wirkung beim Gebrauche starker Oculare nur um so mehr hervortrat. Wären die achromatischen zusammengesetzten Mikroskope auf dieser Stufe stehen geblieben, so hätten sie niemals mit Erfolg mit den einfachen Linsen wetteifern können; letztere wurden daher auch in allen Fällen, wo es auf eine ganz genaue Untersuchung ankam, von den besten Beobachtern, wie Brown, Treviranus u. s. w., immer noch vorzugsweise benutzt. So fuhren auch die meisten Optiker fort, dem zusammengesetzten Mikroskope die alte Construction zu geben. Codrington (*Treatise on the Eye and optical Instruments*, p. 59. *Cambr. philos. Transact.* III. p. 421) benutzte seine am Rande rinnenförmig ausgeschliffenen Linsen, von denen schon oben (S. 622) die Rede war und die noch lange nicht achromatisch wirkten, auch als Objective für das zusammengesetzte Mikroskop; dabei gebrauchte er statt zweier biconvexer Oculare ein Ocular mit zwei Paaren einander gegenüberstehender Linsen, von denen die beiden unteren planconvex waren und die flachen Seiten nach oben kehrten, während das obere Paar aus einer biconvexen und einer planconvexen Linse bestand. Durch diese Einrichtung wurde zwar die sphärische Aberration etwas verbessert, die chromatische Aberration dagegen blieb ganz unverändert.

Allmählig fing es aber auch hier an zu tagen. Im Jahre 1824 legte 434 Selligie der Pariser Akademie ein Mikroskop vor, welches von Vincent und Charles Chevalier nach seinen Angaben und unter seiner Aufsicht verfertigt worden war. (S. Chevalier l. c. S. 52.) Fresnel gab im Namen der ernannten Commission einen Bericht darüber (*Annal. des Sc. nat.* 1824, p. 345), wonach dieses Mikroskop wirklich besser war als alle anderen, die man bisher mit achromatischen Objectiven ausgestattet hatte. Indessen war man auch jetzt noch nicht dahin gelangt, achromatische Linsen mit kurzer Brennweite herzustellen. Bei Selligie's Mikroskop bestand das achromatische Objectiv aus einer biconvexen Kronglaslinse und einer planconvexen Flintglaslinse; die Brennweite war nicht geringer als 37 Millim., der Durchmesser betrug 12 Millim. und die Dicke 4 Millim. Die Hauptverbesserung bestand darin, dass man mehrere dieser Doppellinsen über einander schrauben konnte, wodurch ein doppelter Vortheil erzielt wurde, einmal nämlich eine stärkere Vergrößerung und zweitens eine Beschränkung der sphä-

rischen Aberration. Die letztere machte sich aber gleichwohl noch in einem ziemlich hohen Grade geltend, da weder Selligue noch Chevalier darauf kamen (obwohl es schon van Deyl ausgeführt hatte), die flache Seite der Linsen nach unten zu bringen. Namentlich wird dieser Mangel bei etwas stärkeren Vergrößerungen sehr bemerkbar. Die Vergrößerung wurde auf dreierlei Weise zu Stande gebracht: durchs Ausziehen des Rohrs, worin das Ocular enthalten war; durch Vermehrung der über einander geschraubten Objective; durch Einschieben eines biconcaven Glases oberhalb der letzteren. Die stärkste Vergrößerung ging bis 1200; aber schon bei einer 500maligen Vergrößerung reichte das Tageslicht zur Beleuchtung nicht mehr aus und es musste eine Argand'sche Lampe benutzt werden. Zur Beleuchtung undurchsichtiger Objecte diente bei diesem Mikroskope ein dreiseitiges Prisma mit convexer Oberfläche. Um bei durchfallendem Lichte das überflüssige Licht abzuschliessen, wurde nicht der bis dahin gebräuchliche hohle Kegel genommen, sondern eine drehbare Scheibe mit verschiedenen grossen Löchern kam unter den Objecttisch; eine Einrichtung, die wir übrigens schon bei einem der einfachen Mikroskope Joh. Musschenbroek's kennen gelernt haben (S. 607).

Es unterliegt keinem Zweifel, dass mit der Herstellung dieses Mikroskops ein grosser Schritt vorwärts geschehen war. Zum ersten Male wurde bei demselben das Princip in Anwendung gebracht, ein System von mehr denn einer achromatischen Linse zu benutzen, welchem Principe unsere gegenwärtigen Mikroskope guten Theils ihre grössere Vollkommenheit verdanken. Auch musste der günstige Erfolg der Bemühungen den Muth beleben und die Hoffnung aufrecht erhalten, dass man durch Ausdauer endlich das Ziel erreichen werde.

Auch ging Charles Chevalier auf der bereits mit so gutem Erfolge betretenen Bahn mit Eifer fort und noch in dem nämlichen Jahre gelang es ihm, eine achromatische Linse zu Stande zu bringen, die eine Brennweite von 8 Millimeter bei 4 Millimeter Durchmesser und 2 Millimeter Dicke hatte. Auch scheint Chevalier (l. l. S. 53) der erste gewesen zu sein, der zwischen die Kronglas- und Flintglaslinse Canadabalsam brachte, wodurch die Reflexion beim Durchgange der Lichtstrahlen beseitigt wurde und somit auch die Helligkeit zunahm \*). Ein mit solchen

\*) Nach Quekett soll Lister zuerst im Jahre 1829 darauf verfallen sein, Canadabalsam zwischen die Linsen zu bringen. Wie dem auch sei, soviel steht fest, dass diese Idee schon viel früher bei den Objectiven von Fernrohren verwirklicht worden ist. Rochon that 1774 dar, dass man die Gesamtwirkung der Linsen sehr verbessert, wenn man Wasser zwischen dieselben bringt. Statt des Wassers nahm Grateloup 1788 einen Mastixfirniss, und so lieferte Putois nach seiner Anweisung mehrere achromatische Objective. Endlich ersetzte Rochon den Mastixfirniss im Jahre 1801 durch einen recht durchsichtigen und flüssigen Terpentin. S. Rochon in den *Mémoires de l'Institut. Floréal, An. IX*, p. 12.

Linsen versehenes Mikroskop legte er anfangs 1825 der *Société d'Encouragement* vor, und der darüber abgestattete Bericht lautete sehr günstig. Mit Unrecht benannte es übrigens Chevalier als Euler'sches Mikroskop; denn seine optische Einrichtung stimmte durchaus nicht mit jener, welche Euler (S. 690) für das achromatische Mikroskop vorgeschlagen hatte.

Angestachelt durch den Erfolg von Selligie und Chevalier wandte sich Amici in Modena dem frühern Unternehmen neuerdings zu und diesmal mit dem besten Erfolge. Bereits zwei Jahre darauf (1827) brachte er sein horizontales achromatisches Mikroskop nach Paris. Jede der dazu gehörigen achromatischen Doppellinsen hatte eine Brennweite von 12 Millimetern. Drei davon übereinander geschraubt, und zwar mit der flachen Seite nach unten, bildeten das Objectiv. Die verschiedenartigen Vergrößerungen wurden durch den Wechsel der Oculare zu Stande gebracht, deren planconvexe Linsen ihre ebenen Flächen nach oben richteten. Diese Stellung der Objectiv- und Ocularlinsen hatte zur Folge, dass auch die sphärische Aberration grösstentheils beseitigt wurde, und so war das Mikroskop nicht bloß ein achromatisches, sondern auch ein aplanatisches geworden. Ausserdem hatte Amici ein rechtwinkliges Glasprisma über dem Objectiv in die Röhre gebracht, damit die vom Objecte kommenden Strahlen unter einem rechten Winkel reflectirt würden (S. 171), und so hatte das Rohr, woran die Oculare geschraubt wurden, eine horizontale Stellung. Ein solches rechtwinkeliges Glasprisma hatte aber Newton bereits 1772 in seinem Teleskope angebracht, wie Brewster (*The Life of Sir Isaac Newton*. Lond. 1831, p. 312) meldet.

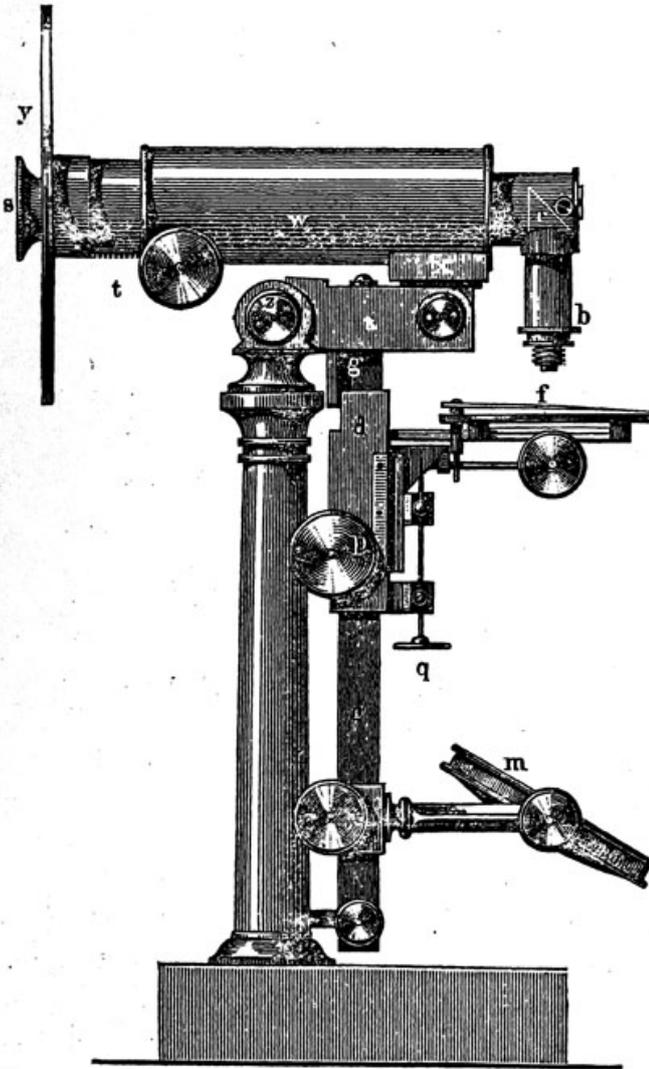
Wir sind jetzt zur letzten Periode in der Geschichte der Entwicklung des zusammengesetzten Mikroskops gekommen. Es hat zwar auch während dieser Periode noch erhebliche Verbesserungen erfahren; der Weg dazu war aber gebahnt, und der Wetteifer, der alsbald entstand zwischen einer grossen Anzahl von Mikroskopverfertignern in verschiedenen Ländern hat sehr viel zu dieser weitem Vervollkommnung beigetragen. Es wird deshalb nöthig, jetzt bei den vorzüglicheren Optikern einzeln zu verweilen und ihre Instrumente zu beschreiben, um dann den gegenwärtigen Zustand des zusammengesetzten Mikroskops im Allgemeinen festzustellen und zu untersuchen, ob man hoffen darf, dasselbe sei auch noch einer künftigen Verbesserung fähig.

Zuerst ist hier Charles Chevalier in Paris (*Palais royal, Galerie de Valois* Nr. 163) zu nennen, da er, wie wir gesehen, mit seinem Vater Vincent die ersten achromatischen Objectivsysteme hergestellt hat. Chevalier liefert mehrere Arten von zusammengesetzten Mikroskopen; am vollständigsten ausgestattet ist aber sein *Microscope universel* (Fig. 286 a. f. S. \*).

\*) Das Muster dieses Mikroskops ist Amici's horizontalem Mikroskope entnom-

Das Stativ wird auf ein das Mikroskop einschliessendes Kästchen geschraubt. Die horizontale vierseitige Stange *a* ist mit dem Stative

Fig. 286.



Horizontales Mikroskop von Chevalier.

und herausgeschoben wird; auf dieser innern Röhre ist aber eine getheilte Scala angebracht. Bei *r* befindet sich die kurze, am Ende geschlossene Röhre mit dem rechtwinkeligen Glasprisma; sie ist mit *w* durch Bajonetverbindung vereinigt. An das Röhrrchen *b* werden die Objectivsysteme geschraubt. Die platte, geschwärzte Scheibe *y* hat eine Oeffnung für das Ocular *s*; sie soll das Auge vor direct einfallendem Lichte bewahren.

In der Stellung, wie das Mikroskop abgebildet ist, sieht man hori-

men, und früher verkaufte es Chevalier auch unter dem Namen des Amici'schen Mikroskops. Späterhin hat er aber mancherlei Veränderungen damit vorgenommen, deren oben Erwähnung geschieht.

durch das Charnier *z* verbunden, und an ihr ist die vierseitige, hinten gezahnte Stange *gg* befestigt. Der Spiegel *m* ist auf der einen Seite concav, auf der andern eben; durch einen geränderten Knopf kann der Spiegel an der Stange *g* auf- und niederbewegt werden.

Der durch Schrauben bewegliche Objecttisch *f* ist an die vierseitige Hülse *d* befestigt, die sich durch Drehung des geränderten Knopfes *p* auf- und niederbewegt. Zur feinem Einstellen dient aber die Schraube *q*.

Der Mikroskopkörper *w* ist in doppelter Richtung beweglich, nämlich horizontal auf *x'* und vertical durch das darunter befindliche Charnier. In dem äussern Rohre bewegt sich eine zweite Röhre, welche durch die gezahnte Stange und durch das Rad *t* hinein-

zontal durch dasselbe. Das Instrument kann aber auch in die verticale Stellung gebracht werden, indem man den Mikroskopkörper im erwähnten Charnier aufrichtet. Dann muss aber der Theil *r* weggenommen und durch ein anderes Objectivröhrchen ersetzt werden, welches nicht mit abgebildet ist.

Der Theil *r* kann ferner auch aufwärts gerichtet werden, wenn man nämlich ohne Gefahr für die Objectivlinsen chemische Verrichtungen auf dem Objecttische ausführen will, wovon später die Rede sein wird.

Zu diesem Mikroskope gehören drei Linsensysteme, vier Huygens'sche Oculare, eine *Camera lucida*, ein Reflexionspiegel zur Beleuchtung undurchsichtiger Objecte und noch mehrere andere zu mikroskopischen Untersuchungen benutzbare Apparate. Im Preiscourant von 1842 steht es mit 1000 Francs.

Chevalier liefert auch noch ein kleines *Microscope universel*, dessen Einrichtung von der vorigen etwas abweicht, hauptsächlich darin, dass der ganze Mikroskopkörper mit Objecttisch und Spiegel nach oben gekehrt werden kann durch eine blosse Axendrehung an der Spitze des Stativs; überdies lässt es sich auch in ein einfaches Mikroskop umwandeln. Dieses Mikroskop kostet 350 Francs.

Er hat aber auch zusammengesetzte Mikroskope von noch einfachere Einrichtung angefertigt, ohne ein Glasprisma für die horizontale Stellung, zu dem Preise von 100 bis 250 Francs, je nach der grössern oder geringern Anzahl dazu verlangter achromatischer Linsen, Doublets u. s. w. Doch scheint es mir überflüssig, wenn ich dieselben alle gleich ausführlich beschreiben wollte, wie das zuerst genannte Instrument. — Chevalier ist auch der erste gewesen, der auf Mirbel's Verlangen ein Mikroskop mit einem Glasprisma versah, wodurch man unter einem Winkel von  $45^{\circ}$  in das Rohr sieht.

Fragen wir nun, in wie weit Chevalier seinen frühern wohlverdienten Ruf auch in der letzten Zeit aufrecht erhalten hat. Ich habe Gelegenheit gehabt, verschiedene Chevalier'sche Mikroskope zu sehen und mit denselben Beobachtungen anzustellen. Die mechanische Einrichtung derselben verdient alles Lob, und hierin können seine Instrumente mit jenen aus den besten Werkstätten wetteifern. Anders verhält es sich dagegen mit dem optischen Theile derselben; hierin scheinen mir manche, die erst später die von ihm eingeschlagene Bahn betreten haben, einen Vorsprung vor Chevalier gewonnen zu haben.

Mit einem Mikroskope aus dem Jahre 1840, wozu drei Linsensysteme gehören, deren jedes aus drei achromatischen Doppellinsen zusammengesetzt ist, erhielt ich folgende Resultate:

Objectivsystem.	Brennweite der äquivalenten Linsen *).	Ocular.	Vergrößerung.	Nobert'sches Probetäfelchen.
Nr. 1	Millimeter. 9,27	Nr. 1	196	Erste Gruppe deutlich.
—	—	2	325	Zweite Gruppe deutlich.
2	4,15	1	420	Fünfte Gruppe deutlich.
—	—	2	700	Desgleichen.
3	2,06	1	882	Siebente Gruppe deutlich.
—	—	2	1500	Desgleichen.

Hieraus ist ersichtlich, dass Chevalier schon vor vielen Jahren Objectivsysteme mit sehr kurzer Brennweite anfertigte, zugleich aber auch, dass dieselben nicht jenen Grad von Aplanatismus besaßen, den andere Mikroskopverfertiger schon damals erreicht hatten. Dass aber auch Chevalier weiterhin noch Fortschritte gemacht hat, davon habe ich mich durch die Untersuchung eines seiner kleineren Mikroskope aus dem Jahre 1844 überzeugt, wozu zwei Systeme von 5,72 und 3,18 Millimeter Brennweite gehören. Mit dem letztern war bei 308maliger Vergrößerung noch die sechste Gruppe des Nobert'schen Täfelchens zu erkennen.

Es stand zu erwarten, dass der günstige Erfolg, welchen beide Chevalier erreichten, bald auch andere dazu verlocken würde, ihre Kräfte zu versuchen. Die ersten Nachfolger in Paris waren Trécourt, Bouquet und Georg Oberhäuser; ihren vereinigten Bemühungen gelang es im Jahre 1830, Mikroskope zu Stande zu bringen, welche es wirklich den Chevalier'schen, deren eines ihnen zum Muster gedient hatte, zuvorthaten \*\*). Dabei kommt ihnen das Verdienst zu, eingesehen zu haben, dass, wenn die neuere Mikroskopverbesserung für die Wissenschaft und deren Jünger wirklich fruchtbringend sein sollte, die mechanische Einrichtung möglichst einfach sein müsste, damit der geringere Preis es auch den weniger bemittelten Naturforschern möglich machte, sich ein zu den meisten Beobachtungen brauchbares Instrument anzuschaffen. Namentlich hat sich der in Anspach geborne Georg Ober-

\*) Die Brennweiten äquivalenter Linsen sind hier sowohl wie in den weiterhin zu erwähnenden Fällen nach der früher (§. 116) angegebenen Weise bestimmt.

\*\*\*) Einige Jahre später entstand ein Federkrieg über die relative Tüchtigkeit ihrer Mikroskope, durch ein paar Artikel von Saigey im Feuilleton des „National“ (Aout 1835) hervorgerufen, worin Trécourt's Mikroskop angepriesen wurde. Ch. Chevalier antwortete darauf. Später gab dann Chevalier die Artikel Saigey's und seine eigenen unter dem Titel heraus: *Notes rectificatives pour servir à l'histoire des microscopes*. Paris 1835, in welchem Schriftchen manche Einzelheiten über die erste Verfertigung achromatischer Mikroskope in Paris zu finden sind.

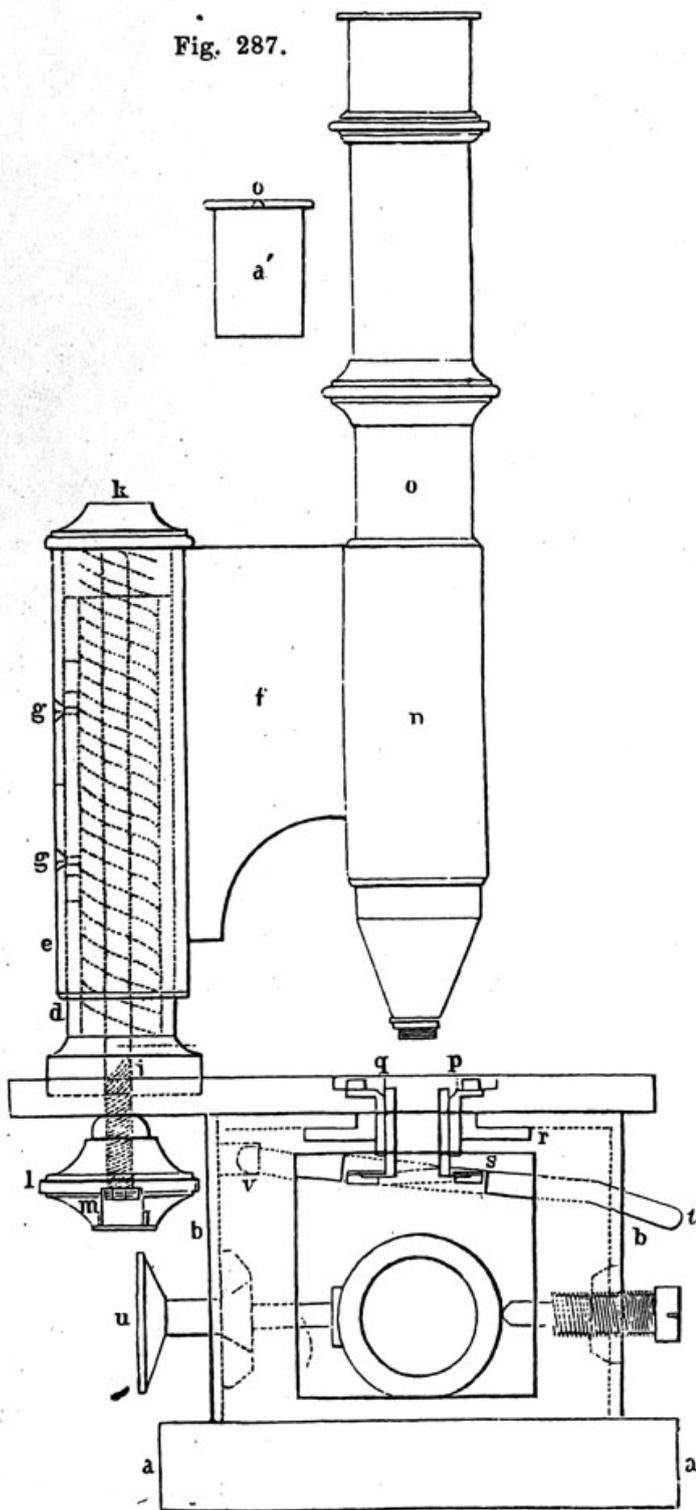
häuser (wohnhaft in Paris, Place Dauphine Nr. 21) in dieser Hinsicht grosse Verdienste erworben. Nachdem er sich von den beiden vorhin genannten Compagnons getrennt hatte, arbeitete er seit einer Reihe von Jahren für sich allein, und es giebt keine zweite Werkstatt, aus der eine gleich grosse Anzahl von Mikroskopen hervorgegangen ist. Ich

erhielt von ihm im Jahre 1848 ein grosses Mikroskop, Nr. 1550, und Professor W. Vrolik empfing am 7. März 1850 das Mikroskop Nr. 1786, so dass also in noch nicht ganz anderthalb Jahren 236 Mikroskope aus dieser Werkstatt gekommen sind. Bis jetzt sind weit über 3000 Mikroskope aus derselben hervorgegangen.

Seit ein paar Jahren hat sich Oberhäuser mit E. Hartnack vereinigt und die neueren Mikroskope aus dieser Werkstatt tragen beider Namen.

Während der Reihe von Jahren, wo sich Oberhäuser mit der Verfertigung von Mikroskopen beschäftigte, hat er allmählig in ihrer Einrichtung einige Modificationen eintreten lassen. Als *Grand Microscope achromatique* lieferte er bis vor 10 Jahren ein Instrument, welches, gerade von vorn angesehen, nach Mohl in Fig. 287 dargestellt ist. In der

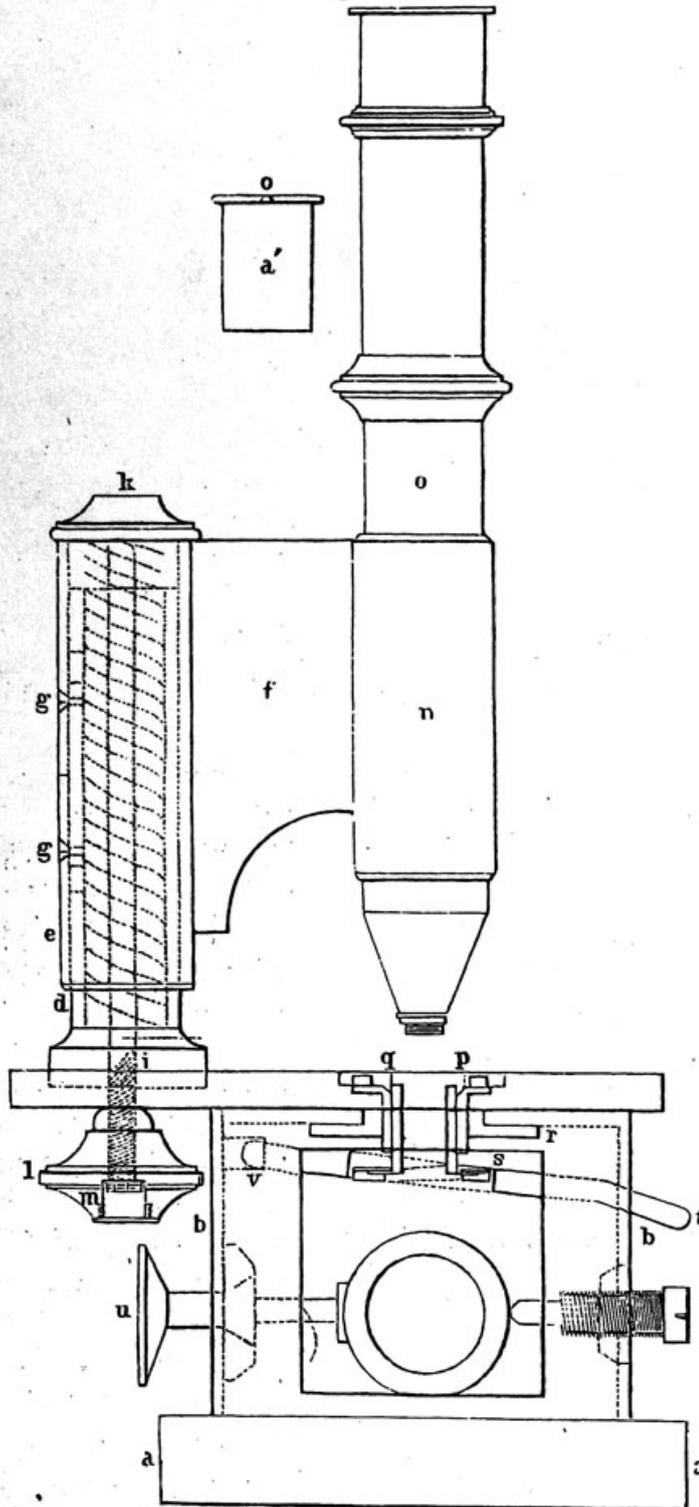
Fig. 287.



Grosses Mikroskop von Oberhäuser:  
(Altes Modell.)

allgemeinen Form weicht dasselbe in mehreren Hinsichten von den früheren Mikroskopen ab, namentlich in Betreff des Fusses. Dieser Fuss *aa* ist eine schwere, mit Blei gefüllte Trommel, auf welche eine kurze aber weite cylindrische Röhre *bb* geschraubt wird, die vorn eine vierseitige

Fig. 288.



Grosses Mikroskop von Oberhäuser.  
(Altes Modell.)

Oeffnung hat. Der grosse runde Objecttisch lässt sich um seine Axe drehen, indem die damit verbundene Scheibe *r* sich in einer runden Oeffnung oben in der Röhre *bb* bewegt. In dem Objecttische, gleich mit dessen Rande, befindet sich eine schwarze, matt geschliffene Glasscheibe, die ganz eben ist; doch können zwei Klemmfedern in dafür bestimmte Oeffnungen kommen, um die Objecte fest zu halten. Auf einer seitlichen Verlängerung dieses Objecttisches ist die runde hohle Säule *d* aufgeschraubt. Diese liegt der Röhre *e* genau an, die durch eine starke Spiralfeder in der hohlen Säule *d*, welche an das obere, knopfförmig geschlossene Ende *k* der Röhre *e* stösst, nach aufwärts gedrückt wird. An dem Knopfe *k* ist die feine Schraube *i* befestigt, deren anderes Ende unter dem Objecttische herauskommt, wo sie einen geränderten

Knopf *l* mit einer Mutterschraube trägt. Durch Umdrehen dieses Knopfes wird die Schraube und mit dieser die Röhre *e* sowie das daran befestigte Mikroskoprohr nach unten gezogen; beim Zurückdrehen der Mutterschraube dagegen werden diese Theile durch die Spiralfeder nach oben bewegt. Den Bewegungen der Mutterschraube ist dadurch eine Grenze gesetzt, dass sie eine kleine Höhle enthält für die auf das Schraubenende geschraubte kleine Scheibe *m*, um die Auslösung der Schraubenmutter zu verhindern, und um andernteils, wenn sie auf den Boden der Höhle stösst, das zu tiefe Herabsteigen der Schraube zu hemmen. Dem Drehen der Röhre *e* in horizontaler Richtung um die Säule *d* ist dadurch vorgebeugt, dass ein Theil der letztern ausgeschnitten und durch die Schrauben *gg* an die umgebende Röhre befestigt ist; so hat man einen Schieber, der nur eine Bewegung in senkrechter Richtung zulässt. An die Röhre *e* ist durch den Arm *f* die seitlich aufgeschnittene und dadurch federnde Röhre *n* befestigt, in der sich das Mikroskoprohr *o* auf- und niederschieben lässt.

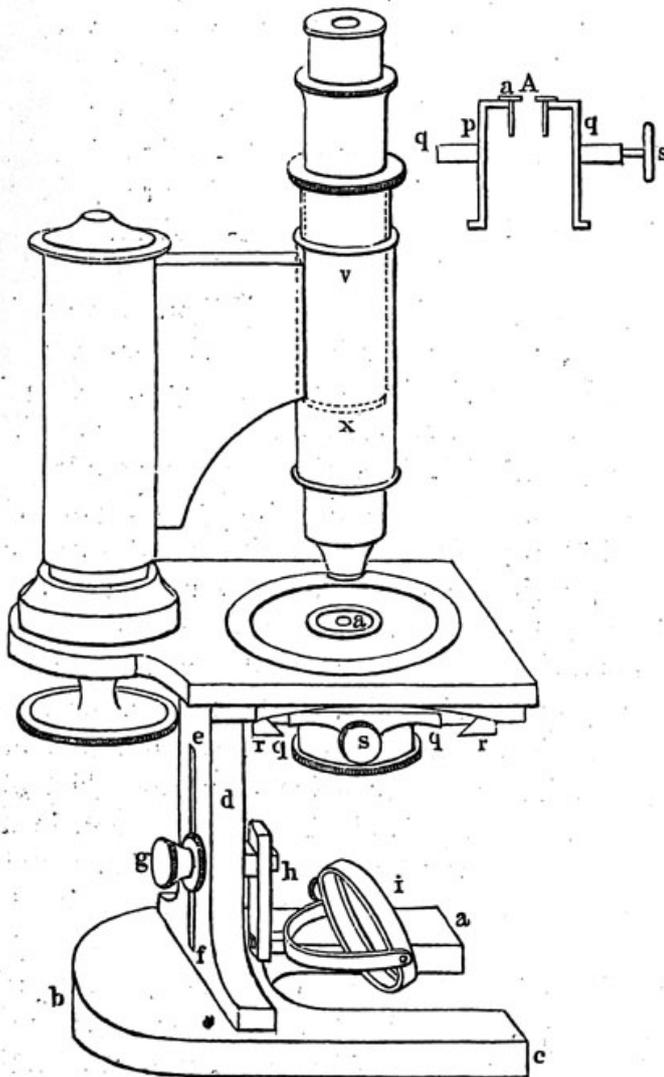
Der Beleuchtungsapparat besteht aus folgenden Theilen. Gegenüber dem Rohre *bb* steht der Spiegel, welcher durch den nach aussen vorragenden Knopf *u* nur um seine horizontale Axe drehbar ist; derselbe ist auf der einen Seite eben, auf der andern concav, und er befindet sich in solcher Entfernung von dem Objecttische, dass ein darauf liegendes Object gerade den Brennpunkt des Spiegels einnimmt. In der Oeffnung des Objecttisches steckt eine Röhre *p*, in der sich eine zweite Röhre *q* auf- und niederschieben lässt, welche zur Aufnahme von Diaphragmen bestimmt ist; es ist ein kurzes Röhrchen *a'*, welches unten offen ist und an der sonst geschlossenen oberen Seite eine verschieden weite Oeffnung besitzt. Die Röhre *q* endigt unten in einen horizontal nach aussen vorspringenden Rand, welcher in die Höhlung des Ringes *s* aufgenommen wird; dieser aber ruht auf dem Hebel *t*, der seine Hypomochlium in *v* hat, so dass durch ihn die Röhre *q* und damit die Diaphragmen in der Röhre *p* höher und niedriger gestellt werden können. Somit lässt sich das vom Spiegel kommende Lichtbündel hierdurch dünner oder breiter machen.

Ohne Zweifel gewährt dieses Gestell grosse Vortheile bei der praktischen Benutzung des Mikroskops. Durch den schweren Fuss wird einem möglichen Umwerfen des Instruments vorgebeugt, und die Festigkeit des Ganzen gewinnt dadurch. Das Ocular steht so hoch über dem Tische, dass jemand von mittlerer Grösse sitzend daran arbeiten kann, was doch bei langwährenden Untersuchungen auch in Betracht zu ziehen ist. Ferner ist der grosse Objecttisch für viele Fälle recht zweckmässig. Endlich sind auch die Mittel, um das Mikroskop in die richtige Entfernung vom Objecte zu bringen, gut und zweckmässig ausgedacht. Das Nämliche lässt sich nicht vom Beleuchtungsapparate sagen, namentlich vom Spiegel; bei der beschränkten Bewegung passt er nur für centrische Beleuchtung, nicht aber für excentrische.

Oberhäuser hat diese Mängel selbst eingesehen, und im Jahre 1848 brachte er an dem eben beschriebenen Gestelle einige Veränderungen an, wodurch ihnen abgeholfen worden ist, ohne jedoch die früheren Vorzüge aufzugeben. Dieses neuere Mikroskop ist Fig. 289 von der Seite in perspectivischer Ansicht dargestellt.

Statt der mit Blei gefüllten Trommel hat es einen schweren hufeisenförmig gestalteten Bogen *abc* aus Messing, auf dem sich nach hinten rechtwinkelig das

Fig. 289.



Grosses Mikroskop von Oberhäuser.

1848 (Neueres Modell.)

im Durchschnitte dargestellt, wie das Diaphragma *a* in der Röhre *p* steckt, die ihrerseits in einer runden Oeffnung des vierseitigen Stücks *qq* gleitet. Dieses hat schief abgeschnittene Ränder, welche in einen weiten schwalbenschwanzförmigen Ausschnitt *rr* unter dem Objecttische passen. Der Knopf *s*, welcher mit dem vierseitigen Stücke *qq* verbunden ist, dient dazu, um es herauszunehmen; mittelst dessel-

ten rechtwinkelig das kurze und schwere, unten breit anfangende Stück *d* erhebt, welches in der Mitte den Ausschnitt *ef* besitzt. In diesem Ausschnitte bewegt sich ein vierseitiges Stück mit dem Knopfe *g*. Vorderhalb des Ausschnitts steht dies vierseitige Stück mit der Kurbel *h* in Verbindung, die sich vertical herumdrehen lässt, so dass der daran befestigte Spiegel *i* in alle Stellungen kommen und höher oder tiefer gestellt werden kann. Bei dieser neuen Einrichtung konnte auch der frühere Hebel zum Auf- und Niederbewegen der Diaphragmen wegfallen; denn da der Objecttisch ganz frei ist, lässt sich dies ganz leicht mit der Hand ausführen. Bei *A* ist

ben kann man aber auch die Oeffnung des Diaphragma etwas aus der Axe des Instruments bewegen, so dass der Randschatten ins Gesichtsfeld trifft, was in manchen Fällen sein Gutes hat.

Der Objecttisch ist ebenfalls etwas verändert. Er ist vierseitig und hat etwa 10 Centimeter Durchmesser; statt der schwarzen Glasplatte kommt eine messingene Scheibe, die gleich dem schwarzen Objecttische selbst matt schwarz gemacht ist, in die grosse kreisförmige Höhle desselben, so dass dieser nun eine ganz ebene Oberfläche hat mit einer kleinen runden Oeffnung in der Mitte.

Die übrigen Einrichtungen des frühern Mikroskops, nämlich das Umdrehen des Objecttisches zugleich mit dem Mikroskopkörper, die Säule mit der Schraube und Spiralfeder, desgleichen der breite Arm, welcher das Mikroskoprohr trägt, sind unverändert geblieben. Nur besteht das Mikroskoprohr aus zwei Röhren, von denen die obere  $v$  in der untern  $\alpha$  sich auf- und niederschiebt, um den Abstand zwischen Ocular und Objectiv zu vermehren und zu vermindern. Ist das innere Rohr ausgezogen, dann steht das Ocular 36 Centimeter über dem Tische, ist es dagegen ganz hineingeschoben, nur 30 Centimeter; man kann daher bequem im Sitzen arbeiten.

Durch diese Aenderungen ist das Gestell des grossen Oberhäuser'schen Mikroskops wirklich sehr verbessert worden. Wir werden zwar weiterhin noch einige andere kennen lernen, die es ihm in der zierlichen Form, in der künstlichen Bewegung und in mancherlei Bequemlichkeiten für den wenig Geübten voraus thun; aber ich kenne keines, dem ich vor ihm den Vorzug geben möchte, wenn es darauf ankommt, nicht bloß zwischendurch einmal während einiger Augenblicke durch das Mikroskop zu sehen, sondern täglich einige Stunden damit zu arbeiten. — Der Beleuchtungsapparat ist allerdings kein vollkommener, er reicht aber für die meisten Untersuchungen aus. Uebrigens ist zwischen dem Fusse und dem Objecttische Raum genug vorhanden, um einen vollständigen Beleuchtungsapparat anzubringen, wie ich es bei meinem Instrumente gethan habe, das ich später geeigneten Orts beschreiben werde.

Ausser diesem Gestelle für ihr grösstes Mikroskop haben Oberhäuser und Hartnack noch sechs andere, und ausserdem noch ein bildumkehrendes Dissectionsmikroskop, von dem später die Rede sein wird. Diese anderen Mikroskopgestelle sind einfacher und deshalb wohlfeiler, und es ist gerade Oberhäuser's Verdienst, gute Mikroskope zu einem auch vom Unbemittelten zu erschwingenden Preise geliefert zu haben. Viele andere sind dann diesem Beispiele gefolgt. Aber es ist die Pflicht des Geschichtsschreibers, hervorzuheben, dass Oberhäuser es den jüngeren Naturforschern möglich gemacht hat, sich um wenig Geld brauchbare Instrumente zu wissenschaftlichen Untersuchungen zu verschaffen, und dass er hierdurch zur Ausbreitung mikroskopischer Kenntnisse wirksam beigetragen hat.

Die kleineren Oberhäuser'schen Mikroskopgestelle \*) haben auch eine weit grössere Verbreitung gefunden, als die grösseren Instrumente. Die, welche Oberhäuser in früheren Jahren lieferte, hatten übrigens einen sehr kleinen Objecttisch, so dass man nur sehr schmale Objectgläschen benutzen konnte. Neuerer Zeit ist dieser Unvollkommenheit abgeholfen worden, und ausserdem wurde die Schraube zur feinen Einstellung, die sich früherhin zur Seite des Objecttisches befand, unten angebracht, gleichwie bei den grösseren Mikroskopen. Der trommelförmige Fuss ist aber geblieben, und folglich ist der nur in Einer Richtung bewegliche Spiegel nicht passend zur excentrischen Beleuchtung.

Eine weit grössere Bedeutung, als das Vorhandensein dieses oder jenes Gestelles, haben auch hier, wie bei allen anderen Mikroskopen, die dazu gehörigen Linsensysteme und Oculare. Oberhäuser hat elf verschiedene Linsensysteme, die er als Nr. 1, 2, 3, 4, 4 A, 4 B, 5, 6, 7, 8, 9 bezeichnet. Ich füge in der folgenden Tabelle die Brennweiten und die Vergrösserung der äquivalenten Linsen bei, denen jene der Systeme ungefähr entsprechen:

	Brennweite.	Vergrösserung.
	Millimeter.	
Nr. 1	65	5
2	33	9
3	22	13
4	13,02	20
4 A	8,5	30
4 B	7,7	34
5	6,5	40
6	5,4	49
7	3,22	80
8	2,50	101
9	1,70	148

Natürlicherweise sind diese Brennweiten nicht immer vollkommen gleich für alle Systeme, welche die nämliche Nummer haben. Ich habe

\*) Es muss aber bemerkt werden, dass diese Form des Mikroskopgestelles zum ersten Male bei dem im Jahre 1739 verfertigten Martin'schen Taschenmikroskope vorkommt, dass sie seitdem von verschiedenen Optikern für ihre weniger kostbaren Mikroskope benutzt wurde, wenngleich immer mit einigen Modificationen und mehr oder weniger erheblichen Verbesserungen, so nach Martin von Brander, nach diesem von Frauenhofer, weiterhin von Trécourt und Oberhäuser, denen nun gegenwärtig mehrere französische und deutsche Verfertiger von Mikroskopen folgen.

aber gefunden, dass bei Mikroskopen, die kurz nach einander geliefert waren, der Unterschied zwischen den gleichnamigen Linsensystemen wirklich nur unbedeutend ist. Auch muss ich noch bemerken, dass die vorstehenden Werthe nur für Nr. 4, 7, 8 und 9 durch directe Versuche festgestellt worden sind, die übrigen aber aus den von Oberhäuser selbst in seinem Preiscourant angegebenen Vergrößerungen mit dem ersten Oculare berechnet und also nur annähernd richtig sind.

Es gehören dazu fünf Oculare, alle mit Huygens'scher Einrichtung. Bei einem Mikroskope vom Jahre 1849 verhält sich ihr Vergrößerungsvermögen in folgender Weise zu einander:

Nr. 1.	Nr. 2.	Nr. 3.	Nr. 4.	Nr. 5.
1	: 1,04	: 1,30	: 2,55	: 2,93

Der Durchmesser ihres Gesichtsfeldes für 25 Centimeter Sehweite ist:

106	80	130	168	176
-----	----	-----	-----	-----

Millimeter.

Bei der gewöhnlichen Länge, welche Oberhäuser seinem Mikroskoprohre giebt, wächst die Vergrößerung des Objectivsystems durch das erste oder schwächste Ocular etwa 2,5 Mal. Aus den vorstehenden Daten kann demnach jeder, der ein Mikroskop von Oberhäuser bestellen will, sich vorher ohne viele Mühe ziemlich genau berechnen, wie die verschiedenen Combinationen von Objectivsystemen und Ocularen vergrößern, und welche er mithin zu verlangen hat je nach den besonderen Zwecken, wozu er das Mikroskop benutzen will. Die schwächste Vergrößerung erhält man mit Objectiv Nr. 1 und Ocular Nr. 1 =  $5 \cdot 2,5 = 12\frac{1}{2}$  Mal; die stärkste mit Objectiv Nr. 9 und Ocular Nr. 5 =  $148 \cdot 2,5 \cdot 2,93 = 1084$  Mal.

Seine kleineren Mikroskope versieht Oberhäuser gewöhnlich mit den Objectiven Nr. 4 u. 7, und mit den Ocularen Nr. 2 u. 3; die Vergrößerung wechselt dann von 40 bis zu 240. Ocular Nr. 3 u. 4 verdienen aber den Vorzug, da mit dem letztern nicht bloß die Vergrößerung wächst, sondern auch, wie sich sogleich zeigen wird, das optische Vermögen etwas zunimmt, selbst bei den stärkeren Systemen. Wendet man noch ein paar Gulden mehr an und nimmt auch das Objectivsystem Nr. 8 dazu, so wird man selten in den Fall kommen, eines noch vollständigeren optischen Apparats zu bedürfen.

Die folgenden Resultate der Untersuchung des oben beschriebenen, im Jahre 1848 von Oberhäuser empfangenen grossen Mikroskops können für die Beurtheilung des optischen Vermögens der damals von ihm gelieferten Instrumente maassgebend sein. Es wird aber genügen, wenn ich bloß das anführe, was ich mit seinen drei stärksten Linsensystemen gefunden habe.

Linsen-system.	Brenn-weite.	Oeffnungs-winkel *).	Ocular.	Vergösse-rung.	Nobert's Probetäfelchen **).
Nr. 7	3,22 <sup>mm</sup>	58°	Nr. 3	268	Siebente Gruppe deutlich.
—	—	—	4	501	Dieselbe noch deutlicher.
8	2,50	60	3	345	Desgleichen.
—	—	—	4	646	Sechste Gruppe deutlich.
9	1,70	63	3	520	Neunte Gruppe eben deutlich.
—	—	—	4	951	Achte Gruppe deutlich.

In der folgenden Tabelle habe ich die Grenzen der Sichtbarkeit und der Unterscheidbarkeit bei Benutzung eines Oberhäuser'schen Mikroskops zusammengestellt:

Linsen-system.	Ocular.	Vergösse-rung.	Kugelförmige Objecte.	Fadenförmige Objecte.	Drahtnetz	
					Drähte.	Maschen-räume.
Nr. 7	Nr. 3	268	0,274 <sup>mmm</sup> $\frac{1 \text{ mm}}{3650}$	0,0343 <sup>mmm</sup> $\frac{1 \text{ mm}}{29100}$	0,261 <sup>mmm</sup> $\frac{1 \text{ mm}}{3840}$	0,429 <sup>mmm</sup> $\frac{1 \text{ mm}}{2330}$
	4	501	0,266 <sup>mmm</sup> $\frac{1 \text{ mm}}{3760}$	0,0308 <sup>mmm</sup> $\frac{1 \text{ mm}}{32500}$	0,224 <sup>mmm</sup> $\frac{1 \text{ mm}}{4470}$	0,368 <sup>mmm</sup> $\frac{1 \text{ mm}}{2720}$
	5	577	0,287 <sup>mmm</sup> $\frac{1 \text{ mm}}{3490}$	0,0290 <sup>mmm</sup> $\frac{1 \text{ mm}}{34500}$	0,228 <sup>mmm</sup> $\frac{1 \text{ mm}}{4400}$	0,375 <sup>mmm</sup> $\frac{1 \text{ mm}}{2660}$
Nr. 8	Nr. 3	345	0,233 <sup>mmm</sup> $\frac{1 \text{ mm}}{4290}$	0,0300 <sup>mmm</sup> $\frac{1 \text{ mm}}{33300}$	0,234 <sup>mmm</sup> $\frac{1 \text{ mm}}{4280}$	0,385 <sup>mmm</sup> $\frac{1 \text{ mm}}{2600}$
	4	646	0,249 <sup>mmm</sup> $\frac{1 \text{ mm}}{4020}$	0,0273 <sup>mmm</sup> $\frac{1 \text{ mm}}{37000}$	0,220 <sup>mmm</sup> $\frac{1 \text{ mm}}{4560}$	0,363 <sup>mmm</sup> $\frac{1 \text{ mm}}{2750}$
	5	743	0,268 <sup>mmm</sup> $\frac{1 \text{ mm}}{3740}$	0,0260 <sup>mmm</sup> $\frac{1 \text{ mm}}{38500}$	0,232 <sup>mmm</sup> $\frac{1 \text{ mm}}{4310}$	0,380 <sup>mmm</sup> $\frac{1 \text{ mm}}{2630}$
Nr. 9	Nr. 3	520	0,206 <sup>mmm</sup> $\frac{1 \text{ mm}}{4850}$	0,0231 <sup>mmm</sup> $\frac{1 \text{ mm}}{43300}$	0,201 <sup>mmm</sup> $\frac{1 \text{ mm}}{4970}$	0,333 <sup>mmm</sup> $\frac{1 \text{ mm}}{3000}$
	4	951	0,230 <sup>mmm</sup> $\frac{1 \text{ mm}}{4350}$	0,0234 <sup>mmm</sup> $\frac{1 \text{ mm}}{42800}$	0,180 <sup>mmm</sup> $\frac{1 \text{ mm}}{5550}$	0,297 <sup>mmm</sup> $\frac{1 \text{ mm}}{3340}$
	5	1084	0,234 <sup>mmm</sup> $\frac{1 \text{ mm}}{4280}$	0,0240 <sup>mmm</sup> $\frac{1 \text{ mm}}{41700}$	0,179 <sup>mmm</sup> $\frac{1 \text{ mm}}{5580}$	0,295 <sup>mmm</sup> $\frac{1 \text{ mm}}{3390}$

\*) Der Oeffnungswinkel ist nach der Lister'schen Methode (§. 122) bestimmt worden. — \*\*) Siehe S. 613, Anm.

Diese Zahlen liefern gewiss Beweise für die Tüchtigkeit der Oberhäuser'schen Mikroskope. Wenn wir auch bald sehen werden, dass andere einen noch etwas höheren Grad des optischen Vermögens erreicht haben, so darf sich der Besitzer eines Oberhäuser'schen Instruments, dem die stärksten Linsensysteme beigegeben sind, doch darauf verlassen, dass er damit ziemlich alle mit den heutigen Mikroskopen ausführbaren Beobachtungen zu wiederholen im Stande sein wird.

Ich habe keine Gelegenheit gehabt, grössere Mikroskope mit stärkeren Objectivsystemen zu untersuchen, die aus der veränderten Oberhäuser'schen Firma hervorgegangen sind. Ein kleines Mikroskop, das ich erst vor ein paar Monaten erhielt, und wozu wie gewöhnlich die Objectivsysteme Nr. 4 und 7 und die Oculare Nr. 2 und 3 gehören, steht im optischen Vermögen ganz auf derselben Stufe mit den gleichen Instrumenten, die zehn Jahre früher geliefert worden waren.

Man kann von Oberhäuser und Hartnack Mikroskope zu den verschiedensten Preisen bekommen, von 650 Francs an bis zu 60 Francs; um den ersten Preis bekommt man das neue grosse Mikroskop mit vier Objectivsystemen (Nr. 4, 7, 8 und 9) und fünf Ocularen nebst fernerm Zubehör, um den letztern erhält man das kleinste Mikroskop, das sogenannte *Microscope d'hospice*. Recht gut und für die meisten Untersuchungen ausreichend sind die Mikroskope, welche man für 140 Francs bekommt. Dazu gehören zwei Objectivsysteme (Nr. 4 und 7) und zwei Oculare, und die Vergrösserungen damit gehen etwa bis zu 270.

Man kann aber auch eine grössere Anzahl von Objectiven und Ocularen verlangen. Jedes Ocular kostet 10 Francs. Der Preis der Objectivsysteme ist:

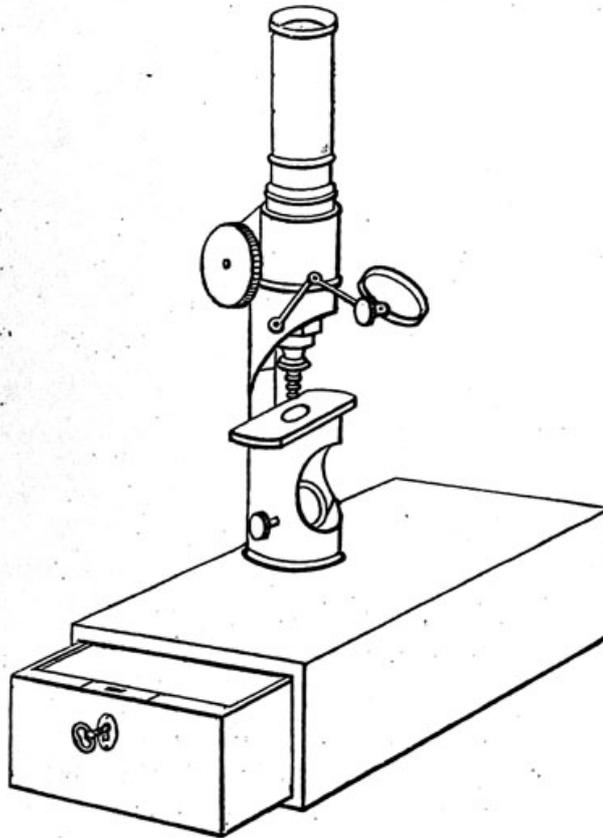
Nr. 1 . . . . .	12 Francs
» 2, 3, 4, jedes . . . . .	20 »
» 4 A, 4 B, 5, 6 und 7, jedes . . . . .	35 »
» 8 . . . . .	40 »
» 9 . . . . .	60 »

Werden noch einzelne Einrichtungen dazu genommen, etwa eine Camera lucida, ein Glasmikrometer, ein Compressorium u. s. w., dann wird natürlich der Preis im Verhältniss ein höherer.

Zu den Verfertigern optischer Instrumente in Paris gehört auch N. P. Lerebours (*Place du pont neuf*). Ich bin aber zu wenig mit seinen Instrumenten bekannt, um mir hier ein bestimmtes Urtheil darüber zu erlauben. Nach seinem Preiscourant kosten die grösseren Mikroskope, je nachdem sie mehr oder weniger vollständig sind, 160 bis 400 Francs. Seit 1838 liefert er auch kleine achromatische Mikroskope (Fig. 290 a. f. S.), deren Objectiv eine eigenthümliche bei A dargestellte Zusammensetzung hat. Es besteht nämlich aus zwei Hohlkegeln, deren einer in den andern passt. Beide haben am untern Ende einen Schraubengang, um die Röhrchen mit den achromatischen Doppel-

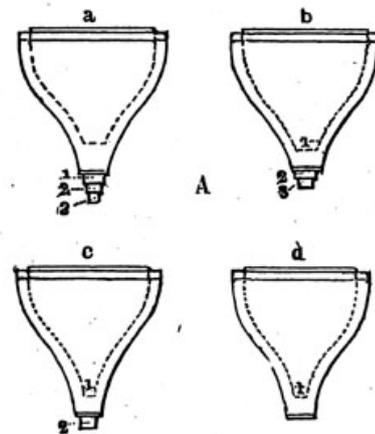
linsen aufzuschrauben. Es sind nur drei solche Linsen, damit lassen sich aber vier verschiedene Objective herstellen auf die unter *a*, *b*, *c* und *d*

Fig. 290.



angegebene Weise. Mit zwei Ocularen hat man also acht verschiedene Vergrößerungen, die bei einem von mir untersuchten Mikroskope dieser Art von 41 bis zu 406 gingen.

Ist dieser Versuch einer Vereinfachung auch an sich lobenswerth, so können doch auf dem von Lerebours



Kleines Mikroskop von Lerebours.

eingeschlagenen Wege unmöglich so günstige Resultate erlangt werden als mit Linsensystemen, deren einzelne Linsen in solchen bestimmten Abständen mit einander vereinigt sind, wobei die Aberrationen laut vorausgegangenen Versuchen am besten verbessert werden. Auch habe ich mit einem solchen Mikroskope nur die fünfte Gruppe des Nobert'schen Probetäfelchens deutlich sehen können, während mit mehreren der kleinen Mikroskope Oberhäuser's, ungeachtet der schwächern Vergrößerung, stets die sechste und mit einigen selbst die siebente Gruppe deutlich wurde. Der Preis dieses Lerebours'schen Mikroskops beträgt übrigens nur 65 bis 90 Francs, je nachdem ein Ocular oder zwei Oculare und ausserdem eine Beleuchtungslinse für auffallendes Licht beigegeben sind.

Ferner liefert Brunner in Paris (*Rue des Bernardins*, Nr. 34) zusammengesetzte Mikroskope, die in der Einrichtung und im Preise verschieden sind. Seine grösseren Instrumente haben in der mechanischen Einrichtung manches mit den Oberhäuser'schen gemein. Der trommel-förmige Fuss und die kurze, weite, darauf ruhende Röhre, welche den

Spiegel enthält, haben ziemlich die gleiche Form; statt der röhrenförmigen Diaphragmen Oberhäuser's findet sich aber bei Brunner eine drehbare Scheibe mit sechs Oeffnungen. Der Objecttisch ist auch kreisrund und lässt sich um seine Axe drehen; diese Drehung findet aber für sich allein statt, ohne dass das Mikroskoprohr daran Theil nimmt. Diese Einrichtung ist für die Winkelmessung von Krystallen bestimmt: der Rand des Objecttisches ist in Grade getheilt, und mit einem seitlich angebrachten Nonius sind auch noch die Minuten ablesbar. Sodann lässt sich der Objecttisch durch zwei Schrauben bewegen, deren eine zugleich als Mikrometer dient. Die gröbere Einstellung wird nicht, wie bei Oberhäuser, durchs Auf- und Niederschieben des Mikroskoprohrs mit der Hand ausgeführt, sondern durch einen Trieb, und die feine Einstellung wird durch das Umdrehen einer Schraube bewirkt. Das Mikroskoprohr lässt sich verlängern und verkürzen, wie bei den späteren Oberhäuser'schen Mikroskopen.

Die mechanische Einrichtung eines im Jahre 1845 gefertigten Instruments, das ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, verdient alles Lob; alles ist gut und sorgfältig gearbeitet. Es gehören dazu fünf Linsensysteme und drei Huygens'sche Oculare. Dazu kommen noch mehrere Hilfsapparate, unter andern auch ein gebogenes Ocular mit einem davor befindlichen Prisma, um unter einem Winkel von 45° zu beobachten. Das Ganze kostet nur 600 Francs, ein bei der grossen Zusammensetzung gewiss nur mässiger Preis.

Die Brennweiten sind:

Objectiv Nr. 1	. . . . .	27,30mm
"    " 2	. . . . .	12,26
"    " 3	. . . . .	2,13
"    " 4	. . . . .	1,93
"    " 5	. . . . .	1,48

Mit dem N o b e r t'schen Probetäfelchen erhielt ich folgende Resultate :

Linsen-system.	Ocular.	Vergrößerung.	N o b e r t'sches Probetäfelchen.
Nr. 3	Nr. 1	302	Sechste Gruppe deutlich.
	2	377	Desgleichen.
	3	578	Desgleichen.
Nr. 4	Nr. 1	419	Desgleichen.
	2	524	Siebente Gruppe deutlich.
	3	804	Desgleichen.
Nr. 5	Nr. 1	785	Achte Gruppe deutlich.
	2	980	Desgleichen.
	3	1508	Siebente Gruppe deutlich.

Man ersieht hieraus, dass dieses Mikroskop, ungeachtet der ungemein kurzen Brennweite des stärksten Objectivs, im optischen Vermögen dennoch dem vorhin (S. 710) beschriebenen Oberhäuser'schen Instrumente nachsteht. Freilich ist das letztere einige Jahre später gearbeitet, und es ist recht wohl möglich, dass Brunner inzwischen auch gleiche Fortschritte gemacht hat.

Brunner verfertigt auch sehr kleine achromatische Mikroskope, die man namentlich bequem soll bei sich tragen können. Dazu gehören zwei Objectivsysteme und eine einzelne achromatische Linse; die Vergrößerungen gehen bis 800 Mal im Durchmesser. Die mechanische Einrichtung derselben kenne ich nicht. Das ganze Kästchen mit dem Mikroskope ist aber nur 4 Pariser Zoll lang, 2 Zoll breit und 1 Zoll hoch, und ausser den nothwendigen Stücken hat man darin auch noch Glastäfelchen, eine Scheere, ein Messerchen und eine Nadel. (*Edinb. monthly Journ. of med. Sc.* 1846. Dec. p. 418.)

In den letzten Jahren hat sich in Paris besonders Nachet. (*Nachet et fils, Rue Serpente* Nr. 16) durch Verfertigung vorzüglicher Mikroskope vortheilhaft bekannt gemacht. Zuerst wurden seine stärkeren Objective im Jahre 1845 von Lebert rühmlich erwähnt. Seit 1849 habe ich Gelegenheit gehabt, viele der von Nachet bis in die letzte Zeit gelieferten Instrumente zu untersuchen, wobei ich mich davon überzeugt habe, dass er sich die Verbesserung seiner Instrumente fortwährend hat angelegen sein lassen, in der mechanischen sowohl als in der optischen Einrichtung. Ich muss hinzufügen, dass namentlich sein Besuch der Londoner Weltausstellung, wo er die vorzüglichen Mikroskope von Ross, von Powell und von Smith kennen lernte, für ihn fruchtbar gewesen ist. Früherhin hat er sich vorzüglich die Instrumente von Oberhäuser als Muster genommen; in der letztern Zeit aber die genannten englischen Optiker, jedoch nicht als sklavischer Nachahmer, sondern immer mit einigen Veränderungen in der mechanischen Einrichtung, die sich in der Regel als eben so viele Verbesserungen erweisen.

Nachet verfertigt neun verschiedene Objectivsysteme, die stärkeren, wenn es verlangt wird, auch mit einer Verbesserungseinrichtung für den Gebrauch verschieden dicker Deckplättchen versehen, ganz nach der später zu beschreibenden Methode von Ross.

Folgendes sind die Brennweiten\*) und die Preise dieser Objective:

---

\*) Es gilt hier das Nämliche, was schon vorhin (S. 709) von den Oberhäuser'schen Objectiven bemerkt wurde. Es kommen kleine Verschiedenheiten in den Brennweiten der gleichnamigen Systeme vor; sie betragen aber niemals mehr als Bruchtheile des Millimeters, was nur bei den stärkeren Systemen einen sehr bemerkbaren Einfluss übt.

Objectiv.	Brennweite.	Ohne Verbesserungs- einrichtung.	Mit Verbesserungs- einrichtung.
Nummer.	Millimeter.	Francs.	Francs.
0	27,2	15	—
1	12	20	—
2	6	20	—
3	4,8	20	50
4	3,2	25	60
5	2,5	30	75
6	2,0	40	95
7	1,6	60	125
8	1,3	80	180

Liefert er diese Objective zu einem Mikroskope, das er nicht selbst gefertigt hat, dann ist der Preis 20 bis 25 Proc. höher.

Nachet hat mehrere Arten von Mikroskopgestellen. Für seine grossen Mikroskope hatte er zuerst das Oberhäuser'sche mit dem trommelförmigen Fusse zum Muster genommen. Da sich aber bei dieser

Fig. 291.



Grosses Mikroskop von Nachet.

Einrichtung der Spiegel nur um eine horizontale Axe drehen kann, mithin nur centrische Beleuchtung möglich ist, so hat er diesem Mangel auf verständige Weise dadurch abgeholfen, dass er ein Prisma zwischen den Spiegel und das Object bringt, und so das Licht unter einem Winkel von  $30^{\circ}$  auffällt. Die nähere Beschreibung wird in dem Abschnitte von den Beleuchtungsapparaten kommen.

Nachet macht gegenwärtig wohl auch noch solche Mikroskopgestelle; seine grössten und besten Mikroskope haben aber jetzt die Einrichtung, welche in Fig. 291 dargestellt ist, dass nämlich, wie bei den englischen Mikroskopen, der ganze optische Apparat an einer horizontalen Axe zwischen zwei Säulen hängt, und aus der verticalen bis zur horizontalen Stellung übergeführt werden kann. Hat dieses Mikroskop alle Objectivsysteme mit der Verbesserungseinrichtung, die drei Oculare, einen drehbaren Objecttisch, einen voll-

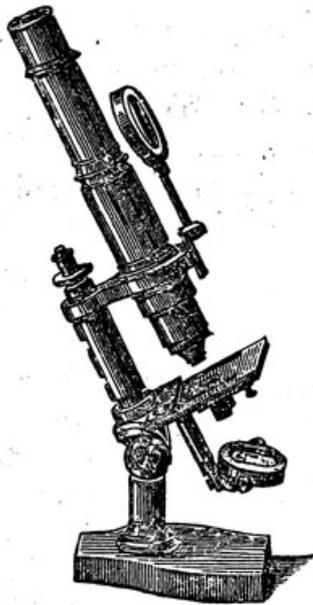
ständigen Beleuchtungsapparat, ein Ocularmikrometer, Goniometer, einen Polarisationsapparat, ein Compressorium, ein Beleuchtungsprisma, eine grosse Linse zur Beleuchtung bei auffallendem Lichte, dazu noch Scheeren, Pincetten, Messerchen, Nadeln u. s. w., so kostet es 1150 Francs. Enthält es dagegen nur sechs Objective (Nr. 0, 1, 2, 3, 5 und 7) ohne die Verbesserungseinrichtung, wobei zugleich einige Nebendinge weggelassen werden, die nicht zu allen Untersuchungen erfordert werden, dann beträgt der Preis nur 635 Francs.

Sehr empfehlenswerth sind seine kleineren Mikroskopgestelle (Fig. 292), die ebenfalls in verschiedene Richtungen sich bringen lassen. Ein solches Mikroskop kostet 190 Francs, wenn es drei Objective (Nr. 1, 3 und 5) und drei Oculare enthält, und natürlich darunter oder darüber, wenn man nur zwei oder aber mehr als drei Objective verlangt.

Noch einfachere, aber sonst ganz zweckmässig eingerichtete Mikroskope liefert Nachet um noch geringeren Preis. Ein Mikroskop z. B. mit zwei Objectiven (Nr. 1 u. 3) und zwei Ocularen, das zu den meisten Untersuchungen ganz gut ausreicht, kostet nur 110 Francs.

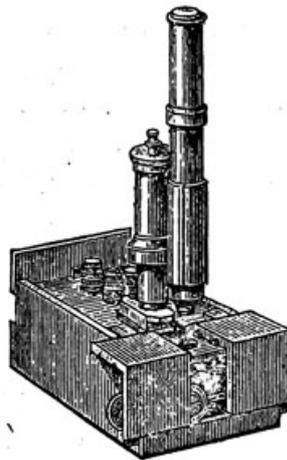
Endlich erwähne ich noch ein Taschenmikroskop, das besonders auf Reisen sehr brauchbar ist, da es in ein vergoldetes Messingkästchen von 9 Centimeter Länge und 5 Centimeter Breite eingepackt werden kann. Das kleine Instrument, in Fig. 293 dargestellt, ist ein niedliches Miniaturmikroskop, womit man gleichwohl die meisten Untersuchungen eben

Fig. 292.



Kleines Mikroskop  
von Nachet.

Fig. 293.



Nachet's  
Taschenmikroskop.

so gut ausführen kann, wie mit einem Instrumente von gewöhnlicher Grösse. Das Rohr hat nur 7 Centimeter Länge, wenn die innere Röhre eingeschoben ist, und 10 Centimeter bei ausgezogener Röhre; sein Durchmesser beträgt nur 14 Millimeter. Wird der Deckel, an dessen Innenfläche die Objective untergebracht werden, abgehoben, dann theilt sich der vordere Theil des Kästchens in zwei Hälften, wodurch zwei Oeffnungen frei werden, eine vordere für das Hohlspiegelchen von nur 14 Millimeter

Durchmesser, das aber wegen seiner kurzen Brennweite eine ganz ausreichende Beleuchtung gewährt, und eine obere, wodurch das Licht zum Objecttische geleitet wird. Letzterer ist eigentlich nichts anderes als

der vorderste Theil des Kästchens selbst. Zur feinen Einstellung dient eine Mikrometerschraube, die in gleicher Weise hinten am Stative angebracht ist, wie bei seinen grösseren Mikroskopen. Nachet giebt zu diesem Mikroskope ein Ocular und die drei Objective Nr. 1, 3 und 6. Ueber dem Objective befindet sich noch eine sehr schwache achromatische Linse, und das oberste Glas des Oculars ist ebenfalls eine achromatische Doppel- linse. Diese Modificationen der optischen Einrichtung machten sich wegen der starken Verkürzung des Mikroskoprohrs nöthig. Ungeachtet des geringen Durchmessers der beiden Gläser des Oculars fällt doch der Durchmesser des Gesichtsfeldes nicht geringer aus, als man ihn gewöhnlich bei schwachen Ocularen grösserer Mikroskope zu haben pflegt. Für eine Sehweite von 25 Centimeter beträgt er 11 Centimeter. — Dieses Taschens- mikroskop verkauft Nachet um 160 Francs.

Nachet verfertigt auch noch mancherlei andere Mikroskope, näm- lich bildumkehrende, umgekehrte oder chemische, binoculäre und triocu- läre, von denen allen an der geeigneten Stelle die Rede sein wird.

Die mechanische Einrichtung der Nachet'schen Mikroskope ver- dient alles Lob. Im optischen Vermögen werden sie von keinem der älteren Mikroskope des Continents übertroffen. Sehr viel Sorgfalt ist auf die Anfertigung der Objectivsysteme verwendet, so dass auch die zu den kleineren Mikroskopen gehörigen jenen für die grösseren Instrumente in Nichts nachstehen.

In der letzten Zeit ist Nachet mit Erfolg bemüht gewesen, den Oeffnungswinkel seiner Systeme zu vergrössern. Bei einem Systeme Nr. 7 mit einer Verbesserungseinrichtung fand ich bei stärkster Annähe- rung der untersten Linse die Brennweite = 1,47 Millim. und den Oeff- nungswinkel =  $148^{\circ}$ . Eine nähere Prüfung ergab aber, dass nur  $120^{\circ}$  als wirklich nutzbare Oeffnung angesehen werden konnten. Deshalb hat auch Nachet späterhin den Oeffnungswinkel seiner stärksten Objective wiederum etwas kleiner gemacht: ein später empfangenes System Nr. 7 mit 1,49 Millim. Brennweite hat nur  $133^{\circ}$  Oeffnungswinkel.

Vor Kurzem erhielt ich von Nachet ein Objectivsystem Nr. 8, das ein wahres Meisterstück ist. Bei stärkster Annäherung der untersten Linse (wenn die dicksten Deckplättchen zur Anwendung kommen) beträgt seine Brennweite nur 1,07 Millim. und sein Oeffnungswinkel hat  $140^{\circ}$ ; bei grösster Entfernung der untersten Linse (wenn das Object gar nicht bedeckt ist) steigt die Brennweite auf 1,37 Millim. und der Oeffnungs- winkel fällt auf  $102^{\circ}$ . Bei der erstern Stellung vergrössert dieses Sy- stem mit dem schwächsten Oculare 850 Mal. Mit vollkommener Klar- heit bringt dieses Objectivsystem die beiderlei Strichelchen oder Tüpfel- chen an *Pleurosigma angulatum* zur Ansicht, wenn das Präparat in Canada- balsam liegt, wo diese Strichelchen unendlich schwerer erkannt werden, als am trocken untergelegten Präparate; denn in diesem Falle kann man sie bereits mittelst eines weit schwächeren Systems erkennen. An den älteren Nobert'schen Probetäfelchen (s. S. 613 Anm.) wird die neunte

Gruppe ohne Mühe unterschieden, weit schwieriger dagegen und nur bei schief einfallendem Lichte treten damit die Strichelchen der zehnten Gruppe hervor. An einem neueren Nibert'schen Probetäfelchen mit dreissig Gruppen gelang es mir nur schwierig, indem ich alle mögliche Vorsicht anwendete, nämlich die Verbesserungseinrichtung und sehr schief einfallendes Licht benutzte, die 22. Gruppe aufzulösen.

Für die Fälle, wo ganz schief einfallendes Licht erfordert wird, hat Nibert bei seinen grösseren Mikroskopen noch einen besondern Hülfsobjecttisch, der unter dem eigentlichen Objecttische mit zwei Klammern befestigt wird, um das Objecttäfelchen fest zu halten. Das Mikroskoprohr wird dann durch die Oeffnung des Objecttisches hingeschoben, bis das Objectiv nahe genug über dem Objecte ist.

Nach mündlicher Mittheilung verkauft Nibert jährlich etwa 200 Mikroskope.

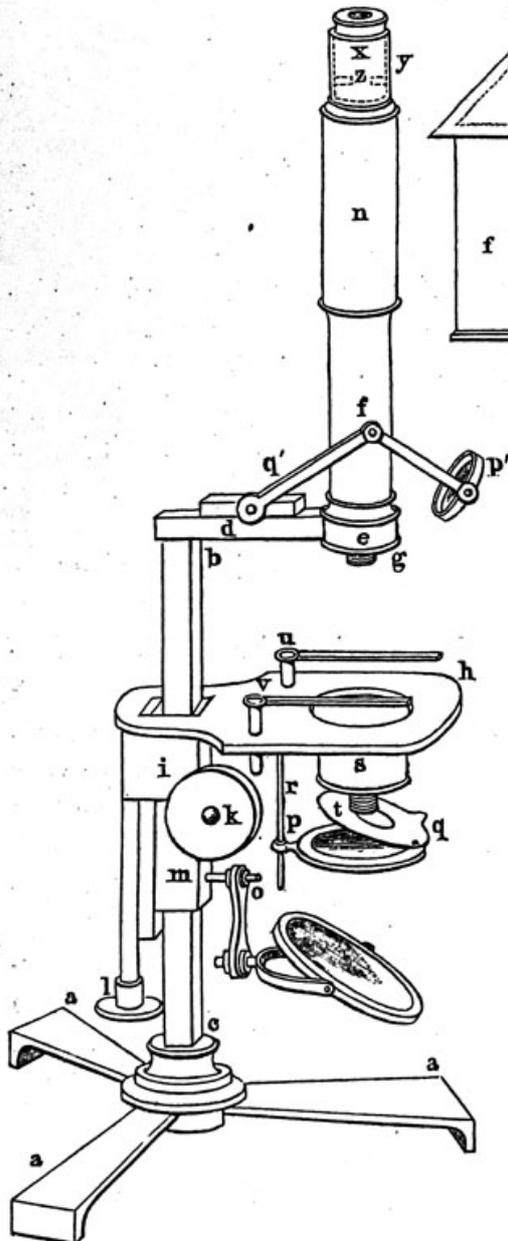
Ueber die übrigen französischen Mikroskope weiss ich nur wenig. Soleil verfertigte Taschenmikroskope für nicht mehr als 35 Francs, die nach Donné (*Comptes rendus* 1841. XII, p. 388) bis zu 300mal vergrössern, und die, obwohl sie keinen Spiegel haben, für alle Untersuchungen eben so ausreichend sein sollen, wie andere gute Mikroskope. Das dürfte aber wohl eine Uebertreibung sein.

In Italien ist es besonders G. B. Amici, früher in Modena, jetzt Professor und Director des Observatoriums in Florenz, der seinen alten wohlverdienten Ruhm würdig behauptet. Von der optischen Wirkung eines seiner Instrumente vom Jahre 1835 habe ich schon oben (S. 297 u. fig.) ausführliche Nachricht gegeben. Ich will hier nur noch bemerken, dass in diesem Mikroskope, gleichwie in den früheren seit 1827 von Amici gelieferten, über dem Objective ein rechtwinkeliges gläsernes Prisma unbeweglich steht und das Mikroskoprohr deshalb eine horizontale Lage hat, dass ferner der Objecttisch durch zwei Schrauben bewegt wird, deren Knöpfe eine Eintheilung haben, um zugleich als Schraubenmikrometer zu dienen, dass der Objecttisch sich durch einen Trieb an dem Stative auf- und abbewegt, dass endlich durch sehr starke dazu gehörige Oculare die Vergrösserung bis zu 7000 Mal gesteigert werden kann, wenn gleich nach den obigen Mittheilungen die äusserste Grenze des optischen Vermögens bereits bei einer viel schwächern Vergrösserung erreicht wird. Dieses Mikroskop kostete mit dem Zubehör nicht weniger als 1500 Francs.

Später hat Amici das Gestell seiner Mikroskope nicht blos sehr vereinfacht, sondern auch verbessert, indem er das Prisma nicht mehr als ständigen Bestandtheil in das Rohr aufnahm, und indem er dem Triebe auch noch eine feine Schraube zur feinen Einstellung zufügte. In der Anfertigung achromatischer Linsensysteme hat er aber solche Fortschritte gemacht, dass eins seiner Instrumente, welches ich 1849 erhielt und zwar zu 500 Francs, unter allen von mir bis dahin untersuchten Mikroskopen

in optischer Beziehung sich als das vollkommenste bewährte. In der mechanischen Einrichtung steht es allerdings manchen anderen nach. In Fig 294 ist dieses Mikroskop abgebildet. Ein Dreifuß mit drei aus einander zu legenden Füßen *aaa* trägt eine vierseitige Stange *bc*, auf welche oben ein platter vierseitiger Arm *d* geschraubt ist, mit dem Ringe *e* am Ende. In diesen Ring passt ein zweiter, der durch eine Bajonet-

Fig. 294.



Mikroskop von Amici.

verbindung damit vereinigt werden kann, sich aber in dem ersten Ringe umdrehen lässt. Der obere weitere Theil dieses zweiten Ringes hat eine Mutterschraube zum Einschrauben des Mikroskoprohres *f*; der engere Theil nach unten aber geht in eine männliche Schraube aus, auf welche die Röhren mit den Objectivlinsen passen. Der fast viereckige Objecttisch *h* hat eine runde Oeffnung und zwei Klemmfedern *u* und *v*, die sich höher und niedriger stellen lassen; er ist mit der Hülse *m* verbunden, die an der Stange durch einen Trieb *k* auf- und niederbewegt werden kann. Zur feinen Einstellung dient eine Schraube mit einem Knopfe *l*, wodurch das mit der vierseitigen Hülse verbundene Stück *i* langsam gehoben und herabgezogen werden kann. Das Mikroskoprohr hat zwei Hälften *f* und *n*, die sich auf einander schrauben lassen, die man aber auch einzeln benutzen kann, wenn man die Höhe des Oculars über dem Tische verkürzen will. Diese Höhe beträgt bei voller Länge des Rohrs 37 Centimeter, dagegen nur 29 Centimeter, wenn es auf die Hälfte verkürzt ist. Auf Verlangen wird ein rechtwinkeliges in eine dreiseitige Röhre eingeschlossenes gläsernes Prisma dazu gegeben, welches auf die bei *A* angegebene Weise zwischen die beiden Röhren *f* und *n* einge-

schraubt wird. Der Beleuchtungsapparat besteht aus einem ebenen Spiegel, dessen Bügel an einem Querarme oder an einer Kurbel  $o$  sitzt, zur excentrischen Beleuchtung; ferner aus einer mit der geraden Fläche aufwärts sehenden planconvexen Linse  $p$ , die an der runden Stange  $r$  höher und niedriger gestellt und auch ausserhalb der Axe gebracht werden kann, und auf der eine geschwärzte, in der Mitte mit einer Oeffnung versehene Scheibe  $q$  liegt, die sich an einem zur Seite befindlichen Stifte herumdreht und als Diaphragma dient. Unter den Objecttisch kann eine Trommel  $s$  geschraubt werden mit der Röhre  $t$ , die sich durch Schrauben höher und niedriger stellen lässt; sie wirkt somit als Diaphragma, indem sie das auf das Object treffende Lichtbündel breiter oder schmaler einwirken lässt. Man kann aber auch eine achromatische Linse auf diese Röhre schrauben, und wenn alsdann die eben erwähnte planconvexe Linse zur Seite gedreht wird, so hat man einen achromatischen Beleuchtungsapparat.

Man ersieht aus dieser Beschreibung, dass dieses Gestell so einfach eingerichtet ist, als es die Benutzung starker Objective, die eine feine Einstellung verlangen, nur irgend zulässt. Alles ist weggelassen, was mehr oder weniger als überflüssig erachtet werden kann, und zu den meisten Untersuchungen ist es auch ganz geeignet. Nur wird man in manchen Fällen einen grössern Objecttisch wünschenswerth finden, so wie eine grössere Festigkeit des ganzen Instruments; auch würde das drehbare Diaphragma besser gerade unter dem Objecttische angebracht sein.

Es gehören zu diesem Mikroskope nicht weniger denn 21 achromatische Doppellinsen, die zu 13 verschiedenen Combinationen oder Systemen zusammengestellt werden können. Manche davon haben ziemlich gleiche Brennweiten und geben also auch ziemlich die nämlichen Vergrösserungen; sie sollen aber mit Deckplättchen von verschiedener Dicke (von  $\frac{1}{5}$  bis  $1\frac{1}{2}$  Millimeter) gebraucht werden (§. 160). Das ist eine gewichtige Verbesserung, deren Nothwendigkeit Amici schon seit 1829 begriffen hat und die er auch zu erreichen strebte. So geben z. B. vier von jenen Combinationen mit dem schwächsten Oculare Vergrösserungen von 664, 672, 644 und 650, was freilich nur geringe Unterschiede sind; aber es soll bei diesen vier Combinationen gar kein Deckgläschen, oder aber ein solches von  $\frac{1}{5}$ ,  $\frac{1}{4}$  und  $\frac{1}{3}$  Millimeter Dicke benutzt werden.

Die Brennweiten dieser verschiedenen Objectivsysteme wechseln von 36,68 Millim. bis zu 2,57 Millim.\*). Zu den meisten gehören drei

\*) Amici hatte übrigens schon damals stärkere Objectivsysteme verfertigt. Mohl (Mikrographie, S. 16), dessen Methode zur Bestimmung der Brennweite ich übrigens für nicht so genau erachte als die meinige, weil sie nicht so direct ist, giebt an, das stärkste Objectivsystem seines Amici'schen Mikroskops habe 0,86''' , d. h. also 1,9 Millimeter Brennweite. In der Beschreibung dieses Mi-

Doppellinsen, zu einigen, bei denen Deckgläschen benutzt werden, aber auch vier, wo dann die oberste eine Correctivlinse mit ziemlich grosser Brennweite ist, weshalb sie die eigentliche Vergrösserung nur wenig modificirt.

Es gehören drei Oculare dazu, die auch eine besondere Einrichtung haben. Sie bestehen nämlich aus zwei in einander verschiebbaren Röhren  $x$  und  $y$ , deren jede eine planconvexe Linse enthält, und die innere Röhre hat ein Diaphragma  $z$ . Ist das innere Rohr eingeschoben, dann hat man ein Ramsden'sches Ocular; durchs Ausziehen kann man es aber in ein Huygens'sches verwandeln. Diese Einrichtung hat den Zweck, auch die letzten Spuren von Aberration möglichst zu beseitigen, worüber früher (§. 159) das Nöthige angegeben worden ist. Bei ganzer Rohrlänge beträgt die Vergrösserung dieser Ramsden'schen Oculare das 6,9fache, das 10,7fache und das 14,9fache des Objectivsystems allein. Ihr Gesichtsfeld für 25 Centimeter Sehweite ist 217, 210 und 240 Millimeter breit; das Gesichtsfeld ist somit merklich grösser, als ich es (mit Ausnahme des Kellner'schen) bei irgend einem der von mir untersuchten Mikroskope kennen gelernt habe, hat aber die nachtheilige Eigenschaft einer sehr starken Biegung, da die Vergrösserung in der Mitte des Feldes zu jener am Rande bei Nr. 1 = 1:1,075, bei Nr. 2 = 1:1,136, bei Nr. 3 = 1:1,187 sich verhält. Macht man die Entfernung zwischen den beiden Augengläsern grösser, so lässt sich zwar ein ganz ebenes Gesichtsfeld herstellen, aber natürlich auf Kosten der Vergrösserung und der Ausbreitung des Gesichtsfeldes.

Es würde etwas ganz Ueberflüssiges sein, wollte ich hier einen vollständigen Bericht davon geben, welche Resultate bei der Untersuchung des optischen Vermögens aller Combinationen erhalten wurden; ich beschränke mich daher auf die folgenden:

Objectivsystem.	Brennweite.	Oeffnungswinkel.	Ocular.	Vergrösserung.	Nobert's Probetäfelchen.
Nr. 1 b.	26,15mm	26°	Nr. 1	96	Zweite Gruppe deutlich.
2	7,45	67°	1	217	Siebente „ „
4	8,69	73°	2	310	Achte „ „
6	4,00	70°	1	423	Desgleichen.
11	2,67	94°*)	1	650	Neunte Gruppe deutlich.

kroskops in den Annalen der Chemie und Physik 1844. XII, S. 117 liest man; das stärkste System habe eine Brennweite von  $\frac{1}{2}$  Millimeter. Damit ist ohne Zweifel die Entfernung der untersten Linse des Systems von dem Objecte gemeint und nicht die Brennweite der äquivalenten Linse.

\*) Schon damals hatte übrigens Amici Linsensysteme mit grösserem Oeffnungswinkel gefertigt. Bei seinem Aufenthalte in England im Jahre 1844 zeigte er

Die neunte Gruppe ist bei passender Beleuchtung so deutlich, dass man jeden Strich ganz scharf gesondert sieht, ja selbst in der zehnten Gruppe lassen sich noch einzelne Striche unterscheiden \*).

Die Grössen der kleinsten dioptrischen Bildchen, die man mit den nämlichen Linsensystemen bekommt, erhellen aus der folgenden Tabelle:

Linsen- system.	Ocular.	Vergrösse- rung.	Kugelförmige Objecte.	Fadenförmige Objecte.	Drahtnetz	
					Drähte.	Maschen- räume.
Nr. 1	Nr. 1	96	0,662mm $\frac{1 \text{ mm}}{1510}$	0,0771mm $\frac{1 \text{ mm}}{12900}$	0,500mm $\frac{1 \text{ mm}}{2000}$	0,821mm $\frac{1 \text{ mm}}{1210}$
	2	149	0,564mm $\frac{1 \text{ mm}}{1770}$	0,0600mm $\frac{1 \text{ mm}}{16600}$	0,370mm $\frac{1 \text{ mm}}{2700}$	0,607mm $\frac{1 \text{ mm}}{1640}$
	3	197	0,533mm $\frac{1 \text{ mm}}{1880}$	0,0579mm $\frac{1 \text{ mm}}{17400}$	0,394mm $\frac{1 \text{ mm}}{2500}$	0,646mm $\frac{1 \text{ mm}}{1550}$
Nr. 2	1	217	0,438mm $\frac{1 \text{ mm}}{2290}$	0,0486mm $\frac{1 \text{ mm}}{20680}$	0,239mm $\frac{1 \text{ mm}}{4190}$	0,392mm $\frac{1 \text{ mm}}{2560}$
	2	336	0,408mm $\frac{1 \text{ mm}}{2560}$	0,0490mm $\frac{1 \text{ mm}}{20400}$	0,240mm $\frac{1 \text{ mm}}{4170}$	0,394mm $\frac{1 \text{ mm}}{2530}$
	3	468	0,395mm $\frac{1 \text{ mm}}{2660}$	0,0460mm $\frac{1 \text{ mm}}{21800}$	0,240mm $\frac{1 \text{ mm}}{4170}$	0,394mm $\frac{1 \text{ mm}}{2530}$
Nr. 6	1	423	0,235mm $\frac{1 \text{ mm}}{4260}$	0,0299mm $\frac{1 \text{ mm}}{33400}$	0,211mm $\frac{1 \text{ mm}}{4740}$	0,345mm $\frac{1 \text{ mm}}{2900}$
	2	656	0,251mm $\frac{1 \text{ mm}}{3990}$	0,0333mm $\frac{1 \text{ mm}}{30000}$	0,227mm $\frac{1 \text{ mm}}{4400}$	0,372mm $\frac{1 \text{ mm}}{2660}$
	3	912	0,254mm $\frac{1 \text{ mm}}{3940}$	0,0333mm $\frac{1 \text{ mm}}{30000}$	0,225mm $\frac{1 \text{ mm}}{4440}$	0,370mm $\frac{1 \text{ mm}}{2700}$
Nr. 11	1	650	0,209mm $\frac{1 \text{ mm}}{4790}$	0,0242mm $\frac{1 \text{ mm}}{41300}$	0,163mm $\frac{1 \text{ mm}}{6140}$	0,267mm $\frac{1 \text{ mm}}{3750}$
	2	1008	0,215mm $\frac{1 \text{ mm}}{4650}$	0,0246mm $\frac{1 \text{ mm}}{40700}$	0,167mm $\frac{1 \text{ mm}}{6000}$	0,274mm $\frac{1 \text{ mm}}{3650}$
	3	1402	0,225mm $\frac{1 \text{ mm}}{4440}$	0,0249mm $\frac{1 \text{ mm}}{40200}$	0,183mm $\frac{1 \text{ mm}}{5460}$	0,302mm $\frac{1 \text{ mm}}{3310}$

dort ein Objectivsystem vor, dessen planconvexe Linse aus borkieselsaurem Blei bestand, das eine Brennweite von 3,6 Millimeter und einen Oeffnungswinkel von 112° hatte (Quekett l. l. p. 430). Wir werden später sehen, dass er weiterhin Linsensysteme mit noch weit grösserem Oeffnungswinkel hergestellt hat.

\*) Mohl (Mikrographie, S. 027) giebt an, er habe durch sein Amici'sches Mikro-

Man ersieht sogleich aus dieser Tabelle, dass das optische Vermögen der beiden stärksten Systeme schon mit dem ersten Oculare die höchste Stufe erreicht hat, während es bei den schwächeren Systemen durch die Oculare noch erhöht wird.

Belehrend ist die Vergleichung dieser Resultate mit jenen, wie sie andere, etwa gleichzeitig gefertigte Mikroskope geliefert haben, namentlich das Oberhäuser'sche (S. 707). Man überzeugt sich aus den beiderlei Tabellen, dass beide Instrumente im Allgemeinen ungefähr gleiches optisches Vermögen besitzen, dass aber mit dem Oberhäuser'schen Mikroskope noch etwas kleinere kugelförmige und fadenförmige Objecte gesehen werden können, als mit dem Amici'schen, während dagegen das letztere den Vorzug verdient, wenn es darauf ankommt, Objecte von einander zu unterscheiden, die nur wenig von einander entfernt sind.

Um aber die Leistung der beiden Optiker zu beurtheilen, muss eigentlich noch ein ganz anderer Maassstab angelegt werden. Es genügt nämlich nicht, die gleichen Vergrößerungen unter einander zu vergleichen, sondern es müssen auch diese Vergrößerungen, sollen sie zur Vergleichung sich eignen, das Product der nämlichen Factoren sein, d. h. die Brennweite des Linsensystems und die Vergrößerung des Oculars müssen einander etwa gleich sein.

Das neunte Objectivsystem Oberhäuser's mit der Brennweite von 1,7 Millim. ist daher nicht zu vergleichen mit dem stärksten Amici'schen Objectivsysteme, welches 2,67 Millim. Brennweite hat; vielmehr muss das letztere mit dem achten Oberhäuser'schen Systeme von 2,5 Millim. Brennweite verglichen werden, dem es also ziemlich gleichkommt. Das Gleiche gilt aber auch von den Ocularen: das schwächste Amici'sche kommt ungefähr gleich dem vierten des Oberhäuser'schen Mikroskops.

Stellt man nun mit solcher Rücksichtnahme die durch beide Mikroskope erlangten Resultate einander gegenüber, so tritt die vorzüglichere Güte der Amici'schen Linsensysteme ganz deutlich hervor, namentlich in Betreff des unterscheidbar machenden Vermögens; denn hierin verhält sich Nr. 11 von Amici zu Nr. 8 von Oberhäuser etwa wie 3 : 2. Bei schwächeren Vergrößerungen tritt dies vielleicht noch bestimmter hervor, da mit einem Amici'schen Objective von 8,7 Millim. Brennweite die Striche der achten Gruppe des Nobert'schen Probetäfelchens bereits ganz deutlich erkannt werden, wozu schon ein Oberhäuser'sches Objectiv von 2,5 Millim. Brennweite erforderlich ist. Das erwähnte

skop die neunte Gruppe deutlich, und die zehnte noch gestrichelt gesehen. Später sah er an einem andern ihm von Nobert geschickten Probetäfelchen auch die zehnte Gruppe deutlich (Schuhmacher's Astronom. Nachr. 1849. Ergänzungsheft S. 94). Dies beweist aber nur, dass das zweite Probetäfelchen vom ersten verschieden war. Mir selbst ist es später begegnet, dass ich mit dem nämlichen Mikroskope bei sehr schief einfallendem Lichte auf einem Nobert'schen Probetäfelchen mit zwanzig Gruppen die siebenzehnte noch deutlich sehen konnte.

Amici'sche Objectiv besitzt aber auch den für diese Brennweite sehr ansehnlichen Oeffnungswinkel von  $73^{\circ}$ .

Der Grund dieses stärkeren Vermögens der Unterscheidbarmachung bei den Amici'schen Objectiven liegt offenbar allein in der auffallend grössern Oeffnung, die er schon damals seinen Linsensystemen gab. Weiterhin hat aber Amici seine Objectivsysteme noch mehr verbessert, wie man aus seinem Berichte ersieht, den er einem für Achille Brachet in Paris bestimmten Mikroskope beigab, welchen der letztere in einem übrigens ganz sonderbar verfassten Schriftchen (*Simplex préliminaires sur le commentaire de la notice du meilleur microscope dioptrique composé achromatique du professeur Amici. Par. 1856*) hat abdrucken lassen. Nach diesem Berichte hat:

	Brennweite.	Oeffnungswinkel.
Nr. 1	22,82 <sup>mm</sup>	$26^{\circ}$
2	8,47	37
3	4,27	70
4	3,92	57
5	3,50	77
6	1,74	160

Man ersieht hieraus, dass es Amici späterhin gelungen ist, seinen stärksten Systemen auch einen viel grössern Oeffnungswinkel zu verschaffen. Dabei bleibt die Fläche des stärksten Objectivs doch noch 0,4 Millim. vom Objecte entfernt, eine ungewöhnlich grosse Entfernung für ein System von nur 1,74 Millim. Brennweite und von  $160^{\circ}$  Oeffnung.

Es sind ferner für dieses Objectiv sechs verschiedene Glassorten verwendet, deren jede ein anderes Brechungs- und Dispersionsvermögen besitzt. Dadurch ist es möglich geworden, die verschiedenen Strahlen des Spectrums in weit vollkommener Weise zu vereinigen, als wenn nur zwei Glassorten genommen werden, wo dann stets das sogenannte secundäre Spectrum übrig bleibt. Nach Amici selbst lassen sich dadurch noch Strichelchen unterscheiden, die  $\frac{1}{6000}$  Linie ( $\frac{1}{2664}$  Millim. = zwanzigste Gruppe des Nobert'schen Probestättchens) von einander abstehen.

Dieses Objectivsystem und noch ein anderes hat Amici ausdrücklich dazu eingerichtet, dass die Vorderfläche der untersten Linse in Wasser getaucht werden kann, wie bereits bei einem Mikroskope, welches mein College Donders im Jahre 1850 von ihm erhielt. Zu dem Ende wird auf die Vorderfläche der untersten Linse sowohl als auf das Deckplättchen über dem Objective mittelst eines Pinsels ein Tropfen Wasser gebracht, so dass beide Tropfen sich vereinigen, sobald das Objectiv in die gehörige Entfernung vom Objecte gekommen ist und somit eine dünne Wasserschicht zwischen der Linse und dem Deckgläschen liegt. Die Brennweite wird dadurch verkürzt und die Vergrösserung nimmt zu; dies verlangt aber wieder, dass die das Objectivsystem zusammensetzen-

den Linsen einander stärker genähert werden, weil sonst die Entfernung der vordersten Linse vom Objecte zu klein ausfallen würde.

Der eigentliche Vortheil dieses Verfahrens ist aber nicht darin zu suchen, dass die vergrössernde Kraft zunimmt, sondern vielmehr darin, dass bei Benutzung des Wassers die Reflexion des Lichts auf die dem Objecte zugewendete Oberfläche der vorderen Linse des Objectivsystems fast ganz abgeschnitten wird. Diese Reflexion übt einen um so nachtheiligeren Einfluss aus, als die Oeffnung des Linsensystems grösser wird; denn sie ist am bedeutendsten bei jenen Strahlen, welche in schiefster Richtung auf das Objectiv treffen, also bei den Randstrahlen. Eine Verminderung der Reflexion dadurch, dass zwischen das Object und das Objectiv ein Medium kommt, dessen Brechungsvermögen von jenem des Glases weniger differirt als jenes der Luft, hat daher ungefähr die gleiche Folge, als wenn man den Oeffnungswinkel vergrösserte. An dem Bilde, welches alsdann vor dem Oculare entsteht, nehmen die Randstrahlen grösseren Antheil und demgemäss steigert sich das Unterscheidungsvermögen des Mikroskops.

Es unterliegt somit keinem Zweifel, dass dieses Verfahren in den Händen eines geübten Beobachters sich noch nützlich bewähren kann, wenn es darauf ankommt, bis zu den äussersten Grenzen des noch durchs Mikroskop Wahrnehmbaren zu gelangen. Auch leiden die Linsen nicht, wenn man Sorge trägt, sie immer wieder gehörig abzutrocknen. Indessen muss zugegeben werden, dass die Fälle verhältnissmässig selten vorkommen, wo dieses Verfahren wirklichen Nutzen bringt. Bei den gewöhnlichen Untersuchungen, wozu man ein Mikroskop braucht, kann man desselben ohne Nachtheil entbehren\*).

Amici's Mikroskop ist noch durch eine Besonderheit ausgezeichnet, die ich nicht mit Stillschweigen übergehen darf. Wie gesagt, steckt das Mikroskoprohr in einem Ringe; es lässt sich um seine Axe und somit auch um die Axe aller Objective und Oculare drehen, und diese Einrichtung hat zuverlässig ihren Nutzen. Bei schwer erkennbaren gestrichelten Probeobjecten, ebenso beim Betrachten der Striche am Nobert'schen Probetäfelchen kann man sich davon überzeugen, dass das Bild bei manchen Stellungen des Rohrs weniger scharf hervortritt, als nachdem man letzteres um einen gewissen Winkel umgedreht hat. Eine Erklärung davon ist aber schwer zu geben. Amici selbst sucht sie in der Aberration des Auges, die bei einer bestimmten Stellung des Rohrs eine entgegengesetzte Aberration des Mikroskops aufheben soll. Diese Erklärung kommt mir aber weniger annehmbar vor, als wenn Mohl (Mikrographie S. 177) an eine nicht ganz genaue Centrirung der Linsen

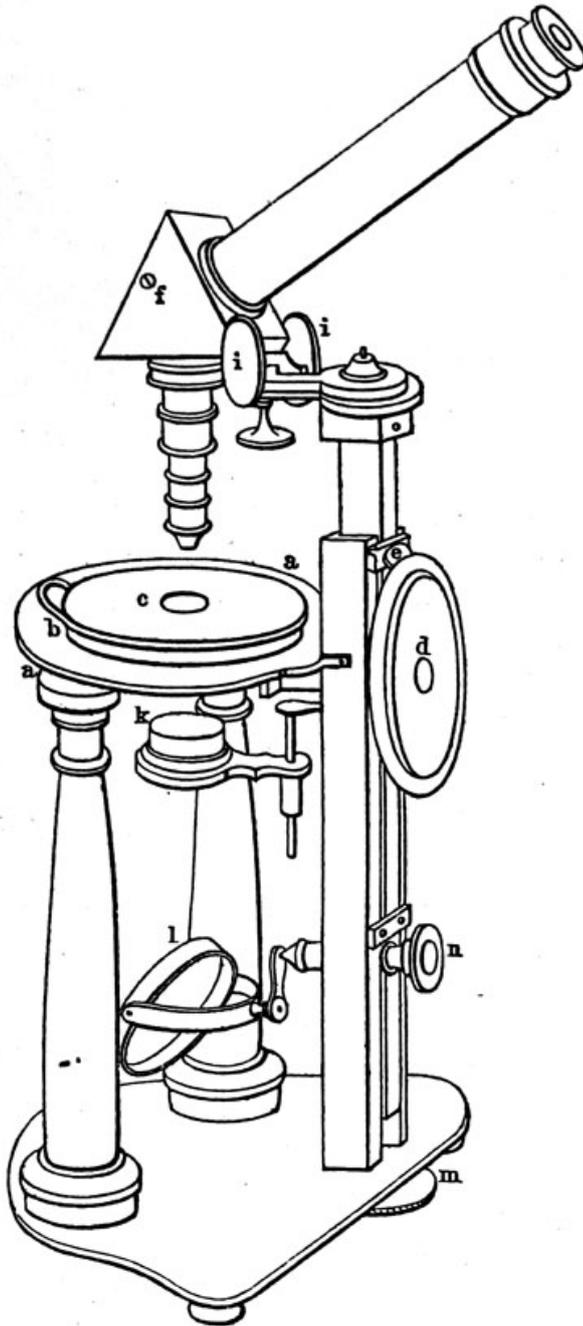
---

\*) Nachet hat dieses Verfahren bei seinem Systeme Nr. 8 (S. 717) auch in Anwendung gebracht. Es ist zur Beobachtung in Luft bestimmt, kann aber auch auf diese Art mit Wasser befeuchtet werden. Ich fand, dass die Vergrösserung dann etwa um  $\frac{1}{6}$  zunimmt.

denkt und den Nutzen der Umdrehung darin sucht, dass dadurch jener Theil des Objectivs, worin die Aberration am schwächsten ist, rechtwinkelig zu den zu beobachtenden Strichelchen zu stehen kommt.

Vor mehreren Jahren hat Professor F. Pacini in Pisa ein Mikroskopgestell beschrieben (*Nuovi Annali delle Sc. naturali di Bologna*. Nov.

Fig. 295.



Mikroskop von Pacini.

1845), [welches nicht nur zierlich geformt, sondern auch bequem zu gebrauchen ist (Fig. 295). Auf zwei runden Säulen ruht unbeweglich der Objectisch *aa*. Auf demselben befindet sich die bewegliche runde Platte *c* mit einer Oeffnung in der Mitte, welche einer grösseren Oeffnung in dem Objectische selbst entspricht. Der Rand dieser Platte ist, gemäss seiner Bestimmung als Goniometer, in 360 Grade eingetheilt und sie dreht sich auf der Scheibe *b* um ihre Axe; letztere aber kann abwechselnd vor- und rückwärtsbewegt werden durch eine Mikrometerschraube, deren breiter Knopf sich in *d* befindet. Dieser Knopf ist in 100 Theile getheilt, und durch einen Nonius *e* liest man die Zehntel ab.

Das Mikroskoprohr ist an die dreiseitige Röhre *f* geschraubt, in der sich ein gleichseitiges dreieckiges Prisma befindet, so dass die Strahlen, wenn sie durch das Objectiv gegangen sind, unter einem Winkel von  $30^\circ$  reflectirt werden. Man kann aber dieses Prisma auch weg-

nehmen und das Mikroskop vertical stellen. Der Arm, worauf dieser Theil ruht, hat eine Schraube, deren Knöpfe man bei *ii* sieht: dadurch kann das ganze Mikroskoprohr nebst Prisma und Objectiv in querer Richtung bewegt werden, also rechtwinkelig zur Bewegung der Objectplatte *c*, welche durch die Schraube *d* von hinten nach vorn bewegt wird.

Der Arm mit dem optischen Apparate ruht auf einer Stange, welche durchs Umdrehen des Knopfs *n* schnell auf- und niederbewegt wird. Der langsamen Bewegung und feinen Einstellung dagegen dient eine Schraube, deren Knopf bei *m* sichtbar ist.

Der Beleuchtungsapparat besteht aus einem Spiegel *l*, der sich in einem an einer Kurbel befestigten Bügel dreht; ferner aus einer Beleuchtungslinse *k* mit einem darüber sich drehenden Diaphragma.

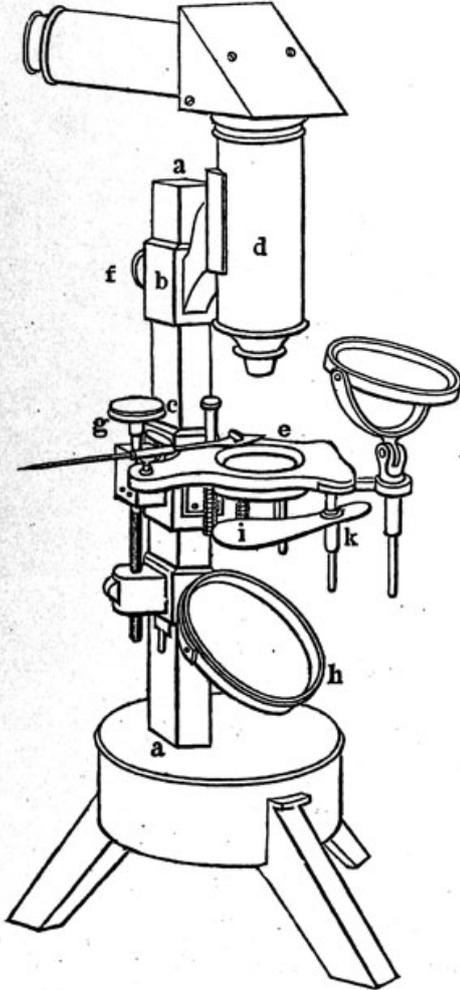
Dieses Gestell gehört zuverlässig zu den besten der Neuzeit: es besitzt alle guten Eigenschaften des neuern Modells der Oberhäuser'schen Mikroskope, nämlich Festigkeit, einen grossen Objecttisch, Platz für den Beleuchtungsapparat u. s. w., ohne die plumpe Form, wodurch das letztere entstellt wird. Man sieht aber leicht ein, dass noch mehrere Veränderungen und Vereinfachungen daran anzubringen sein würden, wodurch die ganze Einrichtung einfacher und wohlfeiler werden müsste, ohne dass der Brauchbarkeit dadurch Abbruch geschähe.

Nachdem Frankreich und Italien darin vorausgegangen waren, durch 437  
Vereinigung mehrerer achromatischer Doppellinsen aplanatische Mikroskope herzustellen, folgte man diesem Beispiele alsbald in Deutschland nach und, wie zu erwarten, zuerst im optischen Institute in München, dessen Gründer, der ausgezeichnete Frauenhofer, schon früher, wie wir gesehen haben, achromatische Mikroskope fertigte. Sein Nachfolger, Georg Merz, brachte 1829 ein Mikroskop zu Stande (Döllinger, Nachricht von einem verbesserten aplanatischen Mikroskope. München 1829), welches ohne Zweifel viel besser war als die früheren Münchener Instrumente, und bei dem auch die verschiedenen Linsen zu einem zusammengesetzten Objective vereinigt werden konnten. Hierzu benutzte er zuvörderst die vier achromatischen Linsen, die bis dahin zum Frauenhofer'schen Mikroskope gehörten, und deren stärkste eine Brennweite von 16 Millimeter hatte; er fügte jedoch noch eine fünfte hinzu mit 12 Millimeter Brennweite. Es scheinen aber noch lauter biconvexe Linsen gewesen zu sein, und sie standen somit gegen die in Paris und in Modena gefertigten zurück. Ihre Helligkeit und Schärfe wurde übrigens damals von competenten Beurtheilern, wie Brown (*Philos. Transact.* 1830, p. 118) und in Schuhmacher's *Astron. Nachrichten* IX, S. 110 sehr gerühmt. Es gehörten vier Oculare zu diesem Mikroskope. Seine Vergrößerung ging von 12 bis 1000.

Während aber dieses Mikroskop (Fig. 296 a. f. S.) in der einen optischen Beziehung, nämlich wegen der biconvexen Linsen, wahrscheinlich jenen nachstand, die aus den Werkstätten von Chevalier und Amici

kamen, fand sich an demselben eine andere wesentliche Verbesserung, die späterhin bei vielen Mikroskopen beibehalten wurde. Merz erkannte

Fig. 296.



Mikroskop von Merz.

bewegt wird. Zum Beleuchtungsapparate gehört ein Spiegel *h* mit concaver und gerader Fläche, sowie ein Diaphragma *i*, das sich um den Stift *k* dreht und an diesem sich höher und niedriger stellen lässt.

In den folgenden Jahren scheint das optische Institut nur wenige Mikroskope geliefert zu haben; wenigstens geschieht ihrer Benutzung nur selten Erwähnung. Dies mag wohl dem Umstande zuzuschreiben sein, dass viele und grosse Teleskope daselbst verfertigt wurden, wodurch das Mikroskop mehr in den Hintergrund kam. Im Jahre 1843 bestellte aber der Herzog von Leuchtenberg bei den damaligen Inhabern des Instituts Merz und Mahler ein möglichst vollkommenes Mikroskop, welches von Merz und dessen Sohne Sigismund gefertigt und von einem andern Sohne Ludwig Merz (Die neueren Verbesserungen am Mikroskope u. s. w. München 1844) beschrieben wurde. Aus dieser Beschreibung,

nämlich, dass durch das reflectirende gläserne Prisma, welches Amici in sein horizontales Mikroskop brachte, immer etwas Licht verloren geht, und deshalb gab er seinem Mikroskoprohre die Einrichtung, dass das Prisma zwar eingeschoben war, aber nach Willkür auch wieder weggenommen werden konnte, wo dann das ganze Rohr vertical stand. So wurden die Vortheile des Prismas gewahrt, seine Nachteile aber beseitigt. Uebrigens war die mechanische Einrichtung dieses Mikroskops eben so einfach als zweckmässig. Eine vierseitige Stange *aa* ruht auf einem festen Dreifusse. Diese Stange ist aus Stahl, alles Uebrige dagegen aus Messing. Zwei vierseitige Hülzen *b* und *c* schieben sich an dieser Stange auf und nieder: *b* trägt das Mikroskoprohr *d*, *c* hingegen den Objecttisch *e*, und so können diese beiden möglichst in die nöthige Entfernung von einander gebracht werden. Die obere Hülse wird durch die Klemmschraube *f* festgestellt. Zur genauen Einstellung dient die feine Schraube *g*, wodurch der Objecttisch allmählig auf- und abwärts

die durch keine Abbildung erläutert wird, ersieht man, dass die mechanische Einrichtung des frühern Mikroskops grossentheils beibehalten wurde. Nur in den Bewegungen sind ein paar Verbesserungen vorgenommen worden: der Objecttisch kann durch einen Trieb höher und niedriger gestellt werden, und zur feinen Einstellung dient Mahler's Kugelschraube, womit das Mikroskoprohr in der Hülse in die Stange greift.

Der optische Theil besteht aus sechs achromatischen Linsen, die unter einander zu fünf Systemen verbunden werden können. In dem Rohre befindet sich eine achromatische concave Linse, wodurch die Vergrösserung verstärkt wird. Es gehören dann fünf verschiedene Oculare dazu, so dass die Vergrösserung von 12 bis zu 2400 steigt.

Die Beleuchtung wird nicht durch einen Spiegel bewirkt, sondern durch ein Glasprisma, das unter verschiedenen Winkeln aufgestellt werden kann. Unter dem Objecttische befindet sich eine Röhre, worin eine zweite durch einen Trieb auf- und niedergeschoben werden kann, und in dieser sind zwei convexe Linsen enthalten in einer Entfernung von einander, welche doppelt so gross ist als die Brennweite der kleinern Linse.

Sodann gehören noch verschiedene Apparate dazu, unter andern ein kleines rechtwinkeliges Prisma, dessen Kathetenfläche 16 Quadratlinien enthält und das an das Objectiv angeschraubt wird, wenn man chemische Einwirkungen von der Seite beobachten will, ein Schraubenmikrometer, welches bis  $\frac{1}{100000}$  Par. Zoll angiebt u. s. w.

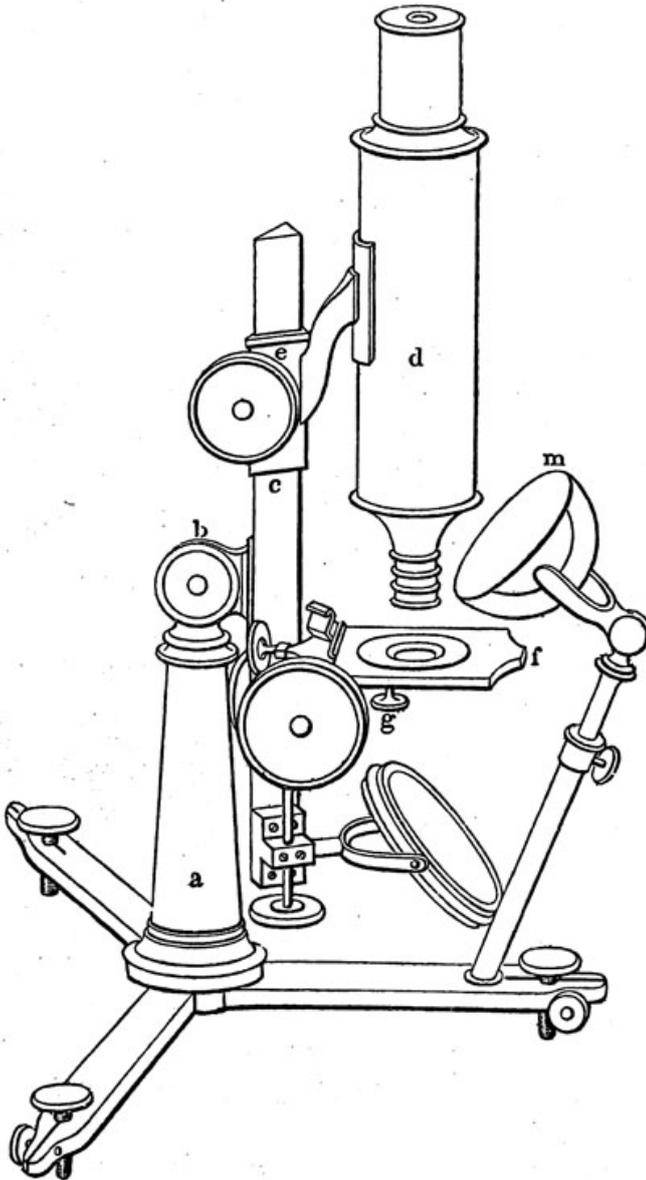
Aus dieser kurzen Beschreibung ist ersichtlich, dass sich dieses Mikroskop von anderen jetzt gebräuchlichen in manchen Punkten unterscheidet, z. B. in der Art und Weise der feinen Einstellung, im Beleuchtungsapparate u. s. w. Ob diese Veränderungen aber auch Verbesserungen sind, und ob namentlich das kostbare Glasprisma Besseres leistet als der gewöhnliche Spiegel, das lässt sich blos beim Gebrauche eines solchen Instruments feststellen.

Nach dem Preiscourant des optischen Instituts (Merz u. Sohn) vom Jahre 1846 kostet dieses Mikroskop mit allem Zubehör 720 rheinische Gulden. Ein solches Mikroskop mit nur fünf Objectivlinsen und drei Ocularen, bis zu 1100 Mal vergrössernd, mit einem Spiegel statt des Prismas, kostet 300 Gulden; ein anderes mit vier Objectivlinsen und zwei Ocularen, bis zu 240 Mal vergrössernd, 136 Gulden; ein solches mit drei Objectivlinsen und Einem Oculare, bis zu 115 Mal vergrössernd, 66 Gulden.

Nur Einmal, und zwar erst vor Kurzem, habe ich Gelegenheit gehabt, ein kleines Mikroskop aus dieser Werkstatt zu untersuchen. Ich fand es sehr mittelmässig, und weder die sphärische noch die chromatische Aberration schienen mir in dem Maasse verbessert zu sein, wie wir es jetzt bei den guten Instrumenten anzutreffen pflegen.

Der zweite, der sich in Deutschland, und zwar mit dem glücklichsten Erfolge, auf die Verfertigung achromatischer Mikroskope legte, ist Simon Plössl in Wien (Alte Wieden, Feldgasse, am Eck der Schmölerlgasse Nr. 215), dessen Instrumente seit 1830 eine allgemeine Verbreitung gefunden haben. Das Gestell von einem seiner Mikroskope ist Fig. 297 dargestellt. Auf einem Dreifusse, der durch Stellschrauben

Fig. 297.



Mikroskop von Plössl.

horizontal gestellt werden kann, ruht die Säule *a*, mit welcher oben durch das Charnier *b* die dreiseitige stählerne Stange *c* verbunden ist. (Bei einigen seiner Mikroskope hat Plössl auch die Säule mit dem Charniere weggelassen, es ruht die dreiseitige Stange unmittelbar auf dem Fussgestelle, und auf einem der drei Füsse steht der Spiegel.) Das Mikroskoprohr *d* ist an der dreiseitigen Hülse *e* aufgehängt, die sich durch einen Trieb an der Stange *c* auf- und niederbewegt. Der Objecttisch *f* kann durch die feine Schraube *g* höher oder niedriger gestellt werden, und 2 diagonal stehende Schrauben an demselben bewegen die Objecte im Gesichtsfelde. Auf demselben passt auch ein

Schraubenmikrometer mit einem Nonius, der noch  $\frac{1}{100000}$  Wiener Zoll anzeigt. Der Beleuchtungsapparat für durchfallendes Licht besteht aus einem Hohlspiegel, der auf der Hinterseite geschwärzt ist, mit einer Linse zur Verstärkung des Lichts, und aus einem Selligueschen convexen Prisma *m* für auffallendes Licht.

Die Plössl'schen Mikroskope zeichnen sich durch eine sorgsame und genaue Arbeit aus. Die ganze Einrichtung des Gestells indessen ist namentlich wegen der ansehnlichen Höhe nicht so zweckmässig, wie bei manchen anderen, da man nur stehend damit arbeiten kann. Ich muss jedoch bemerken, dass Plössl das Mikroskoprohr auch aus zwei Hälften bildet, um nach Willkür ein Glasprisma dazwischen einzusetzen, ganz so, wie es Merz und späterhin auch Amici und andere gethan haben, und dann kann man damit auch im Sitzen arbeiten.

Zu diesem Mikroskope gehörten früherhin nur sieben achromatische Doppellinsen, deren Röhrchen sich aufeinander schrauben lassen, so dass man vier bis fünf verschiedene Systeme bekommt. Nach Mohl (Mikrographie S. 16) hatten die drei stärksten Linsen seines Plössl'schen Mikroskops zusammen 3,15 Millimeter Brennweite. Seit 1848 ist aber Plössl hierin weiter gegangen. Zu seinen früheren sieben Doppellinsen kommt jetzt noch ein System mit dem Zeichen *a, b, c*, dessen Vergrösserung sich nach Perty (Die Bewegung durch schwingende mikroskopische Organe. Bern 1848, S. 23) zu jener der früheren stärksten Combination wie 38:28 verhält; seine Brennweite wird daher wahrscheinlich etwa 2 Millimeter betragen\*).

Plössl hat sechs Oculare. Eins derselben besteht aus zwei achromatischen Linsen; sein Gesichtsfeld ist kleiner als bei den anderen, auch giebt es nur eine schwächere Vergrösserung. Diesen Umständen eher als seiner besondern Einrichtung ist die grössere Schärfe des Bildes zuzuschreiben, da nach der frühern Auseinandersetzung (§. 158) gerade in der Aberration des Oculars sich ein Mittel bietet, um die entgegengesetzte Aberration des Objectivs zu beseitigen.

Die Plössl'schen Mikroskope, die ich gesehen habe, sind übrigens durch grosse Helligkeit und Schärfe ausgezeichnet, und im optischen Vermögen werden sie gewiss nur von wenigen übertroffen. Nach Pohl (Sitzungsberichte d. Kais. Akad. zu Wien. 1853. XI, S. 504) ist bei schiefer Beleuchtung mit dem neuesten stärksten Objectivsysteme *abc* und mit dem aplanatischen Oculare bei 292maliger Vergrösserung und bei 8 Par. Zoll Sehweite die 15. Gruppe des Nobert'schen Probetäfelchens noch ganz deutlich, was für ein grosses Unterscheidungsvermögen spricht, mit dem sich muthmaasslich ein grosser Oeffnungswinkel vergesellschaftet. Nach Pohl soll Plössl's Mikroskop hierin das Nacet'sche übertreffen, welches er damit verglich; indessen hatte letzteres dafür das Uebergewicht im begrenzenden Vermögen.

Bei dem frühern Mikroskope Plössl's ging die Vergrösserung mit dem stärksten Oculare und dem stärksten Objective (Nr. 5, 6 und 7) auf

\*) Nach Radicke (Optik II, S. 353) hat Plössl auch achromatische Doppellinsen aus Bergkrystall und Flintglas verfertigt. Das geringere Dispersionsvermögen des Bergkrystalls im Vergleiche zum Kronglase kann aber kaum die Mühe aufwiegen, die es haben muss, der doppelten Strahlenbrechung zu entgehen, die dem Bergkrystalle zukommt.

1400 bis 1500. Dasselbe kostet ohne aplanatisches Ocular, ohne Schraubenmikrometer u. dergl. 195 Gulden C.-M., mit dem Schraubenmikrometer 275 Gulden C.-M. Das aplanatische Ocular für sich allein kostet 10 Gulden, der bewegliche Objecttisch 12 Gulden, das Prisma zur horizontalen Stellung des Rohrs 15 Gulden.

Plössl liefert auch einfachere zusammengesetzte Mikroskope, zu denen weniger Objectivsysteme kommen und die daher auch weniger kosten. Eins, dessen mechanische Einrichtung in der Hauptsache wie beim grössern Mikroskope ist, mit fünf achromatischen Linsen, kostet 90 Gulden C.-M., und ein Taschen- oder Reisemikroskop mit gleichviel Linsen, bei dem aber das Kästchen als Fussstück dient, 80 Gulden. Bei diesen beiden ist zwar der Umfang der Vergrösserung niedriger stehend, da ihnen die stärkste Linse fehlt; dessen ungeachtet sind sie für die meisten wissenschaftlichen Untersuchungen ganz ausreichend. Beschränkter in der Anwendung ist noch ein anderes zusammengesetztes Mikroskop, welches mit 45 Gulden auf dem Preiscourante steht und wozu nur drei Objectivlinsen gehören.

Als bald nach Plössl fingen auch Pistor und F. W. Schiek in Berlin an, achromatische Mikroskope zu fertigen. Späterhin hatte jeder von ihnen seine eigene Werkstatt. Im Jahre 1832 verglich Ehrenberg (Poggend. Annal. 1832. Bd. 24, S. 189) die Mikroskope von Chevalier, von Plössl und von Schiek unter einander und gab denen des letztern den Vorzug vor den beiden anderen. Nach Wagner hingegen (Handwörterbuch d. Phys. Art. Mikroskop, S. 443) standen die Schiek'schen Mikroskope anfänglich den Plössl'schen nach. Gegenwärtig scheinen sie nach dem Zeugnisse von Wagner sowohl als von Schleiden (Notizen a. d. Geb. der Natur- u. Heilkunde. 1847. IV, Nr. 1) im optischen Vermögen einander gleich zu stehen, und beide rühmen auch sehr die Nettigkeit und die genaue Arbeit am Schiek'schen Gestelle.

Die grossen Mikroskope Schiek's (Marienstrasse Nr. 1 in Berlin) stimmen in der mechanischen Einrichtung so ganz mit den Plössl'schen überein, dass eine besondere Beschreibung überflüssig erscheint. Sie unterscheiden sich nur in der Weise, wie die Diaphragmen unter der Oeffnung des Objecttisches angebracht sind, und darin stimmen sie ganz mit dem alten Modell der grossen Oberhäuser'schen Mikroskope.

Dagegen weicht Schiek im optischen Theile von Plössl ab, da er die Linsen zu bestimmten Systemen verbindet, wie man es bei den jetzigen französischen und englischen Mikroskopen und auch bei den späteren Amici'schen findet. Es gehören drei solche Systeme zu seinem Mikroskope, und jedes derselben besteht aus drei achromatischen Doppel-linsen. Oculare sind es fünf, darunter ein aplanatisches. Die Vergrösserung geht von 15 bis zu 1000. Mit allem Zubehör, wohin auch ein Schraubenmikrometer, ein Compressorium u. s. w. zu zählen sind, kostet dieses Mikroskop 200 Thaler.

Ein etwas kleineres zusammengesetztes Mikroskop, dessen Gestell so ziemlich mit den grösseren übereinkommt, mit sechs Doppellinsen und vier Ocularen, welches 15 bis 800 Mal vergrössert, kostet 110 Thaler, und wenn noch ein Schraubenmikrometer hinzukommt, 140 Thaler.

Ein noch einfacheres und kleineres zusammengesetztes Mikroskop, zu dem aber die gleichen Linsen wie beim vorhergehenden kommen, und das auch ziemlich die gleiche Vergrößerung erreicht, kostet 80 Thaler.

Schiek hat ferner Mikroskope gefertigt nach dem Oberhäuser'schen Modelle. Das grössere mit trommelförmigem Fusse und beweglichem Objectische, der zugleich als Schraubenmikrometer dienen kann (und darin zeigt sich eine Verschiedenheit von den Oberhäuser'schen Instrumenten), mit neun Objectivlinsen oder drei Systemen und mit vier Ocularen, von 18 Mal bis zu 800 Mal vergrößernd, kostet 130 Thaler.

Die kleinsten, wozu vier Objectivlinsen und zwei Oculare gehören, und die 40 bis 500 Mal vergrössern, kosten 40 Thaler.

Wünscht man mehr Objectivsysteme, so kann man diese auch einzeln bekommen. Ein Satz von drei Doppellinsen mit schwacher Vergrößerung kostet 12 Thlr., ein solcher mit starker Vergrößerung 18 Thaler.

Nicht so verbreitet als die Instrumente von Plössl und von Schiek sind die Mikroskope von Pistor und Martins in Berlin, früher Pistor und Hirschmann (Marienstrasse Nr. 34). Nach der Beschreibung im Preiscourant zu urtheilen, stimmen sie in der optischen Zusammensetzung ziemlich mit den Schiek'schen Mikroskopen überein. Ob sie ihnen auch im optischen Vermögen gleichstehen, das ist mir unbekannt.

Für die grösseren Mikroskope haben sie zweierlei Gestelle. Das eine unterscheidet sich nicht wesentlich von jenem der Plössl'schen und Schiek'schen Instrumente. Das andere gleicht mehr dem Oberhäuser'schen, unterscheidet sich jedoch von demselben durch drei Stellschrauben, womit der Objectisch horizontal gestellt wird, und durch einen beweglichen Schlitten, der zugleich als Schraubenmikrometer dient; die gröbere Einstellung wird durch einen Trieb bewirkt, die feinere durch eine Mikrometerschraube. Als etwas bei anderen Mikroskopen nicht Vorkommendes erwähne ich einen Klemmring, der über dem Mikroskoprohr verschiebbar ist und einerseits verhindern soll, dass die Objectivlinse an das Object stösst, andererseits dazu dienen kann, die Stellung des Rohrs für eine gefundene Brennweite schnell wieder ausfindig zu machen. Es gehört ferner ein Ocularschraubenmikrometer zu diesen Mikroskopen. Mit neun Objectivlinsen, die zu drei Systemen vereinigt werden, und mit fünf Ocularen, von denen das eine aplanatisch ist, kann man die Objecte 25 bis 1200 Mal vergrössert sehen. Mit mancherlei Zubehör kostet dieses Mikroskop 250 Thaler.

Das nämliche Instrument mit sechs Objectivlinsen, mit vier Ocularen, 25 bis 1000 Mal vergrößernd, aber ohne Ocularschraubenmikrometer, ohne aplanatisches Ocular und ohne andere Hilfsmittel kostet 150 Thaler.

Das nämliche ohne Objectschraubenmikrometer kostet 115 Thaler.

Das nämliche, wenn aber die gröbere Einstellung nicht durch einen Trieb bewirkt wird, sondern durch Schieben mit der Hand, kostet 110 Thaler.

Auf dem Preiscurant von Pistor und Martins stehen noch andere Mikroskope, die hier aufzuzählen überflüssig erscheint. Nur sei noch bemerkt, dass sie auch Mikroskope ganz nach Oberhäuser'schem Muster machen, die grösseren für 60 bis 75 Thaler, die kleineren für 35 bis 50 Thaler. Zu den letzteren gehören fünf Objectivlinsen und zwei Oculare, und sie vergrössern 25 bis 400 Mal. Auch bei ihnen bekommt man einzelne Objectivsysteme wie bei Schiek.

Die bisher genannten Mikroskopverfertiger in Deutschland stammen noch aus einer Zeit, wo man erst anfang, achromatische Linsensysteme anzufertigen. Unter den späteren hat sich F. A. Nobert, früher in Greifswalde, jetzt zu Barth in Pommern wohnhaft, vortheilhaft bekannt gemacht, namentlich durch eine vortreffliche im Jahre 1846 erschienene Abhandlung (Poggend. Annal. Bd. 67, S. 173) über die Prüfung des optischen Vermögens der Mikroskope mittelst seiner schon wiederholt genannten und später ausführlicher zu beschreibenden Probetäfelchen.

Ende 1852 hatte ich Gelegenheit, eins seiner grossen Mikroskope zu untersuchen. Das ganze Gestell ist offenbar von Schiek und von Plössl genommen, es ist sehr hoch, nämlich 40 bis 45 Centimeter die Fläche überragend, auf der es steht, so dass man nur im Stehen damit arbeiten kann. Die stählerne Stange, an welcher der Mikroskopkörper durch einen Trieb auf- und abgleitet, ist aber nicht dreieckig, sondern halbcylindrisch. Die feine Einstellung wird auf eine ganz einfache Weise bewirkt, die zwar nicht für grössere und kostbare Instrumente passt, aber wegen der Wohlfeilheit sich recht gut für kleinere Instrumente eignet. Der vierseitige Objecttisch ist nämlich mit der Stange durch eine Art Charnier verbunden. Hinten hat er ein rechtwinkelig umgebogenes Ansatzstück, das an der Stange anliegt. Wird nun dieses Ansatzstück nach vorn bewegt, dann hebt sich natürlich der Objecttisch, der sich um die Axe im Charnier dreht. Zu dem Ende geht durch die Stange von hinten nach vorn eine Schraube, die hinten einen gekerbten Knopf hat und deren vorderes Ende gegen das Untertheil des senkrecht herabhängenden Ansatzstückes des Objecttisches stösst. Rückt nun die Schraube vor, so muss sich jener Theil des Objecttisches heben, worauf das Object ruht, und beim Rückwärtsbewegen der Schraube sinkt er wieder durch seine eigene Schwere, bis er an die Stange stösst.

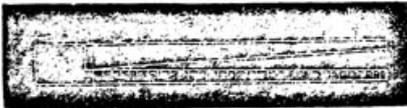
Dieser einfache Mechanismus ist in vielen Fällen ganz ausreichend zur feinen Einstellung, wenn durch den Trieb das Mikroskop schon ziemlich in die gehörige Entfernung vom Objecte gebracht worden ist. Letzteres wird dabei schwach geneigt, und das hat keine Nachtheile, wenn schwächere Objective genommen werden. Bei stärkeren Objectiv-

systemen jedoch, deren Vorderfläche dem Objecte ganz nahe kommt, müssen andere Mittel zur feinen Einstellung gewählt werden, bei deren Anwendung die Fläche des Objecttisches immer senkrecht zur Axe des Mikroskopkörpers steht.

Der Beleuchtungsapparat dieses Mikroskops besteht aus einem grossen Concavspiegel, der sich nur um seine Axe dreht und nicht excentrisch gestellt werden kann; es lässt sich deshalb keine schiefe Beleuchtung herstellen. Unter dem Objecttische befindet sich ein verschiebbares Diaphragma mit drei Oeffnungen von verschiedener Grösse. Am Objecttische ist ein Schraubenmikrometer befestigt mit einem Nonius, der  $\frac{1}{10000}$  Par. Linie angiebt.

Zu diesem Mikroskope gehören drei schwächere Objectivlinsen 1, 2 und 3, die als 1, als  $1 + 2$  und als  $1 + 2 + 3$  benutzt werden können. Dazu kommen noch zwei stärkere Objectivsysteme, nämlich 4 und 5. Diese beiden letzteren Systeme haben eine Verbesserungseinrichtung für verschieden dicke Deckplättchen, ganz wie bei Smith und Beck. Die Dicke der Deckplättchen wird durch einen kleinen Apparat (Fig. 298)

Fig. 298.



Nobert's Apparat zum Messen der Deckplättchen.

gemessen, bestehend aus zwei Messingstreifen, die hinten mit einander verbunden sind. Der obere von diesen beiden Streifen ist keilförmig, wodurch ein ebenso gestalteter Zwischenraum entsteht; in diesen bringt man das zu messende Deckplättchen, und die auf dem untern Streifen eingeschnittene Scala giebt die Dicke an.

Zu dem Mikroskope gehören ferner vier Oculare, und somit kann man 20 verschiedene Vergrösserungen von 22 bis 1680 haben.

Zu einer genauern Untersuchung habe ich nur das stärkste Objectivsystem benutzt, welches nach meinen Messungen 1,93 Millimeter Brennweite hatte. In einem dem Mikroskope beiliegenden Berichte giebt Nobert an, auf dem beigegebenen Probetäfelchen mit 20 Gruppen von Linien könne man mit dem schwächsten Oculare bei 480maliger Vergrösserung die 15. Gruppe deutlich unterscheiden, mit den stärkeren Ocularen aber die 19., ja manchmal selbst die 20. Gruppe, wo die Strichelchen nur  $\frac{1}{6000}$  Linie von einander entfernt sind. Durch ein Mikroskop, womit blos eine centrische Beleuchtung möglich ist, habe ich jedoch nicht mehr als die 12. Gruppe deutlich zu sehen vermocht. Ich nahm freilich auch noch in der 20. Gruppe Strichelchen wahr, aber nur die gröberen. Als das nämliche System an ein Mikroskop kam, dessen Beleuchtungsapparat schief auffallende Strahlen zulässt, konnte ich höchstens noch die 14. Gruppe deutlich erkennen, während mit einem Amici'schen Objectivsysteme von merklich grösserer Brennweite (2,57 Millimeter) bei dem nämlichen Lichteinfalle die 17. Gruppe noch deutlich erkannt wurde.

Es versteht sich von selbst, dass bei dieser Untersuchung die Verbesserungseinrichtung für die Dicke der Deckplättchen in Anwendung

gezogen wurde. Doch will ich noch bemerken, dass die Beobachtungen bei Tageslicht angestellt worden sind; bei künstlichem Lichte würden vielleicht günstigere Resultate erzielt worden sein.

Kann nun auch dieses Nobert'sche Mikroskop als ein gutes und brauchbares Instrument bezeichnet werden, so muss ich doch gestehn, dass es meinen Erwartungen nicht ganz entsprochen hat, die vielleicht zu hoch gespannt waren, und zwar eben sowohl durch die Ankündigungen des Verfertigers als durch die Lobeserhebungen, welche von anderen Seiten seinen Objectivsystemen zu Theil wurden, indem man z. B. in Schuhmacher's Astron. Nachrichten. 1849. Ergänzungsheft, S. 93 liest, Schleiden habe einzelnen Nobert'schen Systemen vor den Amici'schen den Vorzug gegeben. — Es steht aber zu erwarten, dass Nobert seitdem auch Fortschritte gemacht hat. Wünschenswerth wäre es übrigens, wenn er auch ein anderes Gestell zu seinen Instrumenten wählte, damit man sitzend damit arbeiten könnte.

Das Nobert'sche grosse Mikroskop mit Zubehör kostet 130 Thaler. Ohne Schraubenmikrometer und mit sieben bis acht Objectivlinsen kostet es 100 Thaler. Ferner kostet ein kleines achromatisches Mikroskop mit eigenthümlicher (nicht beschriebener) Einrichtung in einer Messingkapsel von 2 Zoll Dicke und 7 Zoll Länge, also bequem in der Tasche tragbar, mit vier Objectiven und einem Ocular, welches 30, 60, 120 und 250 Mal vergrössert, 28 Thaler.

Seit 1849 hat sich ferner Carl Kellner in Wetzlar als Mikroskopverfertiger einen Namen gemacht. Ich habe nur drei seiner kleineren Mikroskope zu sehen bekommen. Alle drei sind in optischer Beziehung vorzüglich gut gearbeitet; nur haben sie zu wenig Wechsel in der Vergrößerung, da nur Ein Objectiv und zwei Oculare dazu gehören. Das eine davon habe ich genauer untersucht.

Das Objectiv besteht aus zwei achromatischen Doppellinsen und hat eine Brennweite von 7,9 Millimeter. Die Aberrationen, zumal die sphärische, sind aber so vollkommen verbessert, dass man weit stärkere Oculare damit verbinden kann, als es gewöhnlich zu geschehen pflegt; daher schien es, an den nämlichen Probeobjecten geprüft, im optischen Vermögen einem Oberhäuser'schen Linsensysteme von 3,22 Millimeter und einem Nacet'schen Systeme von 4,8 Millimeter Brennweite gleich zu stehen. In dieser Beziehung stand es nur dem Amici'schen Systeme von 8,7 Millimeter Brennweite nach.

Mit den beiden Ocularen hatte man eine 200malige und eine 235malige Vergrößerung. Zu einem der anderen Mikroskope gehörte übrigens ein stärkeres Ocular, und die Vergrößerung stieg dadurch bis zu 460, jedoch ohne Vortheil für die Beobachtung.

Die Kellner'schen Mikroskope zeichnen sich besonders durch das grosse und geradflächige Gesichtsfeld aus. Sein Durchmesser für eine Sehweite von 25 Centimeter beträgt bei den drei genannten Ocularen

22,26 und 27 Centimeter. Ungeachtet dieser grossen Ausdehnung macht sich gleichwohl fast keine Krümmung des Feldes bemerkbar. Nur mit dem einen Oculare kommen noch schwache Spuren davon vor; die sehr geringe Krümmung liegt aber nach innen, also gerade umgekehrt wie gewöhnlich. Diese Krümmung des Bildes ist dadurch aufgehoben, dass das Ocular die passende Einrichtung hat zur Brennweite des Objectivs (§. 152 u. 162). Es lässt sich nämlich in einem zusammengesetzten Mikroskope die erste Krümmung, welche durch das Objectiv hervor gebracht wird, durch das Collectivglas in eine entgegengesetzte umwandeln, und diese kann ihrerseits durch die wiederum entgegengesetzte des Oculars ganz beseitigt werden. Alles kommt hier auf die Brennweiten der Oculare und der Collectivgläser an, sowie auf deren Abstände von einander; sie müssen zusammen ein Huygens'sches oder negatives Ocular bilden, da mit einem positiven Oculare die Krümmung immer verbleibt und aus leicht begreiflichen Gründen niemals ganz beseitigt werden kann. Bei einem der Kellner'schen Oculare finde ich die Brennweite des planconvexen Oculars 20 Millimeter, jene des biconvexen Collectivglases 32 Millimeter, und ihren wechselseitigen Abstand 25 Millimeter. Diese Verhältnisse sind aber, wie es sich von selbst versteht, eigentlich nur dann ganz richtige, wenn man mit dem Oculare ein Objectiv von bestimmter Brennweite und ein Mikroskoprohr von bestimmter Länge benutzt. Nach Kellner (Das orthoskopische Ocular, eine neu erfundene achromatische Linsencombination u. s. w. Braunschweig 1849) selbst besteht das unterste Glas des Oculars, d. h. also das biconvexe Collectivglas, aus zwei unter einander verbundenen Linsen. Das kann man natürlich an dem fertigen Oculare nicht sehen, und noch weniger, ob diese beiden Linsen aus verschiedenen Glassorten bestehen. Für die Hauptsache, nämlich das Mikroskop orthoskopisch zu machen, ist übrigens diese Einrichtung nicht nöthig; man kann dies eben so gut durch ein einfaches Collectivglas erreichen. Auch ist es mir nicht so vorgekommen, als ob durch ein solches orthoskopisches Ocular das eigentliche optische Vermögen des Mikroskops zunähme; vertauscht man es mit einem andern gewöhnlichen Oculare, so erscheinen die nämlichen Probeobjecte und die nämlichen Gruppen des Nibert'schen Probetäfelchens noch gleich deutlich, wenn sie sich nur in der Mitte des Gesichtsfeldes befinden.

Die ungewöhnliche Grösse des Gesichtsfeldes beim Kellner'schen Mikroskope rührt einestheils davon her, dass das Collectivglas dem Oculare mehr genähert ist, andernteils auch davon, dass, zum Theil hierdurch, die Kellner'schen Oculare stärker vergrössern. Das schwächste Ocular giebt gut eine achtfache Vergrösserung des durch das Objectiv erzeugten Bildes, während die schwächsten Oberhäuser'schen und Nabet'schen Oculare noch nicht halb so stark vergrössern.

Die mechanische Einrichtung dieser Mikroskope ist einfach und zweckmässig. Sie haben einen scheibenförmigen Fuss, einen runden Objecttisch, dazwischen einen kleinen Hohlspiegel und ein drehbares

Diaphragma mit vier Oeffnungen. Die feine Einstellung wird durch eine hinten an der Stange angebrachte Mikrometerschraube bewirkt, ähnlich wie an den neuern Instrumenten von Oberhäuser und Nacet.

Nach Kellner's Tode im Jahre 1856 ist Fr. Belthle an die Spitze des optischen Instituts in Wetzlar gekommen. Von einer Commission, bestehend aus Leuckart, Phöbus, Wernher und Welcker, ist vor Kurzem ein Bericht veröffentlicht worden (H. Welcker, Ueber Aufbewahrung mikroskopischer Objecte. Giessen 1856. S. 40), nach welchem die jetzt daselbst verfertigten Mikroskope den besten Kellner'schen beinahe gleich kommen und in der mechanischen Einrichtung es ihnen noch zuvorthun.

Belthle's grosse Mikroskope mit einem Spiegel zur schiefen Beleuchtung, einer Objectdrehscheibe, vier Objectivsystemen und drei Ocularen, die nach dem Preiscourant für 8 Zoll Sehweite 75 bis 2800 Mal vergrössern, kosten  $108\frac{1}{3}$  Thaler.

Eins dergleichen, aber ohne das stärkste System Nr. 4 und ohne Ocular Nr. 3, kostet  $80\frac{1}{3}$  Thaler. Wird dazu auch noch das System Nr. 2 weggelassen, dann kostet es nur  $75\frac{1}{3}$  Thaler.

Er verfertigt ausserdem kleinere Mikroskope, die aber auch einen Spiegel zur schiefen Beleuchtung und eine Objectdrehscheibe haben, mit zwei Ocularen und den Systemen Nr. 1 und 3 für  $50\frac{1}{3}$  Thaler. Seine kleinsten Mikroskope endlich, zu denen bloss das System Nr. 2 gehört, kosten  $33\frac{1}{3}$  Thaler.

Ferner haben sich in neuerer Zeit Bénéche und Wasserlein in Berlin als Mikroskopenverfertiger einen Namen gemacht. Ende 1850 hatte ich Gelegenheit, einige ihrer kleinen Mikroskope, sowie ein grosses Mikroskop zu untersuchen. Die kleineren Instrumente hatten ganz die nämliche Einrichtung wie die kleinen Oberhäuser'schen Mikroskope; für das grössere Mikroskop hatten Schiek und Plössl als Muster gedient. In optischer sowohl wie in mechanischer Hinsicht liessen diese Instrumente viel zu wünschen übrig. Die Vergrösserung war in einem zu starken Maasse in das Ocular verlegt, und doch war weder die sphärische noch die chromatische Aberration der Objective, trotz ihrer ziemlich grossen Brennweite, in hinreichendem Maasse verbessert, um mit so starken Ocularen ein reines und scharfes Bild zu geben.

Später haben sie diesen Weg verlassen und sich mehr darauf gelegt, starke Objective zu verfertigen. Bereits im Jahre 1851 erwähnt Schacht (Das Mikroskop und seine Anwendung. Berlin 1851, S. 19) ihrer Objective, die der Nr. 7 von Oberhäuser nur wenig nachstanden und also vermuthlich eine Brennweite von nicht ganz 4 Millim. hatten, und ein Jahr später berichtete derselbe (Botan. Zeitung 1852, S. 319) über ein von ihnen verfertigtes System, dessen Vergrösserungskraft zu Nr. 9 von Oberhäuser im Verhältniss von 450 : 400 stand, so dass

man also annehmen muss, seine Brennweite werde nur etwa 1,5 Millim. betragen. Im optischen Vermögen erachtete Schacht dieses System dem genannten stärksten Systeme Oberhäuser's ganz gleich. Noch später endlich verfertigten sie ein Objectivsystem Nr. 11, das unter allen bisher gelieferten die kürzeste Brennweite zu haben scheint, da es nach Schacht (Botan. Zeitung 1852, S. 700) mit dem nämlichen Oculare eine doppelt so starke Vergrösserung giebt als Oberhäuser's Nr. 9. Das Bild soll nach Schacht Schärfe und Helligkeit besitzen und frei von Farben sein.

Vor Kurzem hatte ich Gelegenheit, mich davon zu überzeugen, dass Bénèche und Wasserlein seit der Zeit, wo ich ihre kleineren Mikroskope sah, wirklich grosse Fortschritte gemacht haben. Bénèche war gleichzeitig mit mir nach Bonn gekommen und hatte eins von seinen grossen Mikroskopen mitgebracht. Es hat ganz die Form und die Einrichtung von Oberhäuser's grossen Mikroskopen. Bei einigen Beobachtungen mit dem Systeme Nr. 11 hatte ich ganz nette und saubere Bilder; doch überzeugte ich mich auch davon, dass sein Vergrösserungsvermögen und somit auch die Kürze seiner Brennweite weit hinter dem gleichnamigen Systeme zurückstanden, dessen Schacht gedacht hat. Die Vergrösserung mit dem schwächsten zu jenem Mikroskope gehörigen Oculare, das aber noch etwas stärker ist als das schwächste Oberhäuser'sche Ocular, ging wenig über 450 Mal hinaus. Ich vermute daher, dass ein Irrthum in Schacht's Bestimmung sich eingeschlichen hat\*).

\*) Da es sich hier um einen für die Geschichte und die Kenntniss des gegenwärtigen Zustandes des Mikroskops nicht unwichtigen Punkt handelt, so erachte ich es für nöthig, noch einige Worte hinzuzufügen über die stärksten bisher gefertigten Objectivsysteme. Pritchard hat schon im Jahre 1837 ein System von  $\frac{1}{18}$  engl. Zoll (1,3 Millimeter) Brennweite hergestellt. Das stärkste System von Powell hat  $\frac{1}{16}$  engl. Zoll (1,5 Millimeter) und das auf S. 717 erwähnte System Nr. 8 von Nacet hat, bei grösster Annäherung der untersten Linse 1,07 Millimeter Brennweite. Wenham (*Quart. Journ* 1857, XIX. *Transact.* p. 142) hat unlängst ein Linsensystem zu Stande gebracht, dem er selbst  $\frac{1}{25}$  engl. Zoll (1 Millimeter) Brennweite zuschreibt, die aber doch nach dem Berichterstatter Shadbolt bis zu  $\frac{1}{20}$  engl. Zoll (1,2 Millimeter) geht. Nun hat das stärkste System Nr. 9 meines Oberhäuser'schen Mikroskops 1,7 Millimeter Brennweite, und wäre Schacht's Bestimmung richtig, dann würde das stärkste System Nr. 11 von Bénèche und Wasserlein nur ungefähr eine halb so grosse Brennweite, also von 0,85 Millimeter haben. Das von mir untersuchte und oben erwähnte System hat aber zuverlässig eine weit grössere Brennweite, wenn gleich mir damals, als ich es untersuchen konnte, nicht die Mittel zu Gebote standen, dieselbe ganz genau zu bestimmen. Die Vergrösserung habe ich nämlich auf Umwegen bestimmt, da ich kein Mikrometer zur Hand hatte. Die mittlere Länge des Bildes einiger Schalen von *Pleurosigma angulatum*, durch Doppelsehen gemessen, wurde festgestellt, und späterhin wurde dann die wahre mittlere Grösse solcher Schalen mikrometrisch gefunden. Auch die Brennweiten der beiden Gläser des Oculars und ihr wechselseitiger Abstand wurden gemessen,

Bénèche und Wasserlein liefern ihre grossen Mikroskope, die ganz nach dem Muster der Oberhäuser'schen Mikroskope gefertigt sind, mit den Objectivsystemen Nr. 4, 7, 9 und 11 und mit fünf Ocularen um 170 Thaler.

Ein kleineres desgleichen ohne das System Nr. 11 kostet 100 Thaler.

Ein noch kleineres mit den Systemen 4 und 7 und mit drei Ocularen, das ungefähr den kleineren Mikroskopen von Oberhäuser und von Nacet gleichkommt, kostet 30 Thaler.

Die Instrumente anderer Optiker in Deutschland kenne ich zu wenig, als dass ich sie anders als nur im Vorbeigehen erwähnen könnte.

Die Mikroskope von Kriegsmann in Magdeburg wurden in der Botanischen Zeitung 1844, S. 456, und 1845, S. 608, gerühmt; in Betreff der Helligkeit und der Vergrösserung sollten sie den Schiek'schen zum mindesten gleich kommen. Ein Mikroskop nach dem Muster des kleinen Oberhäuser'schen, bis zu 500 Mal vergrössernd, kostet bei ihm 40 Thaler.

Ferner werden von Bojung Scato Georg (*Diss. de evolutione sporidiorum in capsulis muscorum.* Gotting. 1844) die Mikroskope von Meyerstein in Göttingen gerühmt; sie sollen eine Vergleichung mit den Schiek'schen und Oberhäuser'schen aushalten.

Im Jahre 1844 sandte Matthiessen in Altona einen kurzen Bericht über seine Mikroskope an die französische Akademie (*Comptes rendus.* XVIII, p. 1158), wornach er es sich besonders hat angelegen sein lassen, kleine achromatische Linsen bis zu  $\frac{3}{4}$  Millim. Durchmesser herzustellen. Zur Verlängerung der Brennweite bringt er hinter das Linsensystem einen divergirenden Meniskus. Um über die Tüchtigkeit seiner Mikroskope zu urtheilen, bedarf es natürlich noch anderer Bürgschaften als bloß des kleinen Durchmessers seiner Objective.

Ueber zwei neuere deutsche Mikroskopenverfertiger hat vor Kurzem Rud. Wagner (Nachrichten v. d. G. A. Universität u. d. Königl. Ges.

---

sowie die Länge des Rohrs. Das eine wie das andere habe ich dann mit den nämlichen Abständen eines grossen Oberhäuser'schen Mikroskops verglichen und mich davon überzeugt, dass beim letztern das schwächste Ocular an der Vergrösserung der Bilder einen geringern Antheil nimmt, als bei dem untersuchten Mikroskope von Bénèche und Wasserlein. Kann nun auch dieses Verfahren lange nicht auf Genauigkeit Anspruch machen, so habe ich mich doch durch dasselbe davon überzeugt, dass das genannte System Nr. 11 keineswegs alle andern im Vergrösserungsvermögen übertrifft, vielmehr eine nur um wenig geringere Brennweite als Nr. 9 von Oberhäuser haben kann, es müsste denn jenes System, welches Schacht früher unter dieser Bezeichnung erhalten hat, ganz verschieden sein von jenem, welches zu meiner Verfügung stand. Zwei gleichnamige Systeme aus derselben Werkstatt sind allerdings zwar niemals vollkommen gleich, die Verschiedenheiten liegen aber doch für gewöhnlich in sehr engen Grenzen.

der Wiss. zu Göttingen. 1857, Nr. 19, S. 253) Einiges mitgetheilt. Der erste ist Hensoldt in Sonnenberg, dessen Mikroskope die Kellner'schen nachahmen, denen sie zwar in optischer Beziehung nicht ganz gleichkommen, vor denen sie dagegen im Mechanischen den Vorzug haben sollen. Sie kosten 50 Thaler und haben zwei Linsensysteme und drei Oculare, deren stärkstes Wagner jedoch unbrauchbar fand. — Der zweite ist Krüss in Hamburg. Derselbe verfertigt Mikroskope in der Form der kleinen *Microscopes coudés* von Oberhäuser und von Schiek, und zwar um den beispiellos niedrigen Preis von 20 Thaler. Nach Wagner sind sie für den ersten Unterricht und für die gewöhnlichsten histologischen Untersuchungen ganz empfehlenswerth, da sie eine 300-malige sehr klare Vergrößerung geben, die bei sehr vielen Untersuchungen ganz ausreicht. Auch die mechanische Einrichtung ist ganz gut.

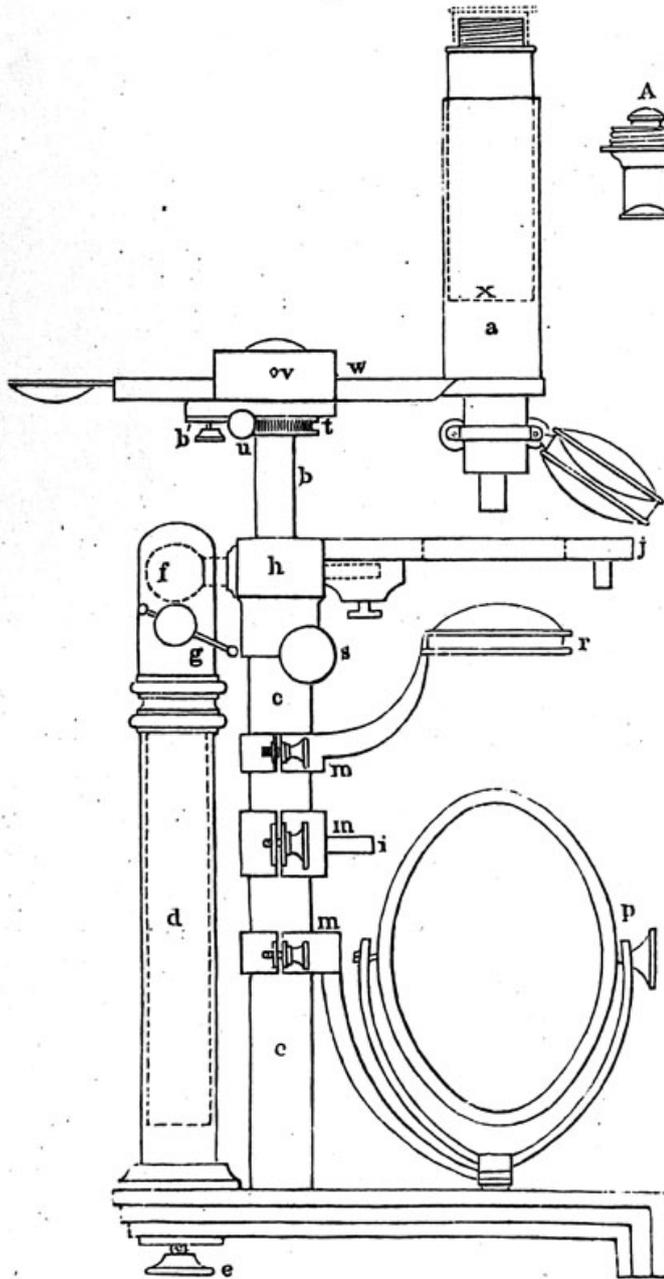
Während man auf dem Continente in der Kunst, leistungsfähige Mikroskope zu verfertigen, so grosse Fortschritte machte, blieb man auch in England nicht zurück. Wir haben schon oben (S. 696) gesehen, dass William Tulley, angetrieben und ermuthigt durch C. R. Goring, sich auf die Anfertigung achromatischer Linsen gelegt und eine dergleichen zu Stande gebracht hatte von 22 Millim. Brennweite und 18° Oeffnungswinkel. Etwas später verfertigte er eine zweite, die gleich der ersten aus drei einzelnen Linsen bestand, 13 Millim. Brennweite hatte und vor die erste zu liegen kam, wodurch eine Combination entstand, die 9 Millim. Brennweite und einen Oeffnungswinkel von 38° hatte (*Philos. Transact.* 1830, p. 187). 438

Grossen Einfluss auf die Verbesserung des Mikroskops in England übte Joseph Jackson Lister, der die Benutzung planconvexer achromatischer Doppellinsen empfahl, wie sie Chevalier bereits angefertigt hatte, und theoretisch die beste Weise nachwies, wie sie zu Linsensystemen vereinigt werden könnten. (§. 64.) Früher schon suchte er auch das Gestell der Mikroskope zu verbessern, und unter seiner Leitung verfertigte James Smith im Jahre 1826 ein zusammengesetztes (doch nicht achromatisches) Mikroskop, woran schon mehrere von den mechanischen Verbesserungen vorkommen, wodurch sich die späteren englischen Mikroskope so sehr auszeichnen. (Quekett l. l. p. 37, wo dieses Mikroskop auch abgebildet ist.)

Nach Tulley ist vor Allen Andrew Pritchard in London (Fleetstreet Nr. 162) als Verfertiger achromatischer Mikroskope unter den Engländern zu nennen. Unterstützt von Goring, welcher dadurch, dass er eine Anzahl Probeobjecte in Aufnahme brachte, die sich vor anderen zur Untersuchung eines Mikroskops eignen, zu dessen allmäliger Verbesserung wesentlich beitrug, verfertigte Pritchard seit 1829 achromatische Linsensysteme, die alsbald mit den damaligen Chevalier'schen und Amici'schen den Vergleich aushalten konnten.

Das erste Mikroskop, bei dem er diese Linsensysteme in Anwendung brachte, war nach den Ideen und Vorschriften Goring's gefertigt, der ihm den schon früher gebrauchten Namen „Engyskop“ beilegte (Fig. 299). Es ist zuerst beschrieben in den *Microscopic Illustrations by C. R. Goring*

Fig. 299.



Goring's Engyskop.

and A. Pritchard.

Lond. 1830. Auf einem

Dreifusse mit verstell-

baren Füßen, und

ausserdem noch auf

der höher und niedri-

ger stellbaren Schrau-

be *e* ruhend, erhebt

sich eine hohle cylin-

drische Säule, inner-

halb deren sich eine

zweite Säule *d* befin-

det; diese lässt sich

in der erstern herum-

drehen, und mit ihr

der ganze Mikroskop-

körper. Am oberen

Ende dieser zweiten

Säule befindet sich eine

runde muldenförmige

Höhlung: darin steckt

die Kugel *f*, mit wel-

cher das Stück *h* ver-

bunden ist, der Träger

der Stange *cc* und des

vierseitigen Object-

tisches *j*. Vermöge

dieses Kugelgelenkes

kann nun das ganze

Instrument in verschie-

denartige Richtungen

gebracht und unter

verschiedenen Winkeln

aufgestellt werden. Die

Schraube *g* mit dem

dazu gehörigen Wirbel

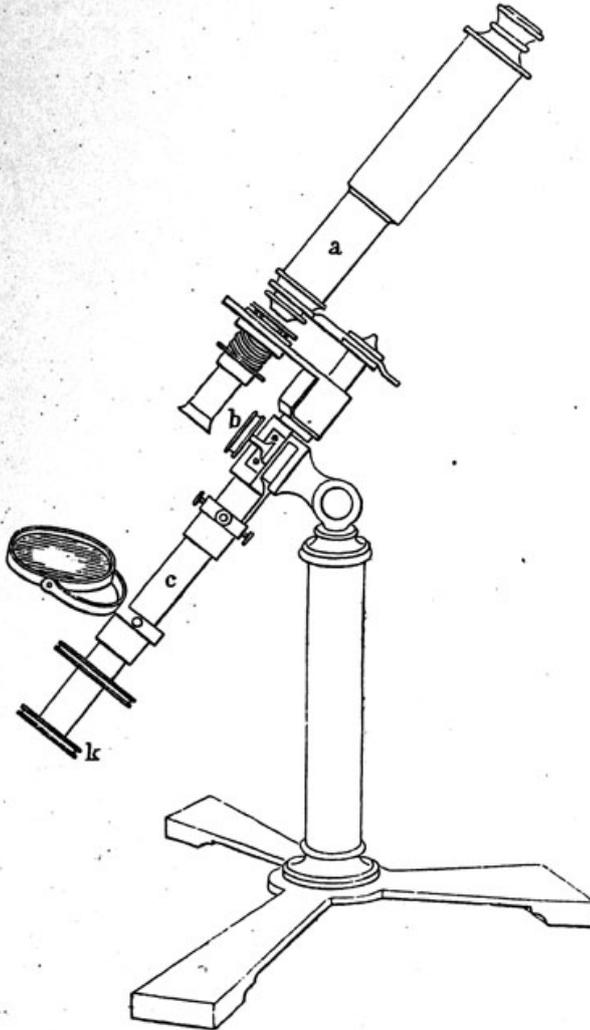
dient dazu, die Kugel

in der Höhlung unbeweglich festzustellen. An der hohlen cylindrischen Stange *cc* schieben sich die drei Klammringe *mmm* auf und nieder: der unterste von den dreien trägt den eirunden Spiegel *p*, der auf der andern Seite mit Gyps bestrichen ist; der zweite soll dazu dienen, dass man an

die Feder *i* den Objecttisch anschraubt; mit dem obersten ist die grosse Beleuchtungslinse *r* verbunden. In der Höhlung des Stabes *cc* bewegt sich durch den Trieb *s* die gezahnte Stange *b*; dieselbe ist dreiseitig, hat abgestumpfte Kanten und passt in die dreieckige Hölhle zweier Stücke, die sich im obersten Theile der Stange *cc* befinden. Auf dieser dreiseitigen oder eigentlich sechsseitigen Stange ruht der Arm *w*, der an dem einen Ende das Mikroskoprohr *a* trägt, am andern hingegen die Linsen, für den Fall, dass das Instrument als einfaches Mikroskop gebraucht werden soll. Es lässt sich dieser Arm in dem Stücke *v* hin- und herschieben durch den Trieb *b*, und eine drehende Bewegung hat er durch die gezahnte Scheibe *t*, in welche eine Schraube ohne Ende greift.

Bei der Erfindung dieses Gestelles hatte sich Goring von dem Gedanken leiten lassen, ein zusammengesetztes Mikroskop müsse so eingerichtet sein, dass es

Fig. 300.



Mikroskop von Pritchard.

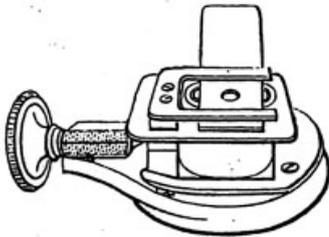
unter allen Umständen und zu jeder Art von Untersuchungen benutzt werden kann. Daher rühren die mancherlei Bewegungen, deren jeder Theil des Instrumentes fähig ist. Um aber damit einen hinreichenden Grad von Festigkeit des Ganzen in Verbindung zu bringen, musste das ganze Instrument sehr gross und schwer ausfallen, so dass es sich nicht gut handhaben liess. Ueberdies gewähren auch die meisten dieser Bewegungen nur in einer beschränkten Anzahl von Fällen wirklichen Nutzen. Mit Recht hat daher Pritchard seinen eigenen Mikroskopen in späterer Zeit eine andere Einrichtung gegeben.

Ein Pritchard'sches Mikroskop vom Jahre 1837 ist in Fig. 300 dargestellt. Eine Erklärung dieses Mikroskops ist kaum nöthig, da der wichtigste Theil der Einrichtung ganz mit

jener seines einfachen Mikroskops (s. Fig. 263) übereinstimmt. Auch lässt es sich auf der Stelle in dieses umwandeln, wenn man das Mikroskoprohr *a* aus dem Ringe entfernt, in den es eingeschraubt ist. Dieses Gestell ist auch insofern besser als das Goring'sche, weil neben der raschen Bewegung des Objecttisches durch einen Trieb, wozu der breite geränderte Knopf *b* gehört, auch noch für eine langsame Bewegung gesorgt ist durch eine in dem Rohre *c* verborgene Mikrometerschraube, deren Knopf bei *k* hervorragt, in der früher beschriebenen Weise.

Im nämlichen Jahre beschrieb Pritchard (*Micrographia* p. 218) noch eine andere Einrichtung zu feiner Einstellung der Objecte (Fig. 301),

Fig. 301.



Pritchard's Objecttisch.

die zu den vorzüglichern unter denen zählt, welche überhaupt von Pritchard (*Microscopic Cabinet. Chapt. 15*) beschrieben worden sind. Am Objecttische ist nämlich eine Platte befestigt, durch welche eine Schraube geht, die in eine kegelförmige Spitze ausläuft. Diese Spitze drückt gegen das Stück, welches den Objectträger bildet, so dass dieses dadurch wie auf einer geneigten Fläche gehoben wird, und eine darüber angebrachte Feder drückt es wieder nach unten.

Die Pritchard'schen Mikroskopgestelle aus noch späteren Jahren, wie sie z. B. in der 1845 erschienenen dritten Auflage der *Microscopic Illustrations* p. 88 beschrieben sind, unterscheiden sich von Fig. 300 hauptsächlich darin, dass das ganze Mikroskop, statt auf einem Dreifusse, auf einem runden Fusse ruht, und dass die Säule, welche den Mikroskopkörper trägt, sich um ihre Axe dreht, eine Einrichtung, deren Nutzen die verursachten grösseren Kosten kaum aufwiegen dürfte. Der runde Fuss dagegen ist wohlfeiler und nimmt nicht so viel Raum ein als der Dreifuss, der seinerseits wiederum darin den Vorzug hat, dass er überall auch auf einem nicht ganz ebenen Boden stehen kann.

Was den optischen Theil dieser zusammengesetzten Mikroskope betrifft, so scheint Pritchard eine Zeitlang allen anderen voraus gewesen zu sein in der Anfertigung von Objectivsystemen mit sehr kurzer Brennweite. Schon 1837 war von dergleichen die Rede, deren Brennweite nicht über  $\frac{1}{18}$  englische Zoll (1,3 Millim.) betrug (*Micrographia. Lond. 1837, p. 46*), also eine so geringe, wie sie auch jetzt nur noch von wenigen erreicht wird.

Zu Pritchard's Mikroskopen gehören gewöhnlich sechs achromatische Linsensysteme, die nach eigener Angabe (*Microsc. Illustr. 1845, p. 99*) folgende Brennweiten und Oeffnungswinkel haben:

2 englische Zoll oder 50,8 Millimeter und 10° Oeffnungswinkel;						
1	"	"	"	25,4	"	15°
1/2	"	"	"	12,7	"	22°
1/4	"	"	"	6,4	"	40°
1/8	"	"	"	3,2	"	50°
1/16	"	"	"	1,6	"	70°

Ferner kommen drei Oculare dazu, die im Vergrößerungsvermögen sich wie 1, 2 und 4 zu einander verhalten, so dass man Vergrößerungen von 20 bis zu 3000 bekommen kann.

Ueber die relative Tüchtigkeit der Pritchard'schen Mikroskope kann ich nicht aus eigener Prüfung mich aussprechen. Es unterliegt keinem Zweifel, dass sie viele Jahre hindurch zu den besten gehört haben. Pritchard hat sich aber wohl später von manchen seiner Landsleute und ebenso von manchen Optikern des Festlandes überflügeln lassen. Die Tabelle über die Oeffnungswinkel seiner Linsensysteme zeigt auch, dass dieselben kleiner sind als bei Amici's Objectiven und als bei jenen von Ross und Powell. Ferner fehlt auch den Pritchard'schen Mikroskopen der Correctionsapparat für die Deckplättchen, der bei den anderen neueren englischen Mikroskopen überall vorkommt.

Die jüngste Erwähnung eines Pritchard'schen Mikroskops habe ich im *Report of Juries* der Londoner Ausstellung von 1851 gefunden, wo es von einem zur Ausstellung gebrachten Instrumente heisst: „Ein achromatisches Mikroskop von altmodischer Form, mit mässig guten (*indifferent*) Objectiven, welches im mechanischen Theile ganz gut ist.“

In der Zeitordnung folgt auf Pritchard jetzt Andrew Ross in London (*Featherstone Buildings, Holborn Nr. 2*). Dieser fing 1832 an, achromatische Linsen zu verfertigen. Schon im vorhergehenden Jahre hatte er sich aber als tüchtiger Mechaniker bekannt gemacht durch das oben (S. 650) beschriebene einfache Mikroskop, und ausserdem hatte er auch Gelegenheit gehabt, mit der Theorie des Achromatismus vertraut zu werden, da er Barlow bei der Darstellung des Flüssigkeitsobjectivs für Fernrohre geholfen und dabei auch die Berechnung der nöthigen Krümmungen für eine solche Linse ausgeführt hatte (Quekett l. l. p. 41).

Ross hat sich besonders grosse Mühe gegeben, den Oeffnungswinkel der Linsensysteme zu vergrössern, was ihm auch so gut gelungen ist, dass seine Objective in dieser Beziehung längere Zeit hindurch alle anderen übertrafen, und auch gegenwärtig noch kommen ihm nur wenige gleich. Die folgende Uebersicht seiner Fortschritte, wie er sie zum Theil selbst mitgetheilt hat (Quekett l. l. p. 430), ist deshalb nicht ohne Interesse.

Zeit der Verfertigung.	Brennweite.	Oeffnungswinkel.
1832 . . .	1 engl. Zoll = 25,4 Millim.	14°
1833 . . .	Desgl.	18°
1834 . . .	1/4 engl. Zoll = 6,5 "	55°
1836 . . .	1 " " = 25,4 "	15°
" . . .	1/8 " " = 3,2 "	60°
" . . .	1/10 " " = 2,5 "	72°
" . . .	1 " " = 25,4 "	22°
" . . .	1/8 " " = 3,2 "	64°
1842 . . .	1/2 " " = 12,7 "	44°
" . . .	1/4 " " = 6,3 "	63°
" . . .	1/8 " " = 3,2 "	74°

Im Jahre 1844 besuchte Amici England und brachte ein Linsensystem mit, bei dem statt des Flintglases das schwere Glas von Faraday genommen worden war: es hatte eine Brennweite von  $\frac{1}{7}$  englische Zoll oder 3,6 Millim. und einen Oeffnungswinkel von  $112^\circ$ . Ross verfertigte ein Objectiv von gleicher Zusammensetzung, fand aber das Glas von Faraday zu weich und zu zerbrechlich, als dass es eine feine Politur anzunehmen vermochte. Er gab es daher auf, wandte sich wieder zum gewöhnlichen Flintglase und brachte endlich Objective von  $\frac{1}{8}$  Z. (3,2 Millim.) mit einem Oeffnungswinkel von  $85^\circ$ , und Objective von  $\frac{1}{12}$  Z. (2,1 Millim.) mit einem Oeffnungswinkel von  $135^\circ$  zu Stande.

Das Mikroskop, welches Ross 1851 auf die Londoner Ausstellung lieferte und wofür er die Medaille erhielt, hatte folgende Objective:

1 engl. Zoll oder 25,4 Millim.	Brennweite u.	27° Oeffnungswinkel;
1/2 " " "	12,7 " "	u. 60° "
1/5 " " "	5,1 " "	u. 113° "
1/8 " " "	3,2 " "	u. 107° "
1/12 " " "	2,1 " "	u. 135° "

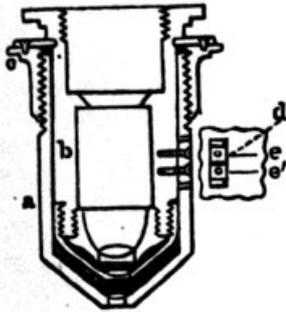
Von der Jury wurde dieses Mikroskop sehr gelobt, namentlich darüber, dass die Doppellinsen, welche die Objective zusammensetzten, aus verschiedenen Glassorten bestanden, wodurch die Farben des secundären Spectrums, die bei Objectiven von gewöhnlicher Zusammensetzung stets zurückbleiben, fast gänzlich beseitigt waren.

Spätere Objective von Ross haben aber selbst einen noch weit grössern Oeffnungswinkel. Objective von  $\frac{1}{8}$  Zoll (3,2 Millim.) Brennweite und einem Oeffnungswinkel von  $155^\circ$  erwähnte 1853 bei der Jahresversammlung der *Microscopical Society* deren Präsident G. Jackson. (*Quart. Journ.* 1853, III. *Transact.* p. 82.)

Auch hat Ross zuerst in England beobachtet, dass ein Linsensystem, welches gut aplanatisch war, so lange die damit betrachteten Objecte unbedeckt blieben, diese Eigenschaft verlor, sobald ein Deckplättchen auf die letzteren kam. Er entdeckte dies im Jahre 1837 (*Transact. of*

the Soc. of Arts 1837, XLVIII, p. 8), ohne, wie es scheint, zu wissen, dass Amici bereits früher, im Jahre 1829, diesen Einfluss beobachtet hatte. Auch schlug er einen ganz andern Weg ein, um denselben zu beseitigen; er suchte es nämlich dadurch zu erreichen, dass er die Entfernung zwischen der stärksten untersten Linse und den beiden oberen Linsen veränderlich machte, wie es Fig. 302 im Durchschnitte dargestellt ist. Am Ende der Röhre *a* befindet sich die vorderste oder unterste

Fig. 302.



Objectiv von Ross mit veränderlicher Linsenstellung.

Linse; diese Röhre gleitet aber über der Röhre *b*, worin die übrigen Linsen stecken. Soll nun in der Linsenstellung eine Veränderung vorgenommen werden, so kann man durch Umdrehen der Schraube *c* die äussere Röhre *a* über die innere bewegen. In der Röhre *a* befindet sich eine Oeffnung, durch welche man den auf der innern Röhre befindlichen Strich *d* sieht, und die äussere Röhre hat selbst zwei Striche *e* und *e'*, einen längern und einen kürzern. Fällt der längere Strich mit dem Striche auf der innern Röhre zusammen, dann passt das Objectiv für ein unbedecktes Object; liegt dagegen der innere Strich mit dem kürzern äussern Striche in gleicher Linie, dann ist das Objectiv für ein Deckplättchen von  $\frac{1}{100}$  englische Zoll ( $\frac{1}{4}$  Millimeter) Dicke corrigirt.

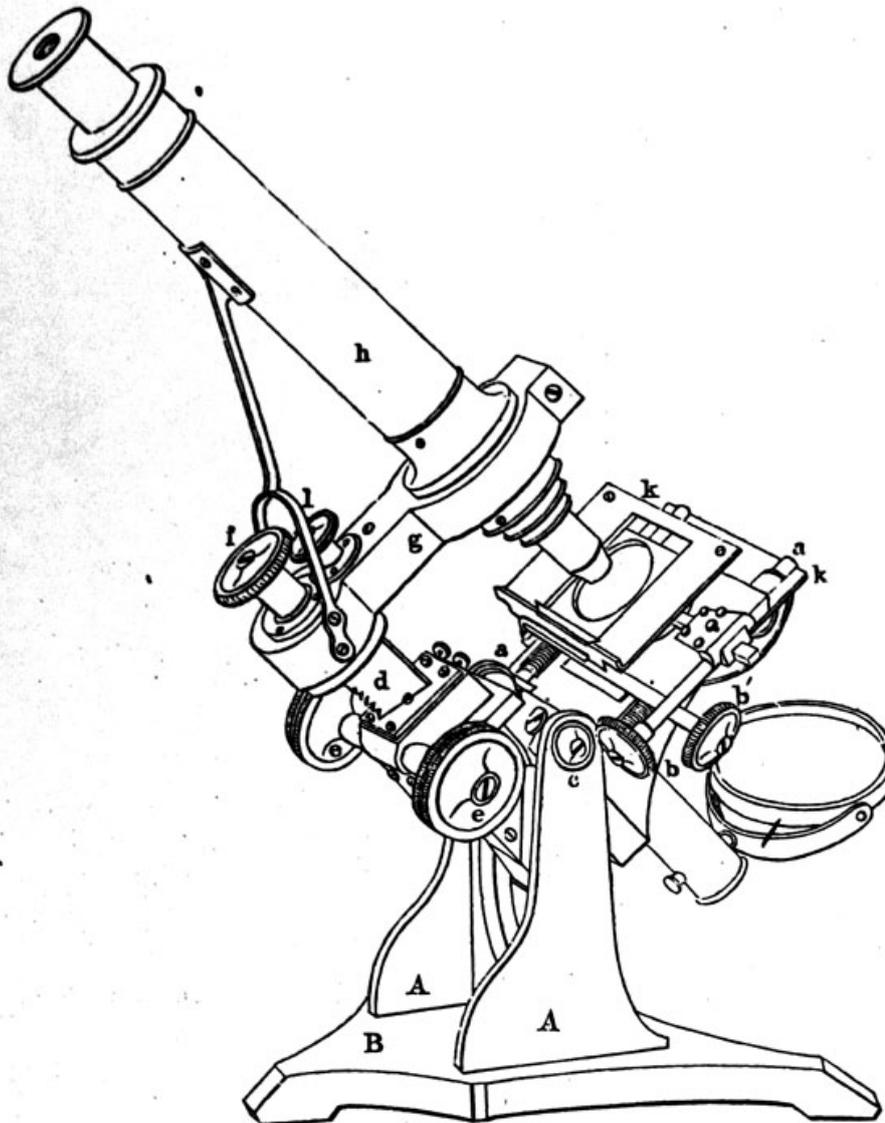
Diese Einrichtung ist allerdings wohl einfacher als die Amici'sche (S. 720), dafür lässt sie aber auch in der Wahl der Deckplättchen einen weit geringern Spielraum; denn beim Amici'schen Mikroskope hat man bestimmte Combinationen für den Gebrauch ohne Deckplättchen, oder für den Gebrauch mit Deckplättchen von  $\frac{1}{5}$ ,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{1}{2}$ , 1 und  $1\frac{1}{2}$  Millimeter Dicke.

Die Gestelle von Ross sind mehr oder weniger zusammengesetzt und darnach auch mehr oder weniger kostbar. Das vollständigste, welches er selbst 1843 im *London physiological Journal* beschrieb, ist in Fig. 303 (a. f. S.) dargestellt. Auf einem schweren Dreifusse *B* erheben sich zwei vertical stehende Theile *AA*\*). Bei *c* befindet sich eine Axe, um welche das ganze Instrument in verticaler Ebene sich herumdreht. Dieses ist aber so eingerichtet, dass der Drehpunkt ziemlich mit dem Schwerpunkte des Ganzen zusammenfällt. Der Objecttisch *kk* ist in zwei rechtwinklig gegen einander gestellten Richtungen über einen zollgrossen Raum beweglich mittelst der gereiften Cylinder *aa*, welche durch Drehung der geränderten Knöpfe *b* und *b'* in Bewegung gesetzt werden. Die dreiseitige

\*) Die Benutzung zweier Säulen oder Stangen statt Einer, um den Körper des Mikroskops horizontal stellen zu können, wurde zuerst von George Jackson im Jahre 1838 eingeführt (*Microsc. Journal* I, p. 177).

Stange *d*, welche den Arm *g* mit dem Mikroskoprohre *h* trägt, wird durch die geränderten Knöpfe *ee* auf- und niederbewegt; zur feineren Einstel-

Fig. 303.



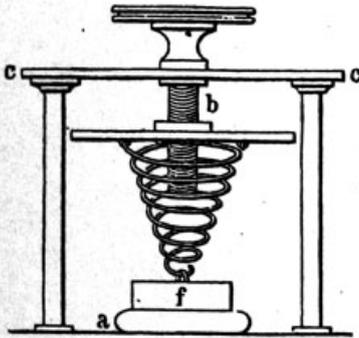
Mikroskop von Andrew Ross.

lung aber dient der geränderte Knopf *f*, der mit einer Schraube und einem Hebel verbunden ist, so dass das Mikroskoprohr durch jede vollständige Umdrehung um  $\frac{1}{300}$  Zoll sich hebt oder senkt. Durch den andern geränderten Knopf *l* wird der Arm *g* fest an die dreiseitige Stange *d* gedrückt.

Ross hat noch mehrere andere Gestelle von etwas verschiedener Form, die man in der *Penny Cyclopaedia*, Art. *Microscope*, sowie bei Quekett (l. l. p. 86) beschrieben und abgebildet findet, die aber hier zu beschreiben nicht nöthig ist. Bei allen seinen Instrumenten hat Ross auf grosse Festigkeit besonders Bedacht genommen, um einer Erschütte-

zung und zitternden Bewegung möglichst vorzubeugen. Zu diesem Ende hat er auch eine besondere Vorkehrung ausgedacht, den Fuss des Mikroskops festzustellen, die in Fig. 304 dargestellt ist. Bei *f* sieht man das

Fig. 304.



Einrichtung zur Feststellung des Mikroskopfusses von Ross.

Ende eines der Füße vom Dreifusse des Mikroskops; es ruht auf dem Stücke Filz *a*, welches auf dem Tische liegt. An dem Fussende befindet sich aber eine Klammer, in welche das hakenförmig umgebogene Ende einer Spiralfeder greift, und diese Feder stösst ihrerseits an eine Platte, so dass sie durch die Schraube *b* abwärts getrieben wird. Die Schraube bewegt sich nämlich in der Platte *cc*, die von drei Füßen getragen wird, von denen aber in der Figur nur zwei angegeben sind.

Diese Einrichtung, obwohl sie gut ausgedacht ist, scheint mir doch dem be-

absichtigten Zwecke zu wenig zu entsprechen; denn die wirksamste Veranlassung zu Bewegungen des Mikroskops, nämlich die Erschütterung der Wände des Gebäudes, worin man arbeitet, durch Fuhrwerke u. dgl., lässt sich dadurch wohl niemals ganz beseitigen.

Ross hat folgende Preise:

Das eben beschriebene Mikroskopgestell mit allen zugehörigen Apparaten und zwei Ocularen, aber ohne Objectivsystem, kostet 36 Pfund 10 Schilling.

Ein kleines Mikroskop mit der nämlichen mechanischen Einrichtung wie das erstere kostet 16 Pfund 16 Schilling.

Das Gestell allein für die am einfachsten eingerichteten Mikroskope kostet 5 Pfund 10 Schilling.

Das nämliche mit zwei Ocularen und zwei achromatischen Objectivsystemen von 1 Zoll und  $\frac{1}{4}$  Zoll Brennweite kostet 14 Pfund 15 Schilling.

Zu diesem Mikroskope sowohl wie zu den anderen kann man die Objectivsysteme einzeln haben, und zwar zu folgenden Preisen:

2 Zoll Brennweite für	3 Pfund — Schilling;
1 " " "	3 " 10 "
$\frac{1}{2}$ " " "	5 " 5 "
$\frac{1}{4}$ " " "	5 " 5 "
$\frac{1}{8}$ " " "	8 " 8 "
$\frac{1}{12}$ " " "	12 " — "

Das grosse zusammengesetzte Mikroskop, mit allen Objectivsystemen versehen, kommt demnach auf 73 Pfund 18 Schilling.

Einige Jahre nach Ross, nämlich 1834, fing Hugh Powell, nachdem er bisher andere physikalische Instrumente angefertigt hatte, auch mit Mikroskopen an und brachte es darin in wenigen Jahren sehr weit.

Er hat sich mit seinem Schwager Lealand vereinigt, und die Firma Powell and Lealand in London (4 *Seymour Place, Euston Square, New Road, opposite St. Pancreas Church*) ist jetzt in England gleich berühmt wie Ross.

Zuerst machte er sich durch die zweckmässige Einrichtung zur feinen Einstellung des Objecttisches bekannt (*Transactions of the Soc. of Arts* 1834. L.). Die langsame Bewegung kommt hier nämlich dadurch zu Stande, dass der Tisch auf drei Füsschen ruht, unter denen drei geneigte Flächen gleichzeitig durch eine Schraube bewegt werden, von deren einmaliger Umdrehung der Tisch um  $\frac{1}{300}$  Zoll sich hebt oder sich senkt. Am Knopfe der Schraube ist eine Eintheilung in zwanzig Theile, so dass mithin  $\frac{1}{6000}$  Zoll angegeben wird. Auch kann die Einrichtung zugleich zum Messen der Brennweite benutzt werden.

Powell machte aber auch im optischen Theile rasche Fortschritte, und 1840 brachte er ein achromatisches Objectiv von  $\frac{1}{16}$  englische Zoll (1,6 Millim.) Brennweite zu Stande, dem von einem competenten Beurtheiler, von Quekett (l. l. p. 43), grosses Lob gezollt wird. Nur ist es unrichtig, wenn Quekett dasselbe als das erste englische Objectiv von so kurzer Brennweite bezeichnet, da Pritchard schon mehrere Jahre früher aplanatische Objective mit gleich kurzer, ja selbst mit noch kürzerer Brennweite geliefert hatte.

Er hat sich weiterhin noch mehr vervollkommnet, und 1856 hat er ein Objectivsystem von  $\frac{1}{16}$  engl. Zoll Brennweite zu Stande gebracht, welches den noch nicht erreichten Oeffnungswinkel von  $175^\circ$  besitzen soll. Nach dem Zeugnis von Shadbolt (*Quart. Journ.* 1857, XIX. *Transact.* p. 141) leistet es Vorzügliches und verdient das höchste Lob.

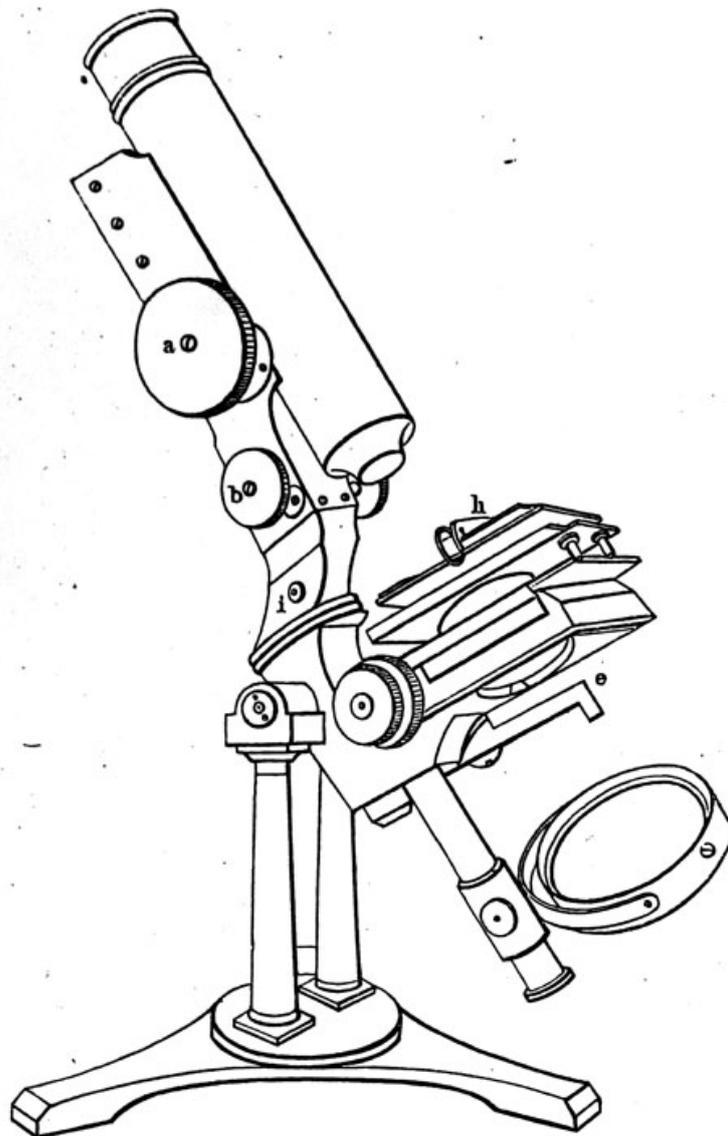
Die schädliche Wirkung der Deckplättchen sucht er auf dem nämlichen Wege zu beseitigen wie Ross.

Zu seinen Mikroskopen kommen Linsensysteme von 2 Zoll bis  $\frac{1}{16}$  Zoll Brennweite und drei Oculare, die in dem Verhältniss von 1, 2 und 3 vergrössern, so dass man eine Reihe von Vergrösserungen erhalten kann, die von 20 bis zu 2500 gehen.

Auch verdient das Mechanische an Powell's Mikroskopen alles Lob; mit Zierlichkeit, Feinheit und genauer Arbeit verbindet sich Festigkeit. Er hat übrigens verschiedene Gestelle, und nach einander hat er damit verschiedene Veränderungen vorgenommen. Eins seiner grossen Mikroskope, wie er sie seit 1841 (*Microscopic Journ.* I, p. 177) lieferte, ist in Fig. 305 dargestellt. Auf einem festen messingenen Dreifusse ruht eine runde Platte, die sich herumdrehen lässt; auf ihr stehen zwei runde Säulen, zwischen denen der Körper des Mikroskops eine verticale, ebenso aber auch eine unter verschiedenen Winkeln geneigte Stellung annehmen kann. Zur groben Einstellung dient der geränderte Knopf *a*, durch welchen ein Trieb in Bewegung gesetzt wird. Die feinere Einstellung geht vom Knopfe *b* aus, oder von einem ähnlichen auf der entgegengesetzten Seite: mit der hierdurch umgedrehten Schraube hängt ein kegel-

förmiges Stück zusammen, wogegen ein anderes Stück, das mit dem Rohre verbunden ist, mittelst einer Feder andrückt. Der unterste Theil

Fig. 305.



Grosses Mikroskop von Powell und Lealand.

des Armes, welcher das Rohr trägt, hat bei *i* einen kegelförmigen Stachel, der in das Stück passt, womit der Objecttisch verbunden ist, und so lässt sich das Rohr zur Seite drehen, wenn das Objectiv gewechselt werden soll. Der Objecttisch hat den beweglichen Tyrrell'schen Schlitten, von dem weiterhin die Rede sein wird, und auch ein Schraubenmikrometer; er kann ferner um seine Axe gedreht werden, und oben hat er eine Klemmfeder *h* zum Festhalten der Objecte. Unter dem Objecttische bei *e* befindet sich ein kurzer Arm, um schwarze Scheiben darauf zu legen, wenn man zur Beleuchtung undurchsichtiger Objecte reflectirende Hohlspiegel gebraucht. Der Spiegel ist concav und eben und kann zur cen-

trischen und excentrischen Beleuchtung benutzt werden; unter den Objecttisch kann ein achromatisches Linsensystem geschraubt werden, oder ein drehbares Diaphragma mit verschiedenen Oeffnungen.

Der Preis dieses Mikroskops geht, je nach der Anzahl der Linsensysteme und nach dem ferneren Zubehör, von 40 Pfund bis zu 60 Pfund. Ein recht vollständiges Mikroskop der Art bekommt man aber für 45 Pfund.

Auch mancherlei andere Gestelle, die mehr oder weniger von dem beschriebenen abweichen, und die hier nicht alle beschrieben werden sollen, kommen aus der Werkstatt von Powell und Lealand. Eins davon ist noch theurer als das vorige, da das Mikroskop mit allen dazu gehörigen Apparaten gegen 100 Pfund kostet. Die bedeutende Grösse und Schwere des ganzen Instruments, namentlich des Objecttisches, der sieben Quadratzoll gross ist und alle Bequemlichkeiten und Bewegungen kleinerer Instrumente nur in grösserem Maassstabe darbietet, bedingt hauptsächlich diesen hohen Preis. Späterhin scheint jedoch dieses Gestell nur wenig gesucht worden zu sein.

Sie haben indessen auch viel wohlfeilere Gestelle gemacht. Viel Abgang haben namentlich jene, bei denen der Dreifuss, die Säulen und der Objecttisch aus Gusseisen bestehen, und die im Uebrigen so eingerichtet sind, dass sie mit den stärksten Objectivlinsen benutzt werden können und für alle Zwecke ebenso brauchbar sind als die weit theueren Instrumente.

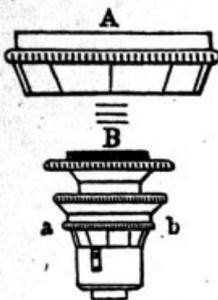
Das Gestell für sich mit den Ocularen kostet 17 Pfund 11 Schilling. Die Objectivsysteme sind im Ganzen etwas billiger als bei Ross:

2 Zoll Brennweite	3 Pfund	3 Schilling;
1 " "	3 " 3	" "
1/2 " "	4 " 4	" "
1/4 " "	5 " 5	" "
1/8 " "	7 " 7	" "
1/12 " "	9 " 9	" "
1/16 " "	10 " 10	" "

Der Dritte von denen, die gegenwärtig in London den meisten Ruf wegen achromatischer Mikroskope haben, ist Smith, mit der Firma: Smith and Beck, Nr. 6, Coleman-Street, City. Schon viele Jahre früher hatte er gewöhnliche Mikroskope verfertigt; aber erst 1839 fing er mit achromatischen Objectivlinsen an und 1841 legte er der *Microscopical Society* ein Mikroskop vor, welches im folgenden Jahre (*Microscop. Journal* II, p. 1) beschrieben wurde. Es gehörten vier Objectivlinsen dazu, welche theils für sich, theils mit einander verbunden gebraucht werden konnten; die stärkste hatte 1/4 Zoll Brennweite. Er verbesserte aber seine Mikroskope mehr und mehr und liefert jetzt auch Objectivsysteme von 1/8 und 1/12 Zoll Brennweite.

In dem Verfahren von Ross die Objective für die Benutzung von Deckplättchen einzurichten, hat er eine erfolgreiche Verbesserung eingeführt, die gewiss bald allgemeiner befolgt werden wird, da sie in noch stärkerem Maasse als die Amici'sche Methode auch bei Deckplättchen von sehr verschiedener Dicke zulässig ist. Smith stimmt darin mit Ross und mit Powell überein, dass die unterste Linse des Systems durch Drehung des Röhrchens, worin sie gefasst ist, den beiden anderen mehr genähert oder entfernter davon gerückt werden kann; er wendet aber ein Mittel an, wodurch, wenn die Dicke des Deckplättchens bekannt ist, diese Entfernung derartig eingerichtet wird, dass sie der Dicke des Deckplättchens sowohl als der Entfernung zwischen Ocular und Objectiv, welche hier durch Herausziehen oder Hineinschieben des innersten Rohres verlängert oder verkürzt werden kann, am besten entspricht. Er hat nämlich den Objectiven die in Fig. 306 dargestellte

Fig. 306.



Objectiv  
mit verstellbaren Linsen  
von Smith.

Einrichtung gegeben. Die bewegliche Röhre, worin die unterste Linse steckt, und die bei A in wahrer Grösse dargestellt ist, hat einen vorspringenden Rand mit zehn Eintheilungen, die von 0 bis 9 bezeichnet sind. Eine gleichwerthige Eintheilung ist an dem geränderten Knopfe des Mikroskops angebracht, mittelst dessen die feine Einstellung bewirkt und zugleich auch die Dicke der Deckplättchen gemessen wird: 15 Abtheilungen kommen auf  $\frac{1}{100}$  Zoll in der Luft, etwa 10 auf  $\frac{1}{100}$  Zoll im Glas.

Ist nun das Mikroskoprohr nicht ausgezogen, so muss der eingetheilte Rand *ab* des Objectivs B gedreht werden, bis 0 dem verticalen Striche auf der Röhre gegenübersteht, wobei dann zwei oder drei horizontale Striche, deren jeder eine vollständige Umdrehung des Randes bezeichnet, ganz freiliegen. So weit ungefähr lässt sich die Schraube ohne Mühe herumdrehen.

Will man dann wissen, wie weit jener Rand gedreht werden muss, damit das Objectiv für ein Deckplättchen von einer gewissen Dicke passt, so multiplicirt man die Zahl der Theilungen, wodurch die Dicke angegeben wird, die also auf dem geränderten Knopfe zur feinen Einstellung stehen, mit 0,7 für das Objectiv von  $\frac{4}{10}$  Zoll Brennweite, und mit 0,9 für das Objectiv von  $\frac{1}{4}$  Zoll Brennweite. Man bekommt die verlangte Verbesserung, wenn man den Rand bis zur Ziffer des erhaltenen Products dreht, indem man ihn abwärts schraubt und das Rohr der untersten Linse aufwärts drückt.

Ist das Mikroskoprohr ausgezogen und man benutzt das Objectiv von  $\frac{4}{10}$  Zoll Brennweite, so muss die Ziffer, auf welche der Rand eingestellt wird, vermehrt werden um:

## Mikroskope von Smith und Beck.

2,5 Abtheilungen für 1 Zoll Auszug,				
4	"	"	2	"
5	"	"	3	"
6	"	"	5	"

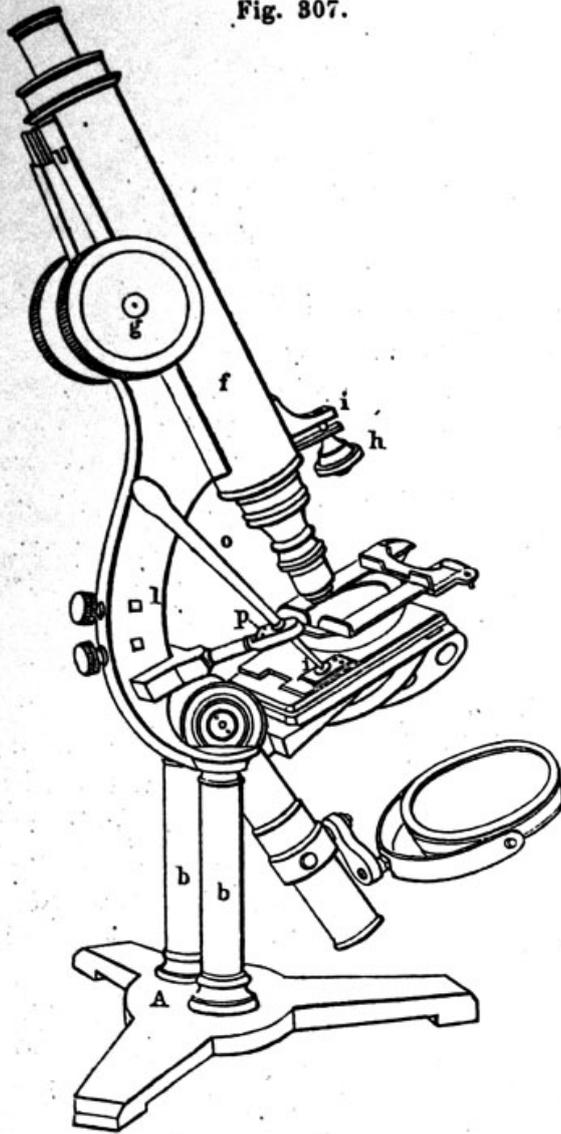
Beim Objective von  $\frac{1}{4}$  Zoll Brennweite übt die Verlängerung des Rohrs weniger Einfluss. Für die vier ersten Zolle der Verlängerung kann man jedoch rechnen, dass die Ziffer für jeden Zoll um eine Abtheilung vermehrt werden muss.

Die Mikroskope von Smith werden sehr gelobt. Auf der Londoner Ausstellung im Jahre 1851 erhielt er den nämlichen Preis wie Ross, auf der Pariser Ausstellung im Jahre 1855 aber bekam er eine Medaille erster Klasse. Sie haben vorzügliche Objective, wenn auch die Londoner Juryjenen von Ross eine grössere Vorzüglichkeit einräumte. Erwähnt muss

werden, dass Smith Objective von  $\frac{4}{10}$  engl. Zoll (6,1 Mm.) Brennweite verfertigt mit dem ausserordentlichen Oeffnungswinkel von  $90^\circ$ , wodurch sie sich besonders zur Beobachtung von Objecten bei auffallendem Lichte eignen.

Man hat sich indessen immer mehr davon überzeugt, dass in dem Maasse, als durch Vergrösserung der Oeffnung der Objective das Unterscheidungsvermögen des Mikroskops zunimmt, dessen begrenzendes Vermögen abnimmt. In der Rede, womit Georg Shadbolt am 11. Februar 1857 die Versammlung der *Microscopical Society* eröffnete (Quart. Journ. 1857. XIX. Transact. p. 143), liest man daher, dass Smith und Beck ihre stärkeren Objective mit einem drehbaren Diaphragma mit verschiedenen Oeffnungen versehen haben, damit die Oeffnung des Objectivs nach Willkür vergrössert oder verkleinert werden kann. Diese Einrichtung habe ich aber

Fig. 307.



Grosses Mikroskop von Smith und Beck.

aber schon 1849 an einer weiterhin folgenden Stelle dieses Buches empfohlen.

Smith hat auch verschiedene Gestelle zu verschiedenen Preisen. Eines seiner grossen Mikroskope ist in Fig. 307 dargestellt. Auf dem festen Dreifusse *A* ruhen die Säulen *b* und *b*. Diese haben oben Charniere, zwischen denen der Arm *l* aufgehängt ist und mittelst deren das ganze Instrument unter verschiedene Winkel gebracht werden kann. Dieser Arm hat ganz nach oben und innen zwei Rinnen, in denen sich zwei Stangen auf- und niederbewegen, die an das Mikroskoprohr *f* befestigt sind. Eine Rinne nebst der zugehörigen Stange ist dreikantig, die andere eben und mit einer Zahnleiste versehen; die letztere ist dazu bestimmt, durch den geränderten Knopf *g* das Mikroskoprohr auf und nieder zu schieben, während die erstere hierbei nur als Conductor dient. Innerhalb des Mikroskoprohrs befindet sich ein zweites, das ausgezogen werden kann und zur Aufnahme der Oculare bestimmt ist; an sein unteres Ende aber passt ein kürzeres Rohr, welches durch die Schraube *i* sich auf- und niederwärts schieben lässt, die ihrerseits wieder auf das Ende eines Hebels wirkt, wodurch die feine Einstellung zu Stande kommt. Auf den geränderten Knopf *h* sind zehn Abtheilungen eingeschnitten, um die Dicke der Deckplättchen zu messen. Der Objecttisch hat zweierlei Bewegungsapparate, nämlich den Schlitten von Tyrrell, und den Apparat von Alfred White, welcher durch den Hebel *o* wirkt; von beiden wird bei den Hilfswerkzeugen näher die Rede sein. Der Beleuchtungsapparat besteht aus einem in allen Richtungen beweglichen concaven und ebenen Spiegel, aus einem drehbaren Diaphragma und aus einem achromatischen Lichtverstärker, der in der Figur nicht abgebildet ist.

Ausser diesen grossen Mikroskopgestellen werden in der Werkstatt von Smith und Beck noch manche andere von einfacherer Construction gefertigt. Eins davon stimmt ziemlich mit jenem der Oberhäuser'schen Mikroskope, doch ist der Fuss, gleichwie bei den neueren Instrumenten des letztern, so eingerichtet, dass der Spiegel eine freie Bewegung hat.

Das Gestell der grossen Mikroskope von Smith und Beck, ohne die achromatischen Objectivsysteme und ohne das Kästchen für das ganze Instrument, kostet 16 Pfd. 16 Schill.

Das zugehörige Mahagonikästchen allein kostet 3 Pfd. 10. Schill.

Mehrere andere Gestelle von geringerer oder grösserer Zusammensetzung kosten 5 Pfd. 10 Schill. bis 12 Pfd. 12 Schill.

Das Gestell des kleinsten vorhin erwähnten Mikroskops mit sammt dem Kästchen, aber ohne Objectivsysteme, kostet nur 2 Pfd. 15 Schill.

Die zu diesen Mikroskopen gehörigen Objectivsysteme haben folgende Preise:

3 Zoll und 1 1/2 Zoll Brennweite	vereinigt	4 Pfd.	—	Schill.
1 1/2 " " 1 1/2 " " "	allein	3 "	—	"
1 1/4 " " 2/3 " " "	vereinigt	4 "	4 "	"
2/3 " " 2/3 " " "	allein	3 "	3 "	"
4/10 " " 4/10 " " "	"	5 "	5 "	"
1/4 " " 1/4 " " "	"	5 "	5 "	"
1/8 " " 1/8 " " "	"	7 "	7 "	"
1/12 " " 1/12 " " "	"	10 "	10 "	"

Ein grosses Mikroskop, mit allen Linsensystemen ausgestattet, würde somit über 58 Pfd. zu stehen kommen.

Ausser den bisher genannten am meisten bekannten Verfertigern achromatischer Mikroskope in London giebt es in England noch andere, die sich mit gutem Erfolge darauf gelegt haben. Dahin gehört J. B. Dancer in Manchester (Cross-street, Nr. 43). Das Gestell seiner grossen Mikroskope stimmt in den meisten Beziehungen mit jenem von Powell und von Smith überein, so dass eine besondere Beschreibung desselben überflüssig ist. Auch die optische Einrichtung ist keine andere, und nach Quekett (l. l. p. 97, wo auch das Gestell beschrieben ist) sind die Linsen sehr gut. Dabei sind Dancer's Mikroskope weit billiger, nämlich:

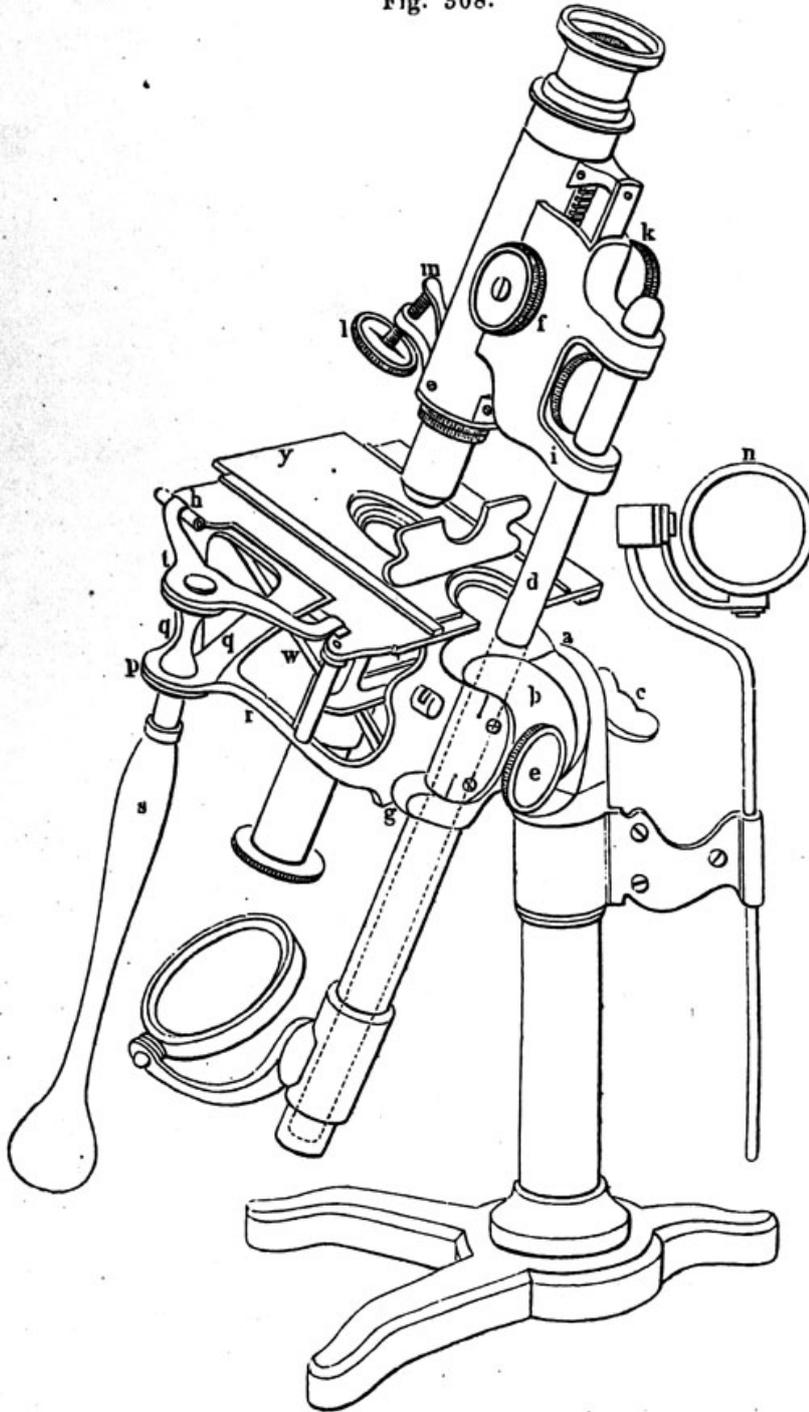
Das Mikroskop mit zwei Linsensystemen von 1 und 1/2 (oder 1/4) Zoll Brennweite nebst Einem Oculare kostet 10 Pfd. 10 Schill.

Das Mahagonikästchen dazu . . . . .	1 "	1 "
Ein einzelnes Ocular . . . . .	— "	14 "
Ein Objectiv von 1/4 Z. Brennweite . . . . .	2 "	10 "
Desgleichen 1/3 " . . . . .	3 "	3 "
Ein beweglicher Schlitten für den Objecttisch . . . . .	2 "	2 "

Besondere Erwähnung verdient noch das Mikroskop von Samuel Varley, welches Fig. 308 dargestellt ist. Ein Dreifuss trägt eine schwere runde Säule mit einer platten Scheibe *a* am oberen Ende, die in der Mitte durchbohrt ist; damit steht das Mikroskop in Verbindung mittelst des Stückes *b* und der Schraube *c*. Durch das Stück *b* geht die lange Stange *d*, welche durch die Schraube *e* festgestellt werden kann. An diesem Stücke *b* ist der Objecttisch befestigt, der aus mehreren über einander gleitenden Platten besteht und so eingerichtet ist, dass ein Object auf der obersten Platte mittelst des Hebels *s* in allen möglichen Richtungen sich langsam hin- und herschieben lässt. Wie dies geschieht, soll später beschrieben werden. Das Mikroskoprohr legt sich in die Aushöhlung des Stückes *f*, welches durch die beiden Arme *i* mit der Stange *d* verbunden ist und darauf mit einer Klemmschraube festgestellt werden kann. Hinten ist an dem Rohre eine gezahnte Stange befestigt; mittelst dieser Stange und eines Triebes, dessen gezahnter Knopf bei *k* sichtbar

ist, geschieht die schnelle Bewegung des Mikroskoprohrs. Bei *l* sieht man den geränderten Knopf der Schraube, die zur feinen Einstellung bestimmt ist; sie drückt gegen einen Hebel *m*, der mit einer kurzen Röhre

Fig. 308.



Varley's Mikroskop.

verbunden ist, an welche das Objectiv geschraubt wird. Diese Röhre befindet sich innerhalb des grösseren Rohres und wird dort durch eine Spiralfeder nach unten getrieben, während der Hebel in entgegengesetz-

ter Richtung wirkt \*). Zur Beleuchtung dient ein Spiegel, der sich in alle Stellungen bringen lässt, und eine Linse  $n$  auf einem beweglichen Arme, wodurch dieselbe auf alle gewünschten Punkte und in alle Stellungen gebracht werden kann. Ohne die Objectivsysteme kostet dieses Gestell 20 bis 30 Pfund.

Ausser den bisher Genannten giebt es noch manche andere Verfertiger von Mikroskopen in England, die den drei zuerst genannten Londoner Optikern durch gute Instrumente nahe zu kommen bemüht sind. Dahin gehören M. Pillischer, W. Ladd, Salmon, Amadio, Highley, Matthews in London, W. King in Bristol, Grubb in Dublin, Field u. Comp. in Birmingham \*\*). Die letztgenannte Firma hat sich noch auf besondere Weise verdient gemacht. Wenngleich es nämlich in England an Verfertigern ausgezeichneter Mikroskope nicht fehlte, so wurden doch noch fortwährend die wohlfeileren Instrumente von Oberhäuser und Nachet in Menge dahin verkauft. Deshalb setzte die *Society of Arts* in London Anfangs 1855 zwei Medaillen aus: a) für ein einfaches Mikroskop mit Linsen von 1 Zoll bis  $\frac{1}{8}$  Zoll Brennweite, welches nicht über 10 Schilling 6 Pence kostete; b) für ein zusammengesetztes achromatisches Mikroskop mit zwei Ocularen und zwei Objectiven, von denen das eine mit dem schwächsten Oculare 25 Mal, das andere 125 Mal vergrösserte, ferner mit einem Spiegel, der auch zur seitlichen Beleuchtung dienen kann und mit einem Diaphragma mit mehreren Oeffnungen; der Preis dieses Mikroskops sollte nicht über 3 Pfund 3 Schilling gehen. Im Falle der Zuerkennung der Medaillen erklärte sich die Gesellschaft bereit, 100 kleinere und 50 grössere Instrumente anzukaufen. Diese Preisausschreibung hatte den besten Erfolg. Am 13. Juni 1855 berichtete die aus den Herren Busk, Dr. Carpenter, Jackson, Dr. Lankester, Quekett und Saunders bestehende Commission, dass sich mehrere Bewerber gefunden hätten, dass sie aber nach sorgfältiger Prüfung den Preis einstimmig den Herren Field u. Comp. in Birmingham zuerkenne, die den gestellten Bedingungen vollkommen Genüge geleistet hätten. Nach Beale (*Quart. Journ.* Oct. 1857. p. 44) ist dieses Mikroskop von Field ein für diesen Preis recht gutes Instrument.

Zum Schlusse dieser Uebersicht der englischen Mikroskope sind hier noch einige mehr für sich dastehende Verbesserungen zu nennen,

\*) Dieses Mittel zur feinen Einstellung genügt zwar, um das Objectiv in die rechte Entfernung vom Objecte zu bringen, ist aber in anderer Beziehung nicht ausreichend. Es wird dadurch nämlich auch die Entfernung zwischen Ocular und Objectiv verändert, und somit auch die Vergrösserung. Hieraus folgt aber, dass bei dieser Einrichtung keine mikrometrische Methode Anwendung finden kann, wobei es auf genaue Kenntniss der Vergrösserung ankommt, und eben so wenig ist dabei eins der verschiedenen Ocularmikrometer zu verwenden.

\*\*) Einige davon, nämlich Salmon, Ladd, Highley und Matthews liefern nur die mechanische Einrichtung der Mikroskope und geben dann französische Objectivsysteme dazu.

auf die man in der letzten Zeit gekommen ist. Dahin gehört zunächst die von Wenham (*Quart. Journ.* 1857. XIX. *Transact.* p. 143) ersonnene und auch wirklich in Ausführung gebrachte Modification der Corrections-einrichtung, wodurch die Objective sich zur Verwendung bei Deckplättchen von verschiedener Dicke eignen. Es wurde oben (S. 747) erwähnt, dass Ross zu diesem Zwecke die unterste Linse des Objectivs beweglich machte, um sie bis zu einem gewissen Grade von den beiden anderen entfernen oder aber denselben nähern zu können. Mit dieser Einrichtung ist nur der Nachtheil verbunden, dass man, um die richtige Entfernung der untersten Linse zu finden, das Objectiv immer vom Objecte entfernen muss, damit man nicht gegen das Deckplättchen stösst, und beim Herumdrehen kommt auch das Object aus dem Focus. Deshalb hat Wenham sein Objectivsystem so eingerichtet, dass die unterste Linse unverrückt bleibt, dagegen aber die beiden anderen zusammen sich bewegen: man verliert so das Object nicht aus dem Gesichte und vermag mit grösster Sicherheit zu beurtheilen, ob beim Umdrehen der Schraube, durch welche diese Bewegung zu Stande kommt, das Bild an Schärfe gewinnt oder verliert. Diese Modification ist scheinbar sehr unbedeutend; das ist sie aber in praktischer Beziehung nicht und sie verdient gewiss Nachahmung.

Ferner gehört hierher der Versuch Brooke's (*Quart. Journ.* April 1853. *Transact.* p. 83), zwei ungleich vergrössernde Objective dergestalt zu vereinigen, dass nach einander das eine und das andere unter das Mikroskoprohr kommt, ohne dass man doch das eine abzuschrauben braucht, um das andere an seine Stelle zu bringen. Zu dem Ende ist unten am Mikroskoprohre ein Arm angeschraubt, der nach vorn sieht und einen Stift trägt, um welchen sich ein Stab herumdreht. An beiden Enden dieses Stabes sind Objective angeschraubt, und durch Umdrehen desselben kann jedes der Objective unter das Mikroskoprohr kommen, während das andere Objectiv weit genug vom Objecttische entfernt bleibt, dass es nicht hinderlich ist. Brooke hat auf diese Weise zwei Objective am Mikroskope angebracht, das eine von 1 Zoll Brennweite zum allgemeinen Ueberblicke, das andere von  $\frac{1}{4}$  Zoll Brennweite zur genauern Untersuchung.

Der Gedanke, zwei oder selbst mehr Linsensysteme zusammenzubringen, die sich um eine Axe drehen, ist zwar nicht neu, da man ihm schon vor mehr denn zwei Jahrhunderten bei Kircher begegnet (S. 601); die Sache verdient aber auch noch aus einem andern Grunde Empfehlung, der Brooke entgangen zu sein scheint. Dem Mikroskope fehlt es nämlich noch an einem Sucher, wie ihn das Fernrohr besitzt, und diesem Mangel scheint wirklich durch die Einrichtung Brooke's abgeholfen werden zu können, wenn man dabei Sorge trägt, dass die Unterflächen der beiden Objective sich genau in der entsprechenden Entfernung vom Objecttische befinden, die ihren verschiedenen Brennweiten entsprechend ist, wo man dann durch das eine wie durch das andere Objectiv die

Objecte scharf sieht, ohne dass vorher eine Stellveränderung nöthig wäre. Bei solcher Einrichtung würde der kleine Apparat wirklich zeitsparend sein. Es liesse sich aber auch so machen, dass das eine Objectiv, das stärkere nämlich, durch andere noch stärkere ersetzt werden kann, denen allen das schwächste Objectiv alsdann als Sucher dient. Die einzige Schwierigkeit liegt darin, dass die mechanische Ausführung eine höchst sorgfältige sein muss, damit das Objectiv beim Umdrehen der Stange immer genau in die optische Axe des Instruments kommt und auch alles fremde Licht abgeschlossen bleibt. Natürlicher Weise wird der Preis des Instruments dadurch erhöht, und beim vielfachen Gebrauche tritt auch leicht eine Abnutzung ein.

Die Art und Weise, wie die Objectivsysteme durch Schraubenverbindung mit dem Mikroskopkörper vereinigt werden, hat die *Microscopical Society* beschäftigt; dieselbe beauftragte eine Commission, bestehend aus den Herren Jackson, Brooke und Perigal, bestimmte Vorschriften dafür aufzustellen, und diese Commission brachte am 11. November 1857 ihren Bericht (*Quart. Journ.* 1857. XXII. *Transact.* p. 39). Der Hauptzweck einer Aufstellung solcher Vorschriften ging dahin, dass künftighin Objective aus verschiedenen Werkstätten an die Mikroskope der verschiedenen Optiker angesetzt werden könnten. Für England ist dieser Zweck guten Theils erreicht, da die drei Hauptfirmen Londons (Ross, Powell, Smith) sich bereit erklärt haben, das vorgeschlagene Modell anzunehmen. Indessen ist es nicht gerade wahrscheinlich, dass die Optiker des Continents sich auch allgemein dem anschliessen werden.

Ich hätte nur wünschen mögen, es wäre bei dieser Gelegenheit statt der Schraubenverbindung die Bajonetverbindung gewählt worden, die den doppelten Vorzug hat, dass die Objective dabei rascher gewechselt werden können und dass die Centrirung eine zuverlässigere ist.

439 In Nordamerika fing Charles A. Spencer vor mehreren Jahren an, Objective zu verfertigen. Die ersten Nachrichten darüber gaben Gilman und Bailey (*American Journ. of Sc. and Arts.* 1848, March, Nr. 14, p. 237 u. 297, und 1849, March, p. 265). Spencer machte bald grosse Fortschritte, so dass nach dem Zeugnisse seiner Landsleute seine Objective den besten englischen fast den Rang ablaufen, jene von Chevalier, von Plössl, von Oberhäuser aber übertreffen. Sein Mikroskopgestell hat viel Aehnlichkeit mit dem Chevalier'schen; seine Objective haben  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{1}{7}$  und  $\frac{1}{12}$  engl. Zoll (8,2 3,6 und 2,1 Millimeter) Brennweite.

Die namentlich von Bailey hochgerühmte Vortrefflichkeit der Spencer'schen Objective rief eine Art Wettstreit mit den in England gefertigten Mikroskopen hervor, woselbst namentlich Marshall und Warren de la Rue daran Theil nahmen (*American Journal* 1851. p. 82). Zu einem bestimmten Entscheid konnte man aber nicht kommen, da man über die Abstände der Striche auf den als Probeobjecte benutzten Diatomeenschalen (*Navicula Spenceri* und *Grammatophora subtilissima*) sich nicht

vereinigen konnte, zum sprechenden Beweise dafür, wie unzuverlässig die der Natur entnommenen Probeobjecte sind, wenn man die relative Tüchtigkeit verschiedener Mikroskope feststellen will, oder wenn zwei von einander entfernt wohnende Beobachter nach einander dasselbe Object unter möglichst gleichen Umständen untersuchen. Diese Erfahrung wurde aber auch hauptsächlich Veranlassung, dass man die verschiedenen Arten von Indicatoren ersann, von denen später die Rede sein wird.

Im Jahre 1851 hatte Burnett (*American Journ.* 1851, Nr. 12, p. 56) auf einer Reise nach Europa Gelegenheit, Spencer's Objectivsysteme mit denen von Ross, von Powell u. Lealand, von Nacet zu vergleichen; für die besten erklärt er die von Ross und von Spencer, ohne aber zu entscheiden, welcher von diesen beiden höher steht.

Im Jahre 1852 gelang es Spencer, ein Objectivsystem mit  $\frac{1}{12}$  engl. Zoll Brennweite und einem Oeffnungswinkel von  $174\frac{1}{2}^{\circ}$  herzustellen, wie ein Brief von A. S. Johnson (*American Journ.* 1852, p. 31) angiebt. Dasselbe würde für diese Brennweite unübertroffen dastehen, denn das oben (S. 750) erwähnte Objectiv von Powell u. Lealand mit  $175^{\circ}$  Oeffnung hat nur  $\frac{1}{18}$  engl. Zoll Brennweite.

Ausser Spencer besitzt aber Nordamerika auch noch andere Mikroskopverfertiger. Als solche werden genannt Wm. Buffhum and Son in Milburne, Lake Co Illinois, J. and W. Grunow in Newhaven (*American Journ.* 1855, July, p. 143). Von ihren Instrumenten ist mir nichts Näheres bekannt; nur wurden die der letztgenannten Firma neuerdings sehr gerühmt (*American Journ.* 1857, Nov., p. 448).

Als eine Modification der mechanischen Einrichtung des Mikroskops ist hier auch noch der Vorschlag des nordamerikanischen Professors Riddell (*Quart. Journ.* July, 1853, Nr. IV, p. 305) anzuführen, die feine Einstellung durch ein Pumpwerk zu erzielen, indem man in eine Kautschukröhre mit elfenbeinernem Mundstücke, das in den Mund kommt, athmet. Der Hauptvortheil dabei ist, dass alsdann beide Hände zur Bewegung des Objects frei bleiben, was bei Zergliederungen unterm Mikroskope wichtig ist. Riddell hat sein Verfahren daher auch zunächst für das einfache, zu Sectionen benutzte Mikroskop in Anwendung gebracht. Eine nähere Beschreibung der Einrichtung seines Apparats hat Riddell nicht gegeben, er rühmt aber gar sehr dessen Brauchbarkeit. Jedenfalls ist es eine gute Idee, die näher geprüft zu werden verdient.

Weiterhin werden wir auch den Erfinder einer neuen und bessern Form des binoculären Mikroskops in Riddell kennen lernen.

In der vorhergehenden Uebersicht der Verbesserungen des zusammengesetzten Mikroskops in neuerer Zeit habe ich absichtlich jene Übergänge, welche auf die Umkehrung des Bildes Bezug haben. Diese sollen daher hier noch zusammengestellt werden.

Das Theoretische über diesen Gegenstand ist bereits oben (§. 195 ff.)

angegeben worden. Wenn aber dort die Umkehrung durchs Ocular zuletzt genannt wurde, so ist sie hier voranzustellen, da sie der Zeit nach den übrigen Methoden vorausgegangen ist.

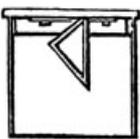
Schon kurze Zeit nach der Entdeckung des Fernrohrs, nämlich 1611, wies Keppler (*Dioptrice*, Probl. 99) nach, wie man drei concave Linsen zu stellen hat, wenn man die Objecte in ihrer natürlichen Richtung sehen will, und Rheita wandte dieses Princip 1645 wirklich auf das Fernrohr an.

Beim zusammengesetzten Mikroskope indessen, wo die kleinen biconvexen Objectivlinsen ein weit weniger scharfes Bild geben, musste diese Verbesserung weit schwieriger zu erzielen sein. Bei älteren Mikroskopen scheint man auch nicht einmal den Versuch dazu gemacht zu haben. Nachdem aber das Objectiv aplanatisch gemacht worden war und das dadurch entstehende Bild weit schärfer und heller hervortrat, lag der Gedanke sehr nahe, die letzte Unvollkommenheit, die dem zusammengesetzten Mikroskope noch anklebte und wodurch es dem einfachen Mikroskope nachstand, die Umkehrung der betrachteten Gegenstände nämlich, zu beseitigen, und es war ganz natürlich, dass man zunächst zu jenem Mittel griff, dessen man sich schon seit einer Reihe von Jahren beim Fernrohre bedient hatte.

Eine Vermehrung der Oculargläser zum Zwecke der Bildumkehrung brachte Lister zuerst in dem Mikroskope zur Anwendung, welches Smith im Jahre 1826 nach seiner Anweisung verfertigte und wobei achromatische Linsen von Tulley benutzt wurden (Quekett l. l. p. 110). Die späteren englischen Mikroskopverfertiger haben dies allgemein angenommen, und auf Verlangen geben sie ein solches umkehrendes Glas (*erecting glass*) zu ihren Instrumenten; im Preiscurant von Smith u. Beck ist es z. B. mit 1 Pfund verzeichnet. Meistens ist dann auch ein inneres Rohr da, welches sich ausziehen lässt, an dessen Unterende der Umkehrungsapparat geschraubt wird, nämlich eine kurze Röhre mit zwei planconvexen Linsen, deren convexe Seite aufwärts gerichtet ist. So ist er schon 1830 am Mikroskope von Pritchard und Goring angebracht.

Erst längere Zeit, nachdem dieses Mittel in England in Gebrauch gekommen war, dachte man auch anderwärts an die Erreichung dieses Zweckes, indessen auf andere Weise. Chevalier, der, wie wir sahen, Amici's horizontales Mikroskop nachmachte, musste bald wahrnehmen,

Fig. 309.



Chevalier's bildumkehrendes Prisma.

dass durch das darin enthaltene rechtwinkelige Prisma die Bilder eine halbe Umkehrung erfahren. Es war nun klar, dass eine zweite halbe Umkehrung durch ein zweites rechtwinkelig zum ersten stehendes Prisma eine vollständige Umkehrung zur Folge haben musste. Er führte das auf die in Fig. 309 dargestellte Weise aus, indem er ein rechtwinkeliges gläsernes Prisma in der hier verzeichneten Richtung in einem Röhrenchen vor das Ocular brachte.

Das nämliche Princip der doppelten totalen Reflexion ist auch beim umkehrenden Mikroskope Nacet's festgehalten, welches dieser zuerst in Jahre 1843 verfertigte (*Comptes rendus*, 1843. XVII, p. 917). Vor dem Chevalier'schen hat es den grossen Vorzug, dass das Mikroskoprohr vertical steht, so dass die Hände, wenn Zergliederungen darunter vorgenommen werden, viel freier sind. Auch ist die Unterfläche des obern Prisma convex geschliffen, so dass dasselbe zugleich als Linse wirkt und das Gesichtsfeld grösser macht.

Das Rohr dieses bildumkehrenden Mikroskops ist in Fig. 310 im Durchschnitte dargestellt, und zwar bei A das ganze Mikroskoprohr, bei B das Ocular allein für eine Stellung, die von jener bei A um 90° differirt.

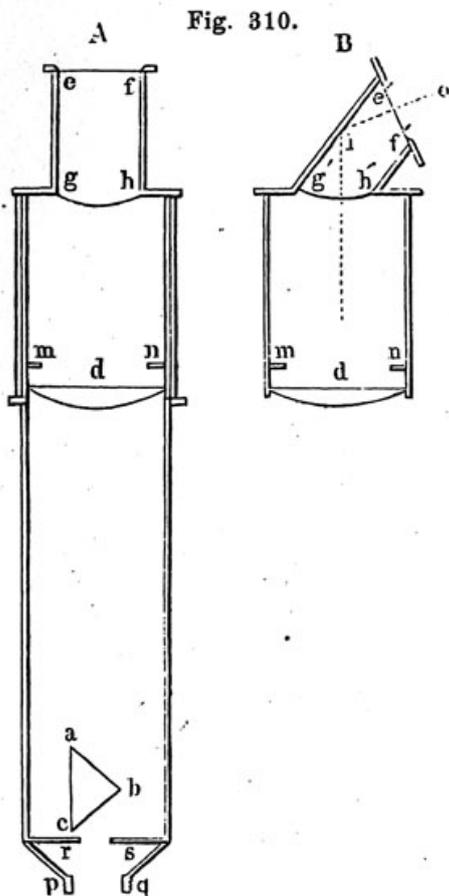


Fig. 310.

Die erste halbe Umkehrung erfolgt durch das Prisma *abc*, welches unmittelbar über dem Diaphragma *rs* in der Nähe des Objectivs angebracht ist. Bei *d* befindet sich ein gewöhnliches planconvexes Collectivglas und bei *mn* ein Diaphragma. Das zweite Prisma, welches durch seine convexe Unterfläche auch als Ocular wirkt, befindet sich bei A in *efgh*, bei B in *e'f'g'h'*. Aus der Abbildung ersieht man deutlich, dass ein in *o* befindliches Auge, welches unter einem Winkel von etwa 45° auf die gerade Fläche *e'f'* des Prismas sieht, die Bilder der Objecte, die sich unter dem Mikroskope befinden, in ihrer wahren Richtung nach dem Verlaufe der Linie *oi* sehen wird. Die Theorie dieser Umkehrung ist oben (§. 177 und 195 ff.) nachzusehen.

Durchschnitt von Nacet's bildumkehrenden Rohre.

Es gehören zu diesem Mikroskope vier achromatische Doppellinsen, die einzeln für sich, oder zu einem Systeme von zwei, drei oder vier Linsen vereinigt, unten an den kegelförmigen Theil

des Rohrs bei *pq* angeschraubt werden. Bei dem von mir untersuchten Instrumente fand ich:

Objectiv.	Vergrösserung.	Abstand der Unterfläche des Objectivs vom Objecte.
Eine Doppellinse . . . . .	20 . . . . .	48 <sup>mm</sup>
Zwei Doppellinsen . . . . .	50 . . . . .	17
Drei Doppellinsen . . . . .	92 . . . . .	8
Vier Doppellinsen . . . . .	104 . . . . .	5

Bei einer Projection von 25 Centimeter beträgt der Durchmesser des Gesichtsfeldes 165 Millimeter; man kann daher bei den genannten Vergrößerungen noch 8,2, 3,3, 1,8 und 1,6 Millimeter des Objects übersehen.

Helligkeit und Lichtstärke sind selbst bei der stärksten Vergrößerung und bei auffallendem Lichte noch immer ausreichend, so dass man bei gewöhnlichem Tageslicht und ohne Anwendung concentrirender Linsen arbeiten kann. Nacet hat sein Instrument nur dazu eingerichtet, und durch Weglassung des Spiegels kann er demselben eine geringere Höhe geben, die nicht mehr als 20,5 bis 25 Centimeter über dem Objecte, und 25,5 bis 29 Centimeter über dem Tische beträgt, d. h. also eine solche Höhe, bei welcher die meisten Personen bequem im Sitzen arbeiten können. Das ganze Mikroskop (Fig. 311) ist übrigens sehr einfach zusammengesetzt. Es hat einen kurzen, aber schweren cylindrischen Stamm *b* mit einem festen Querarme *k*, woran ein kurzes Rohr *r* befestigt ist; in diesem befindet sich ein zweites Rohr *m*, welches im erstern durch einen Trieb mit dem geränderten Knopfe *n* auf- und niederbewegt werden kann. In das innere Rohr wird dann die oben beschriebene Mikroskopröhre *i* geschoben. Als Fussstück für den Stamm benutzt Nacet entweder eine schwere, länglich viereckige Messingplatte, oder einen Dreifuss aus drei gleichen Klauen *ggg*, an deren Vereinigung der Stamm befindlich ist, der sich darauf um eine Axe drehen kann.

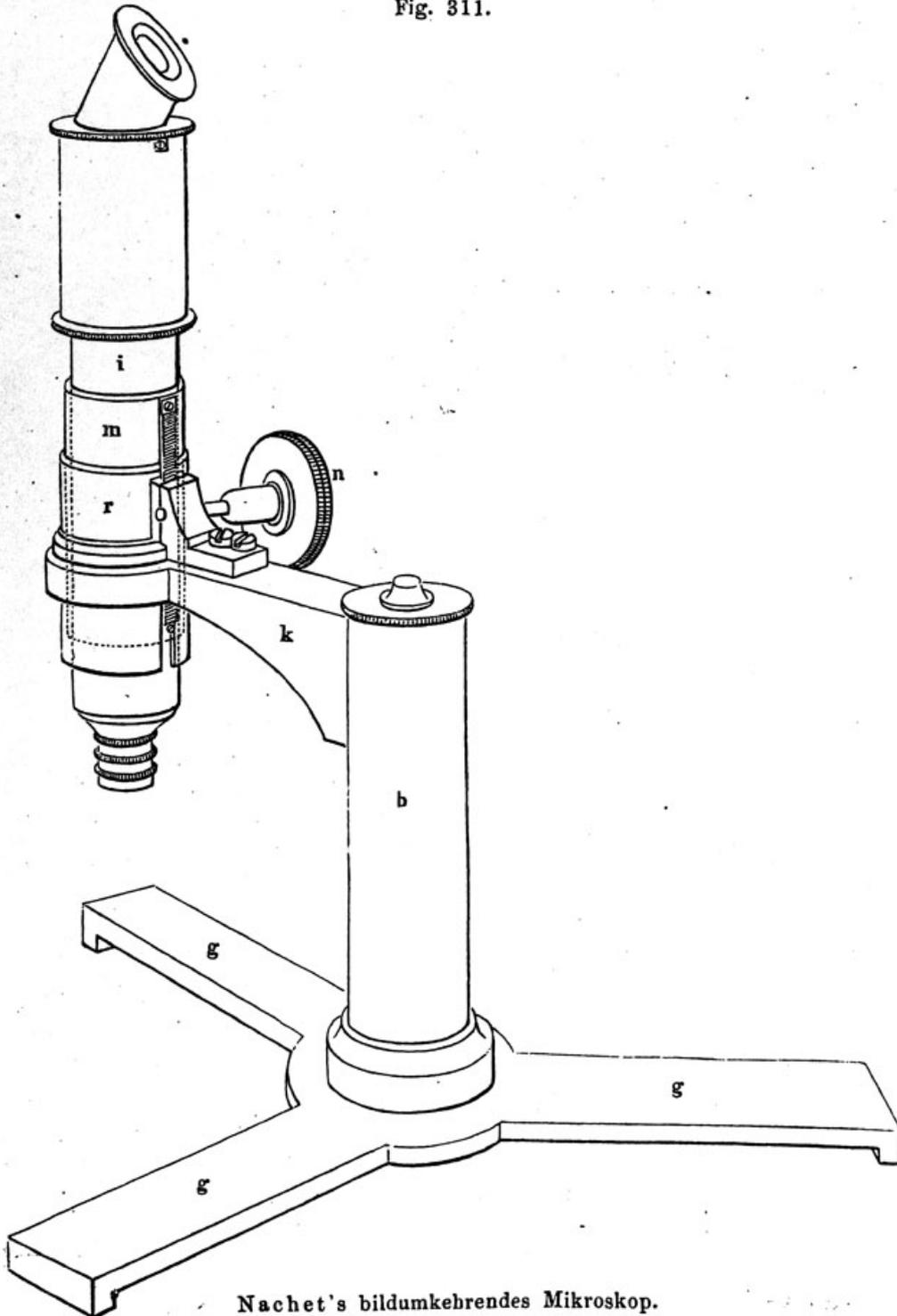
In der letzten Zeit indessen scheint Nacet diese Art von Mikroskopen nicht mehr verfertigt zu haben; wenigstens in seinem Kataloge vom Jahre 1856 kommen sie nicht mehr vor. Und gewiss ist es auch vorzuziehn, wenn man beim gewöhnlichen zusammengesetzten Mikroskope einen bildumkehrenden Apparat mit benutzt, der nach Belieben aufgesetzt oder weggenommen werden kann, jenachdem man das Mikroskop zu Zergliederungen oder zu gewöhnlichen Beobachtungen benutzen will.

Im Jahre 1848 habe ich in diesem Buche unter den Mitteln, wodurch das zusammengesetzte Mikroskop ein bildumkehrendes werden kann, auch zwei rechtwinkelige Prismen genannt, die so über einander gestellt werden, dass die Hypotenusenflächen mit der Axe des Mikroskops parallel sind, und die Reflexionsfläche des einen Prisma auf jener des andern Prisma senkrecht steht. Dadurch werden zwei halbe Umkehrungen herbeigeführt, und somit befindet sich schliesslich das Bild wiederum ganz in der nämlichen Richtung wie das Object. Damals sprach ich nur die Besorgniss aus, es dürfte eine solche Combination wegen des schiefen Einfalls der Strahlen zu wenig Licht durchlassen. Diese Besorgniss hat sich indessen späterhin als grundlos erwiesen; Dove (Poggend. Annal. Bd. 83, S. 189) hat beim terrestrischen Oculare für Fernrohre mit Erfolg Gebrauch davon gemacht.

Eine derartige Combination ist somit auch für Mikroskope anwend-

bar; nur ist es vorzuzieh'n, wenn man über das rechtwinkelige Prisma ein Prisma von solcher Form bringt, dass aus diesem die Strahlen unter einem Winkel von  $30^{\circ}$  bis  $40^{\circ}$  zur Mikroskopaxe heraustreten. Die Haltung des Kopfes ist dann eine bequemere.

Fig. 311.



Nacet's bildumkehrendes Mikroskop.

Besser noch als eine Verbindung zweier solcher Prismen eignet sich ein einzelnes Prisma, in dessen Innerem durch wiederholte Reflexion die nämliche Umkehrung zu Stande kommt. Ein solches Prisma verdanken

wir Amici. Ein von Nacet verfertigtes ist in Fig. 312 so dargestellt, dass man es in etwas schiefer Richtung von der einen Seite und von oben sieht. Die punktirten Linien bezeichnen die nicht sichtbaren Kanten. Die unterste Fläche *baikf* lässt die aus dem Oculare kommenden Strahlen hindurch. Die Flächen *abcd* und *efbc* sind die reflectirenden. So werden die Strahlen von rechts nach links und umgekehrt von links nach rechts geworfen, und dadurch kommt eine vollständige Umkehrung des Bildes zu Stande.

Fig. 312.



Bildumkehrendes Prisma nach Nacet.

Durch die oberste Fläche *ceghd* treten die also reflectirten Strahlen wieder heraus und fallen in das Auge des Beobachters. Die übrigen Flächen *aihd*, *ghik* und *egkf* sind ohne Einfluss auf die optische Wirkung des Prisma, das nur so weit abgeschliffen ist, um es nicht ohne Noth grösser zu haben. Die obere Fläche *ceghd* und die untere Fläche *baikf* treffen unter einem Winkel von  $58^\circ$  aufeinander; die Flächen *abcd* und *efbc* vereinigen sich unter einem Winkel von  $81\frac{1}{2}^\circ$ .

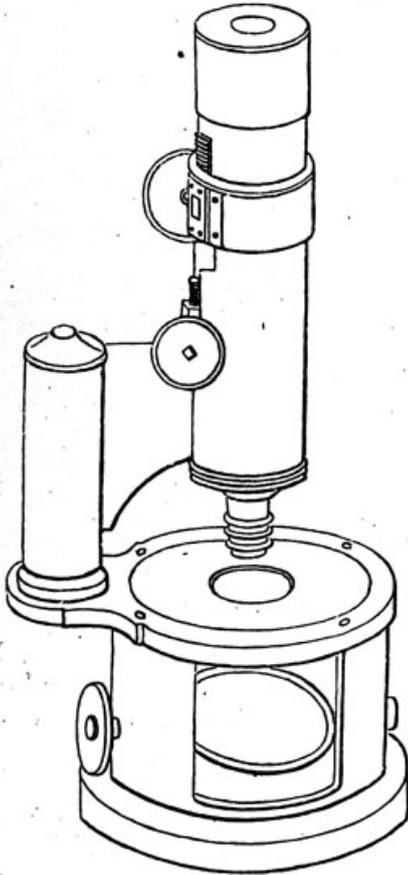
Dieses Prisma ist in ein Kästchen eingeschlossen, welches unten einen Ring hat, der auf das Ocular passt. Nacet liefert diesen Apparat einzeln um 25 Francs.

Ein drittes Mittel zur Bildumkehrung ist dieses, dass man statt Eines Objectivs zwei Objective nimmt und diese in solche Entfernung von einander bringt, dass jenes Bild, welches vom untern erzeugt wird, durch das obere sich vergrössert darstellt. Diese Methode, verbunden mit einer innerhalb gewisser Grenzen verharrenden Veränderung im wechselseitigen Abstände beider Objective, ist es, die man in der letzten Zeit vorzugsweise auf dem Continente in Anwendung gezogen hat.

Die erste Idee dazu ist von Strauss-Durckheim (*Traité pratique et théorique d'Anatomie comparée*. I, p. 81) ausgegangen. Er theilte seine Ansicht Trécourt und Oberhäuser mit, und im Jahre 1839 legte letzterer der französischen Akademie ein nach diesem Principe verfertigtes sogenanntes *Microscope à dissection* vor (*Comptes rendus*. 1839. IX, p. 322). Bei diesem Mikroskope liessen sich die beiden Objective durch einen Trieb weiter von einander entfernen oder einander mehr nähern. Die Vergrösserung konnte von 0 bis zu 500 gehen. Bei der stärksten Vergrösserung blieb das untere Objectiv immer noch 4 Millimeter vom Objecte entfernt. Bei einer 150maligen Vergrösserung blieb noch ein Object von  $0,2^{\text{mm}}$  Durchmesser im Gesichtsfelde, und bei einer 2maligen Vergrösserung ein solches von  $40^{\text{mm}}$  Durchmesser. Dieses Oberhäuser'sche Dissectionsmikroskop (Fig. 313) hat ganz das nämliche Gestell, wie seine grossen Mikroskope ältern Modells. Nur schiebt sich in dem äussern Rohre ein inneres auf und nieder mittelst eines Triebes, wodurch die Veränderung im Abstände der beiden Objective und somit auch die veränderliche Vergrösserung zu Stande kommt.

Betrachten wir diese Einrichtung näher, so sehen wir, dass der Gang der Strahlen im Körper des Mikroskops eigentlich nicht anders

Fig 313.



Bildumkehrendes oder pankratisches  
Mikroskop von Oberhäuser.

ist, als bei den viele Jahre früher in England gebräuchlichen Instrumenten. Die Verbesserung von Trécourt und Oberhäuser lag aber darin, dass sie als bildumkehrendes Glas ebenfalls eine achromatische Linse benutzten, die ausserdem auch einen kürzern Focus hatte. Dadurch nahm zuvörderst die Deutlichkeit und Schärfe des Bildes zu und es wurde zweitens auch möglich, eine grössere Breite der möglichen Vergrösserungen zu erzielen.

Ihr Beispiel fand auch bald Nachahmung. Im Jahre 1841 beschrieb Fischer von Waldheim (*Le microscope pancratique*. Moscou. 1841) ein von Chevalier verfertigtes Instrument unter dem Namen eines *Microscope pancratique*, dessen Einrichtung durchaus auf dem nämlichen Principe ruht. Wir hören ferner aus dem Jahre 1843 von Plössl (Versammlung d. D. Naturf. in Gratz, Sitzung vom 20. September), dass derselbe ein zusammengesetztes bildumkehrendes Mikroskop verfertigt hatte, zu dessen Verbesserung Dr. Fenzl beigetragen haben sollte. Nach Mohl

(Mikrographie S. 225) besitzt dieses bildumkehrende Mikroskop von Plössl das gewöhnliche Ocular des Fernrohrs für irdische Objecte und in der Schärfe des Bildes soll es den Vorzug vor Oberhäuser haben. Wirklich sind auch die früheren Dissectionsmikroskope des letztern in dieser Beziehung sehr unvollkommen, wie ich mich durch die Untersuchung eines solchen vom Jahre 1841 überzeugt habe. Daran ist meines Erachtens Schuld, dass Oberhäuser zu starke Objective nahm; das verschaffte zwar eine grössere Breite im vergrössernden Vermögen, aber nur auf Kosten einer guten Verbesserung der Aberrationen. Er hat dies späterhin auch selbst eingesehen: bei einem Instrumente aus dem Jahre 1846, worüber Mohl einen günstigen Bericht giebt, ist die schwächste Vergrösserung nur eine 6fache bei 70 Millimeter Abstand vom Objecte und einem Gesichtsfelde von 15,4 Millimeter Durchmesser, und die stärkste Vergrösserung geht nur bis 68 bei 14 Millimeter Abstand vom Objecte, wovon dann nur noch gut 1 Millimeter übersehen werden kann. Bei diesem Instrumente ist Oberhäuser auch von seiner frühern Ein-

richtung abgewichen und er hat ein Ocular für irdische Objecte genommen. Davon rührt wahrscheinlich die grosse Länge des Rohrs her: bei 6facher Vergrösserung steht das Ocular 23,6 Centimeter über dem Tische, bei 36facher 25 Centimeter, bei 68facher 32,5 Centimeter.

Soll ich nun hier mein Urtheil abgeben über die verschiedenen jetzt gebräuchlichen Mittel zur Bildumkehrung im zusammengesetzten Mikroskope, so würde dies darauf hinauslaufen, dass zwei von den befolgten Methoden, nämlich die Benutzung reflectirender Prismen und das Einschieben eines zweiten achromatischen Objectivs in die Bahn der Strahlen recht gute Resultate geben, wovon ich mich durch bestimmte Vergleichung also eingerichteter Instrumente überzeugt habe. Verlegt man die Umkehrung ins Ocular, dann sind die Bilder nicht so bestimmt; indessen in den meisten Fällen, wo es blos auf Zergliederung ankommt, kann man damit auskommen.

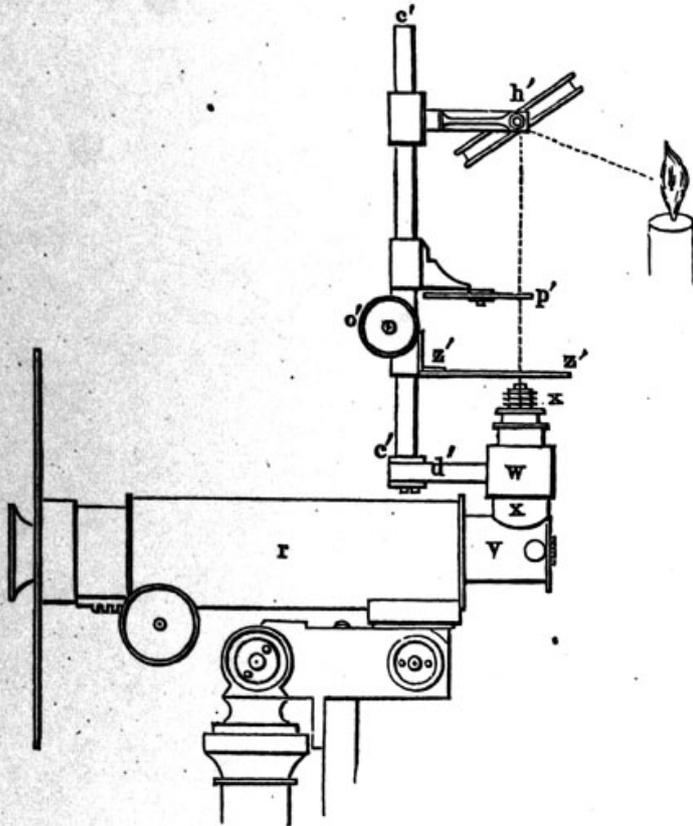
Wie man aber auch die Bildumkehrung zu Stande bringen mag, ich kann nur wiederholen, dass besonders hierzu eingerichtete Dissectionsmikroskope überflüssig sind. Dagegen erachte ich es für wünschenswerth, die zusammengesetzten Mikroskope fortan so einzurichten, dass sie der Beobachter, wenn er will, vorübergehend zu bildumkehrenden machen kann. In England ist dies allgemein gebräuchlich. Die in den letzten Jahren auf dem Continente von Oberhäuser, Nacet und Anderen gebotenen Mittel verdienen aber unzweifelhaft den Vorzug vor dem nicht-achromatischen *erecting glass*. Nacet's Prismen sind zwar recht gut angebracht, eignen sich aber doch nicht recht zur vorübergehenden Bildumkehrung, weil ihre Wegnahme etwas mühsam ist, und sie auch theurer sind als ein Objectivsystem von grosser Brennweite, wie es hier verlangt wird; ebenso stehen sie aber auch dem oben erwähnten Amici'schen Prisma nach, welches nur durch einen Ring oben am Oculare befestigt zu werden braucht, um jedes Mikroskop sogleich in ein bildumkehrendes umzuwandeln. Letzteres hat jedoch den Nachtheil, dass das Gesichtsfeld dadurch sehr verkleinert wird, wenn man nicht das Auge etwas verrückt, um nach einander das ganze Gesichtsfeld zu übersehen. In dieser Hinsicht ist es besser, wenn man ein achromatisches Linsensystem in die Bahn der Strahlen bringt; nur muss das Mikroskop so eingerichtet sein, dass dieses System an das untere Ende eines innern Rohrs, welches in einem weitem Rohre sich auf- und niederbewegt, angesetzt und mit Leichtigkeit wieder weggenommen werden kann. Diese Einrichtung habe ich bei zweien meiner Mikroskope, die im täglichen Gebrauche sind. Auf meine Veranlassung fügt Nacet jetzt seinen Mikroskopen auch ein hierzu bestimmtes System bei, wenn es verlangt wird.

Natürlich ist dies aber nur bei solchen Mikroskopen mit einigem Vortheil anzubringen, die nicht zu hoch sind. Deshalb geht es nicht bei den grossen Mikroskopen von Plössl, Schiek, Ross, Powell u. s. w., weil es zur Vornahme von Zergliederungen auf dem Objecttische durch-

aus nöthig ist, dass man sitzend arbeite, was aber wohl den meisten

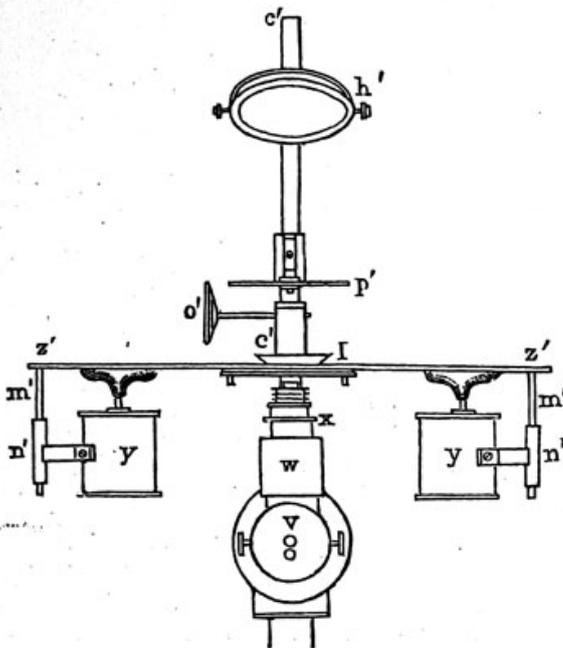
Fig. 314.

A.



Chevalier's mikrochemischer Apparat in der Seitenansicht.

B.



Derselbe von vorn gesehen.

schwer fällt, wenn die Höhe des ganzen Instruments vom Ocular bis zum Tische über 30 Centimeter beträgt.

Es ist hier auch 441 der Ort, einer modificirten Einrichtung des zusammengesetzten Mikroskops zu erwähnen, die für manche Untersuchungen sehr erspriesslich sein kann, nämlich der Aufwärtskehrung des Objectivs. Ein solches umgekehrtes Mikroskop (*Microscopium inversum*), wie man es nennen könnte, und zwar ausdrücklich zu mikrochemischen Untersuchungen bestimmt, wurde zuerst schon vor vielen Jahren von Chevalier ange-

fertigt. Die Einrichtung wurde mit Chevalier's horizontalem Mikroskope (s. Fig. 286) in Verbindung gesetzt, woran die Röhre v, welche das reflectirende Prisma enthält, zugleich mit dem Objective x umgedreht werden kann, so dass das letztere nun nach oben sieht. Die weitere Einrichtung erhellt aus Fig. 314, wo die Buchstaben in A und B die nämlichen Theile bezeichnen. Auf das Objectivrohr x passt der Ring w, der durch den Querarm d

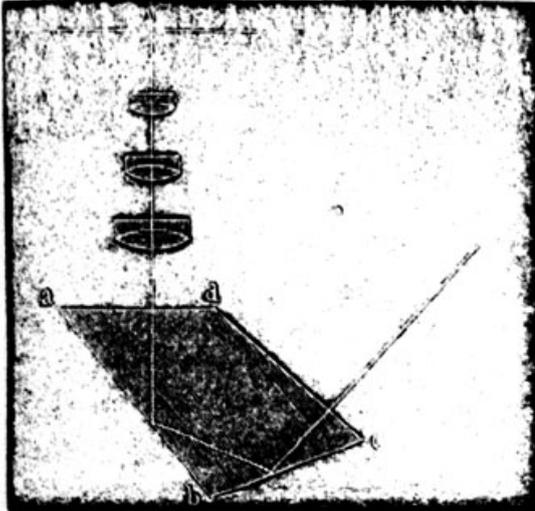
mit der vierseitigen Stange  $c'c'$  in Verbindung steht. An dieser Stange bewegt sich durch einen mit dem Knopfe  $o'$  versehenen Trieb der länglich vierseitige Objecttisch  $z'z'$ . Einander gegenüber sind am Objecttische die beiden kleinen Weingeistlampen  $yy$  befestigt, indem sie durch die Hülsen  $n'n'$  um die runden Stifte  $m'm'$  sich drehen. Die Mitte des Objecttisches hat eine runde Oeffnung für das Uhrglas  $l$ , in welches eine erwärmte Flüssigkeit kommen kann. Die Beleuchtung findet durch den Spiegel  $h'$  und das drehbare Diaphragma  $p'$  statt.

Dieses chemische Mikroskop Chevalier's ist aber niemals recht in Gebrauch gekommen, hauptsächlich wohl wegen der grossen Entfernung des Objecttisches vom Oculare, wodurch es in der That schwer fällt, gleichzeitig durchs Mikroskop zu sehen und das höher liegende Object mit den nicht unterstützten Armen zu bewegen. Der amerikanische Professor Lawrence Smith (*American Journ.* 1852. XIV, p. 232) hat nun aber dieses Mikroskop durch Nacet dergestalt umändern lassen, dass zwar die zu Grunde liegende wesentliche Idee nicht aufgegeben, das Instrument aber praktisch weit brauchbarer wurde. Die hauptsächlichste Veränderung besteht in der veränderten Form des Prisma, wie sie Fig. 315 dargestellt ist. In diesem Prisma findet eine doppelte Reflexion statt, wodurch die Strahlen in eine Richtung kommen, bei welcher der Kopf die bequemste Stellung haben kann, und wobei auch die Hände, ganz so wie beim gewöhnlichen Mikroskope, zur Behandlung der Objecte auf dem Objecttische benutzt werden können. Smith hat folgende Winkel an sein Prisma schleifen lassen:  $a = 55^\circ$ ,  $b = 107\frac{1}{2}^\circ$ ,  $c = 52\frac{1}{2}^\circ$ ,  $d = 145^\circ$ . Die Axe des reflectirten Strahlenbündels bildet dann einen Winkel von  $35^\circ$  mit der Senkrechten. Es versteht sich aber von selbst, dass dieser Winkel etwas grösser oder kleiner ausfallen kann, wenn man dem Prisma eine etwas andere Gestalt giebt.

Das Mikroskop, wie es Nacet hergestellt hat, ist in Fig. 316 dargestellt. Das Kästchen  $ab$ , worin das Prisma enthalten ist, hat seine Befestigung auf einem Schlitten, der sich zwischen zwei Leisten hin- und herbewegt, so zwar, dass beim Ziehen am Knopfe  $c$  das Kästchen mit dem darauf befestigten Objectivrohre nach vorn und zur Seite des Objecttisches zu stehen kommt, worauf dann das Objectiv, welches bei  $d$  aufgeschraubt wird, ohne Mühe mit einem andern vertauscht werden kann. Zur gröbern Einstellung dient das Röhrchen  $e$ ; dasselbe trägt das Objectiv und lässt sich auf einem andern im Innern befindlichen Röhrchen auf- und niederschieben. Die feinere Einstellung erfolgt durch das Umdrehen einer Schraube mittelst des gerieften Randes bei  $f$ . Der Objecttisch, welcher durch einen festen kurzen Stamm mit dem runden Fussstücke fest und unbeweglich verbunden ist, hat eine runde Gestalt und ist unbeweglich. Auf diesen Tisch kann eine zweite freiliegende Platte  $g$  kommen, mit einer Oeffnung in der Mitte, über welche ein kurzes Rohr hinausragt, das in die Oeffnung des ersten oder eigentlichen Objecttisches passt. Dieser freie Objecttisch ist länglich vierseitig und

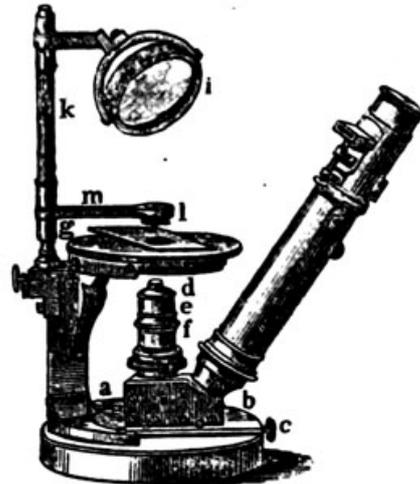
so lang, dass er den Rand des ersten etwas überragt. Man kann so unter den nach aussen überragenden Theil eine kleine Spirituslampe bringen.

Fig. 815.



Smith's Prisma zum umgekehrten Mikroskope.

Fig. 316.



Nacet's umgekehrtes Mikroskop.

gen, die zum Ganzen gehört und an einer Stange, welche auf einem besondern Fussstücke ruht, höher und niedriger gestellt werden kann. Der Beleuchtungsapparat besteht zuvörderst aus einem nach allen Seiten beweglichen Spiegel *i*, der an der runden Stange *k* auf- und niedergleitet, und zweitens aus einem deckelförmigen mit einer kleinen Oeffnung versehenen Diaphragma *l*, welches von dem Arme *m* getragen wird, der, gleich dem Spiegel, um die runde Stange *k* sich dreht, so dass er höher oder tiefer gestellt, oder auch ganz zur Seite gedreht werden kann.

Dieses Mikroskop mit vier Objectivsystemen, Nr. 0, 1, 3 und 5, einem Ocular, einem beweglichen Glasmikrometer im Oculare und einem sehr einfachen Goniometer, kostet 350 Francs.

Ohne Zweifel ist manchem Jünger der Wissenschaft mit diesem Mikroskope ein wesentlicher Dienst geleistet. Freilich können die meisten mikrochemischen Reactionen auch unter einem gewöhnlichen Mikroskope vorgenommen werden, wenn man nur hinlänglich grosse Deckplättchen nimmt; doch ist es weit sicherer, namentlich wenn verdunstende Säuren im Spiele sind, man benutzt dazu das umgekehrte Mikroskop, weil die Objective dann niemals der Gefahr ausgesetzt sind, angegriffen zu werden. Das umgekehrte Mikroskop bietet aber ausserdem noch einen vielseitigeren Nutzen: der Gebrauch von Deckplättchen wird dabei überflüssig, ausgenommen wenn man diese bloß dazu benutzt, das Object flach auszubreiten. Nun giebt es mancherlei Beobachtungen, wo die Verwendung von Deckplättchen, die wenigstens bei etwas stärkeren Vergrößerungen nicht entbehrt werden können, sehr störend ist. Man hat etwa ein anatomisches Object mit Nadeln zerzaset und mit einem Deckplätt-

chen bedeckt unters Mikroskop gebracht, und findet nun, dass die Zerzaserung nicht ausreichend gewesen ist, oder dass in Folge des aufliegenden Deckplättchens jene Theile, die man besonders zu sehen wünscht, von anderen verdeckt werden. In einem solchen Falle ist man genöthigt, das Deckplättchen wieder wegzunehmen, die Theile von Neuem bloss zu legen und dies wohl mehrmals zu wiederholen, bis das Präparat deutlich und klar wird. Dieser Mühe ist man beim umgekehrten Mikroskope überhoben; man kann dann so lange an dem Präparate arbeiten, bis es ganz vorbereitet ist. Man könnte auch an der Stange, welche den Spiegel trägt, eine Lupe anbringen, die an einem kurzen Arme an der Stange sich auf- und niederschieben und auch zur Seite drehen lässt, um sie allenfalls über das Object zu schieben und unter ihr die nöthigen Handgriffe auszuführen.

Aus dem nämlichen Grunde bewährt sich dieses Mikroskop auch nützlich bei Untersuchungen über die Entwicklung vegetabilischer wie animalischer Organismen, wie Süßwasseralgeln, Infusorien, Mollusken-eier u. s. w., die nicht gut einen Druck vertragen und wo doch der Luftzutritt nöthig ist. Will man z. B. den einen oder den andern organischen Entwicklungsprocess während einiger Stunden oder selbst Tage verfolgen, so kann man mit etwas geschmolzenem Wachse oder mit einem Gemenge von Wachs und Terpentin ein Glastäfelchen über die Oeffnung des Objecttisches befestigen, und auf dieses, oder noch besser auf ein besonderes Glastäfelchen, oder bei verhältnissmässiger Grösse in einen kleinen Glas- oder Guttaperchatrog den zu untersuchenden Körper mit Wasser bringen. Bedeckt man nun das Ganze mit einem zwei bis drei Centimeter hohen Ringe von Blech oder Messing, schliesst diesen oben hermetisch durch eine gerade Glasplatte, und klebt den etwas breitem untern Rand mit einem Gemenge von Wachs und Terpentin auf den Objecttisch, dann kann die Flüssigkeit nicht verdunsten, zumal wenn die Innenfläche des Ringes vor dem Aufsetzen auf die Glasplatte noch mit Wasser befeuchtet wurde. Um das Anlegen des Wasserdunstes an die gläserne Decke zu verhindern, ist es gut, wenn man diese Glasplatte vorher mit etwas Oel bestreicht.

Für diese Zwecke namentlich habe ich ein solches Instrument, dessen ich mich seit ein paar Jahren bediene, sehr vortheilhaft gefunden und gebe ich ihm vor anderen Mikroskopen den Vorzug.

Gegenüber diesen Vorzügen giebt es aber auch einige Punkte, worin ein solches umgekehrtes Mikroskop einem gewöhnlichen Mikroskope nachsteht. Zuvörderst ist das Prisma, wie vortrefflich es auch geschliffen sein mag, als feststehender Bestandtheil des Mikroskops dennoch zu verwerfen, weil es dessen optischem Vermögen immer einigen Eintrag thut. Zweitens ist es immer viel schwieriger, die Beleuchtung, die bei dieser Einrichtung von oben her stattfindet, zu reguliren, als wenn der Beleuchtungsapparat unter den Objecttisch kommt; dies rührt aber besonders davon her, dass das Object nicht blos durch den Spiegel, sondern

von allen Seiten her Licht empfängt, dass somit die sehr schief auffallenden Strahlen im Objecte gebrochen und reflectirt werden, wodurch das ganze Bild etwas Nebliges und Undeutliches bekommt. Diesem Uebelstande wird durch das oben erwähnte deckelförmige Diaphragma begegnet, und es muss dasselbe deshalb ganz dicht über das Object kommen, damit die von der Seite kommenden Strahlen möglichst ausgeschlossen werden. Bemerken muss ich indessen, dass jene Beleuchtung in manchen Fällen, zumal wenn schief einfallendes Licht erforderlich ist, sehr vortheilhaft wirkt. Sehr schwierige Probeobjecte, an denen die Strichelchen bei schief von unten einfallendem Lichte sehr schwierig wahrzunehmen sind, erkennt man recht deutlich, wenn der Spiegel sowohl als das Diaphragma eine schiefe Stellung bekommen. Als dritter Uebelstand dieser Einrichtung des umgekehrten Mikroskops ist der Umstand anzuführen, dass man, wenn das stärkste Objectiv Nr. 5 genommen wird, das Objectiv nicht auf ein Glastäfelchen von gewöhnlicher Dicke legen darf, sondern nur auf eine Tafel von gleich dünnem Glase, wie es sonst nur zu Deckgläschen genommen wird. Als die grösste Unvollkommenheit dieses Mikroskops sehe ich es aber endlich an, dass es in seinem gegenwärtigen Zustande zur Beobachtung von Objecten bei auffallendem Lichte sich nicht eignet. Möglich ist es indessen, durch passend angebrachte spiegelnde Oberflächen dieser Unvollkommenheit theilweise wenigstens abzuhelpfen.

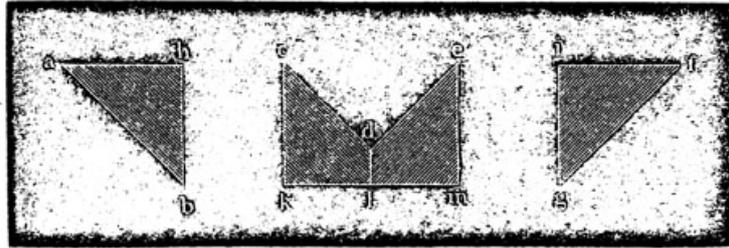
Im nämlichen Jahre 1850, wo Nacet für Lawrence Smith das oben beschriebene Mikroskop verfertigte, kam Dr. Leeson in London, wie es scheint ganz unabhängig von jenem, auf dieselbe Idee, und nach seiner Anweisung verfertigten damals Smith u. Beck ein solches umgekehrtes Mikroskop, das sich vom Nacet'schen nur darin unterscheidet, dass sein Objecttisch sich höher und niedriger stellen lässt. Die erste Nachricht davon veröffentlichte aber erst sechs Jahre später Highley (*Quart. Journ.* July 1856. Nr. XVI, p. 280), der bei dieser Gelegenheit zugleich die Beschreibung und Abbildung eines mineralogischen Mikroskops gab, das in der Hauptsache gleiche Einrichtung hat als das umgekehrte Mikroskop, ausserdem aber einen um zwei Axen beweglichen Objecttisch besitzt mit zwei entsprechenden eingetheilten Kreisen, um die Neigungswinkel von Krystallflächen messen zu können, und im Oculare ein Turmalin- und ein Kalkspathblättchen enthält, damit es statt Kobell's Stauroskop benutzt werden kann; wie denn auch noch andere Apparate für krystallographische Untersuchungen dazu kommen.

Schon weiter oben (§. 421) ist einiger Versuche gedacht worden, die schon in die erste Zeit nach Erfindung des zusammengesetzten Mikroskops fallen, um dasselbe in ein binoculäres umzuwandeln. Der damals eingeschlagene Weg, dass man nämlich zwei einzelne Mikroskope vereinigte, die beide auf das nämliche Object gerichtet waren, schien jedoch nicht zu dem beabsichtigten Ziele führen zu können und man stand des-

halb weiterhin davon ab. In neuerer Zeit sind aber diese Versuche wiederum aufgenommen worden, und im ersten Buche handelt ein besonderes Kapitel (§. 186 u. folg.) über die Theorie der multoculären Mikroskope.

Dem Nordamerikaner Professor Riddell (*American Journ.* 1853. June p. 266) gebührt das Verdienst, zuerst den wahren Weg angegeben zu haben, den man zur Erreichung dieses Zieles einzuschlagen hatte. So, wie es in Fig. 317 dargestellt ist, brachte er vier rechtwinkelige Prismen

Fig. 317.



Riddell's vier Glasprismen.

über das Objectiv und erreichte dadurch eine Spaltung des Strahlenbündels in zwei Bündel, deren jedes durch ein besonderes Ocular aufgefangen werden konnte, so dass man mit beiden Augen zugleich auf das nämliche Object sah.

Sobald ich von diesem neuen Verfahren Kenntniss erhalten hatte, schrieb ich an Nacet und schlug ihm vor, er sollte eine kleine Veränderung im Riddell'schen Apparate vornehmen, nämlich die beiden äusseren Prismen weiter von den mittleren entfernen, um ein Mikroskop hervorzubringen, womit zwei Beobachter auf Einmal das nämliche Object sehen könnten, was mir eine vortheilhaftere Verwerthung des zu Grunde liegenden Princips zu sein schien, als wenn man nur an die Herstellung eines stereoskopischen Mikroskops dächte, von dem ich weit weniger Nutzen erwartete. Ich empfing bald die Antwort von Nacet, dass ihm Riddell's Verfahren ebenfalls bekannt geworden sei und dass er auch sogleich eingesehen habe, es werde sich so ein Mikroskop für zwei Beobachter herstellen lassen; er sei aber Willens, es auf etwas andere Weise zur Ausführung zu bringen. Wirklich brachte Nacet im folgenden Jahre seine binoculären Mikroskope für Einen Beobachter sowohl wie für zwei Personen zu Stande, denen etwas später sein trioculäres Mikroskop nachfolgte. In diesen verschiedenen Instrumenten wurde die Spaltung der Strahlenbündel nicht durch rechtwinkelige, sondern durch gleichseitig dreieckige Prismen zu Stande gebracht.

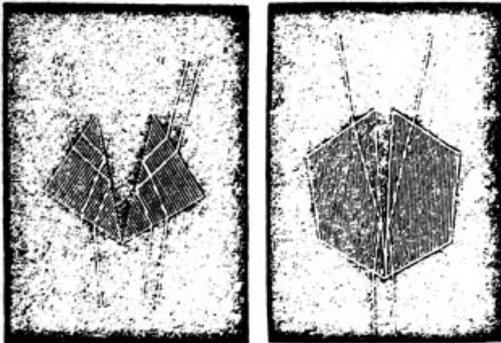
Im nämlichen Jahre, wo Riddell seine Methode ersonnen und veröffentlicht hatte, beschäftigte sich auch Wenham in England mit der Lösung dieser Frage. Er suchte auf dioptrischem Wege zum Ziele zu kommen. Wenham, der zwar nicht Mechanikus von Beruf, aber im Verfertigen optischer Instrumente doch nicht ganz ungeübt war, vereinigte

zwei Kronglasprismen und ein Flintglasprisma mit einander, und erzielte so eine Spaltung der Strahlenbündel durch Brechung in gleicher Weise, wie durch die reflectirenden Prismen. Eine interessante Nachricht über seine Versuche gab er im *Quart. Journ.* 1853. Oct. V. *Transact.* p. 10. Von der optischen Einrichtung dieser Mikroskope war aber schon in dem vorhin angeführten Kapitel im ersten Buche die Rede.

Es versteht sich von selbst, dass das nämliche Princip auch für die einzelne Lupe oder für das einfache Mikroskop in Anwendung kommen kann, und gerade hierzu hat Riddell (*Quart. Journ.* Oct. 1853. Nr. V, p. 18) die Vereinigung der vier rechtwinkeligen Prismen empfohlen. Er hat ein derartiges zu Zergliederungen bestimmtes Instrument zu Stande gebracht mit Linsen von  $\frac{1}{2}$  Zoll bis zu 3 Zoll Brennweite, mit dem er auch die S. 761 erwähnte Pumpeinrichtung zum feinen Einstellen in Verbindung gesetzt hat.

Riddell hat auch vorgeschlagen, bei Lupen mit ziemlich grossem Focus, wie sie Künstler und Naturforscher brauchen, statt der Prismen kleine Glässpiegel zu benutzen und diese etwa ähnlich wie an Parallel-linealen zu befestigen, die Linse aber unterhalb in die Mitte zu bringen,

Fig. 318.



Stellung zweier rechtwinkliger Prismen  
behufs der Strahlenbündelspaltung  
nach Riddell.

so dass sich der ganze Apparat wie eine Brille auf der Nase tragen liesse. Das zweite Spiegelbild, meint er, werde hier nicht schaden, weil es zu schwach ist.

Riddell fand, dass ein zusammengesetztes binoculäres Mikroskop, worin sich die Strahlenbündel durch vier rechtwinkelige Prismen spalten, pseudoskopische Bilder giebt, indem die Vertiefungen erhöht und die Erhöhungen vertieft erscheinen. Er gab deshalb der Einrichtung den Vorzug, dass blos zwei rechtwinkelige Prismen mit spitzen Winkeln von  $45^\circ$  genommen und wie in Fig. 318 neben einander gestellt werden, wo dann die Axen der Strahlenbündel, die von den Hypotenusenflächen reflectirt werden, zusammen einen spitzen Winkel bilden. Jenachdem die Prismen, während ihre unteren Kanten in Berührung bleiben, mehr oder weniger weit auseinander gerückt werden, wird jener Winkel ein grösserer oder kleinerer.

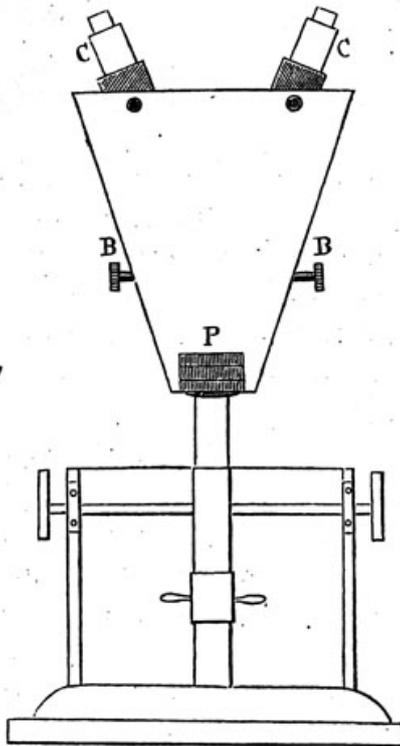
Im Umriss ist dieses binoculäre Mikroskop in Fig. 319 a. f. S. dargestellt. Die beiden Prismen befinden sich am Boden einer dreieckigen Röhre von Messingblech, die auf dem Durchschnitte länglich vierseitig ist. Befestigt ist diese Röhre an einen (in der Figur nicht sichtbaren) Arm, der bei *P* eine halbe Umdrehung hat, damit die Objective leichter gewechselt werden können. Bei *CC* sieht man zwei Ocularröh-

ren, die an Axen hängen, um ihre Neigung abändern zu können, und die auch in horizontaler Richtung sich verschieben, damit ihre wechselseitige Distanz jener der Augen verschiedener Beobachter correspondire. *BB* sind die geränderten Knöpfe von Schrauben, wodurch die wechselseitige Neigung der Prismen modificirt wird. Endlich kann man noch über jedes Ocular ein kleines rechtwinkeliges Prisma dergestalt bringen, dass die halbe Umkehrung des Bildes, welche durch die ersten Prismen zu Stande kam, dadurch eine vollständige wird, das gesammte Bild sich also in der richtigen Stellung zeigt.

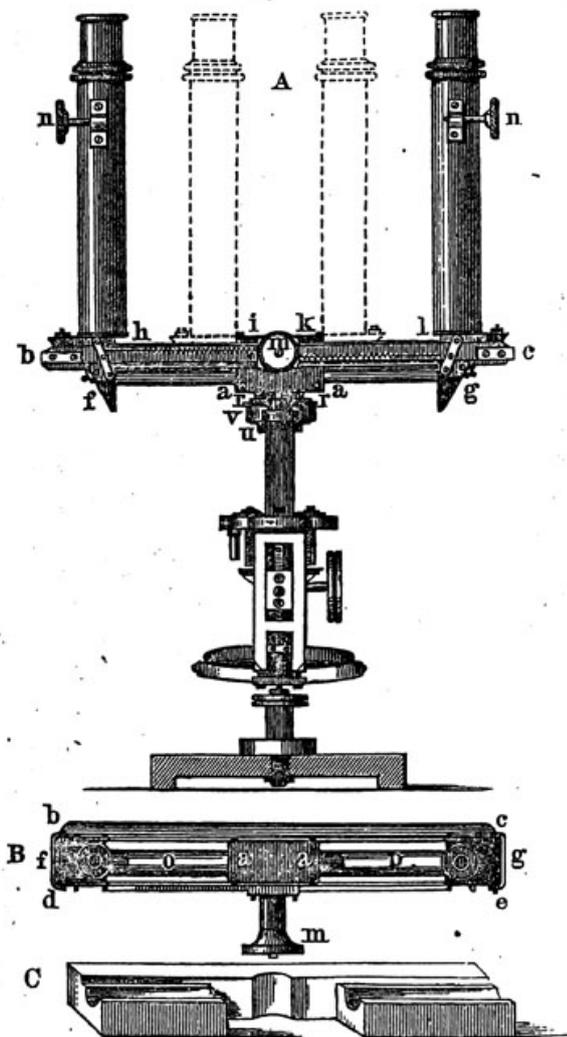
Nach Riddell sollen die Wirkungen eines solchen Instruments staunenerregend sein, wenn man die Neigungswinkel der Oculare und

Fig. 320.

Fig. 319.



Riddell's binoculäres Mikroskop.



Harting's binoculäres Mikroskop.

der Prismen verändert und den verschiedenen Converganzwinkeln der Augenaxen anpasst. „Bei einer gewissen Stellung,“ sagt er, „wird man z. B. eine Milbe oder ein Räderthierchen einen Fuss entfernt und so gross wie eine Maus sehen; bringt man aber die beiden Prismen näher aneinander und entsprechen die beiden Oculare der veränderten Stellung,

dann wächst das Bild auf wunderbare Weise, es scheint mehrere hundert Fuss entfernt zu sein und wetteifert in Grösse mit dem Wallfische u. s. w.“

Es mag dahin gestellt bleiben, ob an dieser Schilderung eine amerikanische Uebertreibung Theil gehabt hat. Dass die scheinbare Vergrösserung auch beim monoculären Mikroskope ganz von der Entfernung der Fläche abhängig ist, auf welche das Bild projecirt wird, hat seine vollkommene Richtigkeit und wurde auch oben (§. 216) durchs Experiment dargethan. Dass aber dieses binoculäre Mikroskop je nach der verschiedenen Convergenz der Augenaxen einen so gewaltigen Einfluss übe, dass eine Vergrösserung 200 bis 300 Mal grösser ist als eine andere, das finde ich zum mindesten sehr zweifelhaft, wenn auch hierbei viel auf die Eigenthümlichkeit der Augen des Beobachters ankommt, und dasjenige, was der eine gesehen haben will, sich dem andern nicht eben so darzustellen braucht. Sicherlich nimmt aber nur die scheinbare Vergrösserung zu, und in dem Räderthierchen, welches so gross wie ein Wallfisch ist, würde man nicht mehr sehen, als wenn es die Grösse einer Maus zu haben scheint.

Riddell scheint nicht darauf gekommen zu sein, seine Erfindung auch für ein binoculäres Mikroskop für zwei Beobachter zu verwerthen. Dieser Gedanke lag aber ganz nahe, und ich habe unlängst den schon früher gehegten Plan zu einem solchen Mikroskope wirklich ausgeführt, dasselbe aber so einrichten lassen, dass es eben so gut als einfaches Mikroskop wie als zusammengesetztes stereoskopisches Mikroskop zu benutzen ist. Auch schien es mir wichtig, eine solche Einrichtung zu treffen, die dem gewöhnlichen monoculären Mikroskope zugefügt werden kann. Die meisten Mikroskopgestelle, wo sich das Mikroskoprohr in einem weitem Rohre auf- und niederbewegt, welches durch einen Arm mit dem Stamme zusammenhängt, eignen sich nicht hierzu; dagegen passt das Amici'sche Mikroskopgestell, zumal wenn es einen schwern Fuss bekommt. Dieses Mikroskop nun, wie es mir der Instrumentenmacher Olland in Utrecht hergestellt hat, ist Fig. 320 von hinten dargestellt; der das gewöhnliche Ocularrohr des Amici'schen Mikroskops ersetzende Apparat lässt sich an dem mit dem Arme *u* zusammenhängenden Ringe *v* an- und abschrauben. Der Fuss, die Stange, der Objecttisch mit den Mitteln zur groben und zur feinen Einstellung, desgleichen der Beleuchtungsapparat gehören dem Amici'schen in Fig. 294 dargestellten Mikroskope an.

Ueber dem Objective befinden sich die zwei mittleren rechtwinkligen Prismen, die in Fig. 317 dargestellt sind, und die beiden anderen Prismen können diesen genähert oder entfernter davon gestellt werden. Dazu dient die Einrichtung, welche man bei *B* von oben dargestellt sieht. Das Kästchen *aa* nämlich umschliesst die feststehenden Prismen und hat unten um die Oeffnung einen Ring *rr* mit einem Schraubengange, um es auf den Arm des Instruments befestigen zu können; ausserdem ist es mit

dem Rahmen *bcde* verbunden, woran die beiden Kästchen *f* und *g* mit den seitlichen Prismen schlitzenartig hin- und hergleiten. Zum Zwecke dieser Bewegung sind zwei gezahnte Stangen *hi* und *kl* damit verbunden, in welche ein Trieb greift, zu dem der geränderte Knopf *m* gehörig ist. Da diese Stangen in entgegengesetzter Richtung über einander gleiten, so kommen die Prismen einander näher, wenn der Knopf in der einen Richtung umgedreht wird, und durch Umdrehen in entgegengesetzter Richtung entfernen sie sich von einander. Auf diese beweglichen Kästchen nun sind die Ocularröhren geschraubt, die noch aus zwei in einander verschiebbaren Röhren bestehen, damit die Entfernung des Oculars gemäss dem Zustande der verschiedenen Augen modificirt werden kann. Das geschieht aber durch einen Trieb, wozu der bei *n* sichtbare geränderte Knopf gehört.

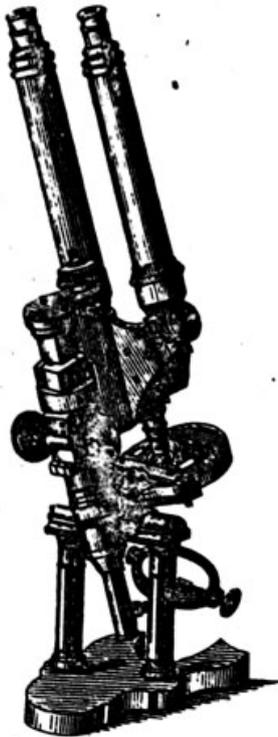
Soll das Instrument als einfaches oder als zusammengesetztes stereoskopisches Mikroskop dienen, dann werden die beiden seitlichen Prismen einander soweit genähert, dass man mit beiden Augen zugleich sehen kann, wo dann die Ocularröhren etwa die Stellung haben, welche in der Figur durch die punktirten Linien angegeben ist.

Sollen hingegen zwei Personen gleichzeitig zur Beobachtung kommen, dann werden die Prismen mit den Ocularröhren bis an die beiden Enden des Rahmens gebracht, und die Oculare stehen dann 20 Centimeter von einander ab. Bei dieser Stellung müssen jedoch zwischen den beiderseitigen Prismen die Röhren *o* und *p* eingeschoben werden, um das von aussen einfallende Licht abzuhalten. Zu diesem Ende kommen die beiden Röhren in die Höhlung eines rinnenförmigen Stückes Holz *C* (Fig. 320), welches vorn einen Ausschnitt für den mittlern Theil hat. Man hält das Stück Holz mit den Röhren in einer Hand, bringt diese auf den für sie bestimmten Platz, dreht dann den Knopf *m* mit der andern Hand um und nähert dadurch die Prismen einander, dass sie an die Röhren anschliessen.

Wie schon erwähnt, verfertigt Nacet ebenfalls binoculäre Mikroskope, solche sowohl, die für zwei Personen bestimmt sind, als auch stereoskopische für die beiden Augen der nämlichen Person. Ihre optische Einrichtung ist oben (§. 192) beschrieben worden. Was die mechanische Einrichtung anbelangt, so benutzte Nacet zuerst das Gestell mit dem trommelförmigen Fusse. Später ist er aber davon zurück gekommen, und seine neuern binoculären Mikroskope haben die Einrichtung wie Fig. 321 und Fig. 322, deren nähere Beschreibung nach dem früher Mitgetheilten kaum nöthig ist. Das Mikroskop Fig. 321 ist für zwei Beobachter bestimmt. In dem Kästchen *a* ist das dreieckige Prisma über dem Objectiv enthalten. Die beiden anderen, wodurch die Strahlen zum zweiten Male reflectirt werden sollen, befinden sich bei *b* und *b'*. Bei *c* ist einer der Knöpfe sichtbar, die zum Einstellen des Oculars bestimmt sind, indem das innerste Rohr hin- und hergeschoben wird. Ein solches Mikroskop, mit den Objectivsystemen Nr. 0, 1 und 3 ausgestattet, kostet 300 Francs.

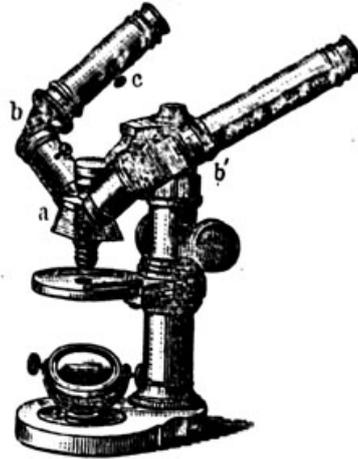
Das stereoskopische Mikroskop neuester Construction, mit den nämlichen drei Linsensystemen, ist Fig. 322 dargestellt; es kostet 400 Frcs.

Fig. 322.



Nachet's stereoskopisches binoculäres Mikroskop.

Fig. 321.



Nachet's binoculäres Mikroskop für zwei Beobachter.

Das Näherrücken und Fernerrücken der Prismen wird hier durch einen recht sinnreichen Mechanismus zu Stande gebracht, der sich aber nur schwer in kurze Worte fassen und ohne die Beihülfe mehrerer Abbildungen beschreiben lässt.

Um die Schwierigkeit zu besei-

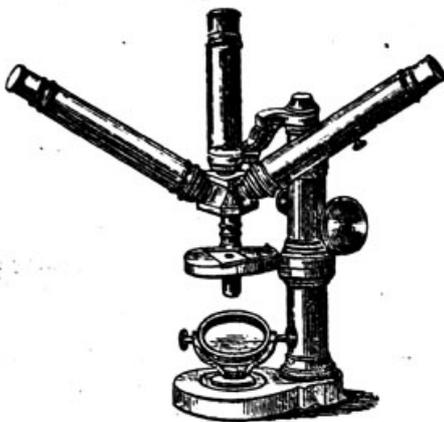
tigen, die für viele Personen darin liegt, dass sie die beiden Felder zu Einem Felde vereinigen sollen, und die vorzüglich durch den Umstand herbeigeführt wird, dass beide Röhren senkrecht stehen, also der Convergenz der Augenaxen nicht entsprechen, hat Nachet nach Wheatstone's Rath zwei achromatische

Prismen beigegeben, deren jedes die Strahlen  $7^{\circ}$  von der senkrechten Richtung ablenkt, so dass sie zusammen einem Convergenzwinkel von  $14^{\circ}$  entsprechen. Diese Prismen sind in passende ringförmige Kästchen eingeschlossen, kommen auf die Oculare und werden darauf herumgedreht, bis sie in die Stellung kommen, bei welcher die beiden Felder

zusammenfallen. Ich kann aus Erfahrung bezeugen, dass es durch diese nützliche Zugabe sehr erleichtert wird.

Das trioculäre Mikroskop Nachet's ist in Fig. 323 dargestellt und bedarf auch keiner näheren Beschreibung. Mit den drei Objectivsystemen Nr. 0, 1 und 3 kostet es 300 Francs.

Fig. 323.

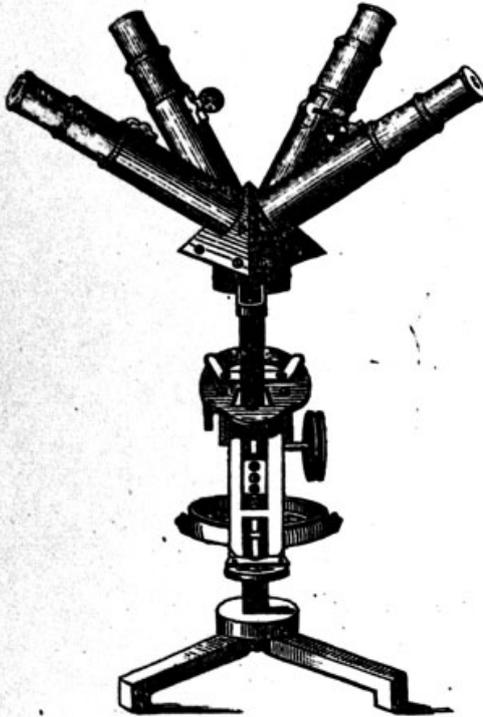


Nachet's trioculäres Mikroskop.

Durch Fig. 324 a. f. S. endlich bekommt man eine Vorstellung vom quadrioculären Mikroskope, dessen Theorie ich früherhin (§. 192) entwickelt habe. Eine dazu gehörige Glaspyramide hatte mir van Deyl Bunders in Amster-

dam geschliffen. Die Form war gut und ebenso die Politur; es ging aber der benutzten Glassorte die Homogenität ab, und dadurch erwies sich das

Fig. 324.



Harting's quadrioculäres Mikroskop.

Prisma ganz unbrauchbar für den bestimmten Zweck. Hierauf hat Steinheil in München eine andere solche Pyramide nach meiner Vorschrift geschliffen; diese ist in Betreff der Homogenität des Glases ganz vortrefflich, ihre Form aber ist nicht ganz gelungen. Nichtsdestoweniger genügt diese Pyramide so ziemlich, um das quadrioculäre Mikroskop, dessen mechanische Ausführung von dem Instrumentenmacher Olland in Utrecht herrührt, zu einem für Demonstrationen passenden Instrumente zu machen, sobald man nur mit den Vergrößerungen nicht über 100 hinausgeht. Ich habe aber die Ueberzeugung, dass, wenn grössere Sorgfalt auf die Herstellung der Pyramide verwendet wird, sich recht wohl ein quadrioculäres

Mikroskop wird herstellen lassen, dessen Bilder auch bei einer mindestens doppelt so starken Vergrößerung noch vollkommen hell und scharf hervortreten werden.

Die mechanische Einrichtung dieses Mikroskops ersieht man deutlich aus der Abbildung. Wie beim binoculären Mikroskope besteht auch hier jedes Mikroskoprohr aus zwei Röhren, die sich ineinander schieben lassen, und von denen die innere sich durch einen Trieb bewegen lässt, damit jedes Ocular einzeln für das Auge des Beobachters eingestellt werden kann. Der ganze optische Theil wird auf das nämliche schon oben genannte Amici'sche Stativ geschraubt, so dass dieses abwechselnd in ein monoculäres, ein binoculäres, ein einfaches oder zusammengesetztes stereoskopisches, oder in ein quadrioculäres Mikroskop umgewandelt werden kann.

Was die praktische Brauchbarkeit dieser verschiedenen Arten von multoculären Mikroskopen betrifft, so kann ich nur auf das verweisen, was ich schon im ersten Buche darüber gesagt habe: nicht die Wissenschaft, wohl aber der Unterricht können dadurch gefördert werden. Ich kann jetzt noch beifügen, dass nach einigen unlängst mit einem Nachet'schen stereoskopischen Mikroskope angestellten Beobachtungen die pseudoskopische Umkehrung der Erhöhungen in Vertiefungen und umgekehrt

nicht hervortritt. Das mag wohl davon herkommen, dass die beiden durch Spaltung entstandenen Strahlenbündel von rechts nach links und von links nach rechts geworfen werden und somit auch die beschatteten und die erhellen Theile der Objecte in den vor den Ocularen entstehenden Bildern entgegengesetzte Oerter einnehmen.

Am Ende dieses Abschnittes wollen wir auch noch einen Blick werfen auf den Entwicklungsgang des zusammengesetzten Mikroskops während mehr denn zwei Jahrhunderten, die seit seiner Erfindung verflossen sind. 443

Wenn sich auch nicht ganz bestimmt angeben lässt, in welcher Zusammensetzung das Mikroskop zuerst aus den Händen seiner Erfinder (Hans und Zacharias Janssen 1590?) hervorging, so dürfen wir doch mit einer an Sicherheit angrenzenden Wahrscheinlichkeit annehmen, dass es aus zwei convexen Gläsern bestand. Ungefähr bis zur Mitte des folgenden Jahrhunderts erhielt sich diese Zusammensetzung: da fügte man noch ein drittes Convexglas hinzu, und Einzelne fingen auch an, planconvexe Gläser zu nehmen, die sie selbst zu Doublets vereinigten. Die Vergrößerung ging bei den zusammengesetzten Mikroskopen in der letzten Hälfte des 17. Jahrhunderts nicht hoch: eine 80malige Vergrößerung galt schon für sehr viel, und eine 140malige konnte man nur durch eine ungewöhnliche Verlängerung des Rohrs zu Stande bringen. Dabei dürfen wir es aber als ausgemacht annehmen, dass bei diesen Vergrößerungen kaum soviel zu erkennen war, als wir jetzt bei einer 20maligen Vergrößerung mit Leichtigkeit wahrnehmen. Das hatte einen doppelten Grund: erstens fehlte es den Bildern an Schärfe, weil sich beiderlei Aberrationen geltend machten, und zweitens betrachtete man die Objecte nur bei auffallendem Lichte. Beinahe erst ein Jahrhundert nach der Erfindung des zusammengesetzten Mikroskops kam man darauf, demselben die beim einfachen Mikroskope schon längst gebräuchliche Einrichtung zu geben. Am Fusse, der zugleich als Objecttisch diente, wurde nämlich eine Oeffnung angebracht, und die daraufliegenden Objecte nebst dem Mikroskoprohre wurden dem Lichte zugekehrt (Tortona 1685). Das war eine grosse Verbesserung; denn jetzt konnte man auch kleinere Linsen mit enger Oeffnung als Objective verwenden und dadurch stärkere Vergrößerungen herbeiführen, ohne genöthigt zu sein, stärkere Oculare zu nehmen oder das Mikroskoprohr ungebührlich zu verlängern. Die horizontale Stellung war aber bei vielen Objecten unbequem zur Beobachtung. Gleichwohl dauerte es noch dreissig Jahre, ehe man zu jenem klar auf der Hand liegenden Hilfsmittel, nämlich dem lichtreflectirenden Spiegel (Hertel 1715) griff, wodurch die Vortheile der verticalen Stellung und der Beobachtung bei durchfallendem Lichte vereinigt wurden, und wie unglaublich es auch jetzt erscheinen mag, wo jede neue Verbesserung so schnell bekannt wird und Nachahmung findet, erst zwanzig Jahre später wurde der Gebrauch des Beleuchtungsspiegels ein allgemeiner.

Die sonstigen Verbesserungen im optischen Theile während des übrigen achtzehnten Jahrhunderts waren sehr unbedeutend. Während man früher versucht hatte, das Objectiv aus zwei Linsen zusammenzusetzen (Sturm 1672), geschah jetzt wieder ein Schritt rückwärts, indem man allgemein eine biconvexe Linse nahm; denn dieser konnte nur eine geringe Oeffnung gegeben werden, wenn das Bild nicht zu sehr an Schärfe verlieren sollte. Alle suchten eine Verbesserung des zusammengesetzten Mikroskops durch die das Ocular zusammensetzenden Gläser zu erreichen (Hooke 1665, Divini 1668, Grindl 1685, Dellebarre 1767 bis 1777); statt zweier Gläser nahm man deren drei, vier, selbst fünf; statt biconvexer Linsen nahm man planconvexe und deren wechselseitige Abstände und Krümmungen änderte man auf die mannichfaltigste Weise; nach der Entdeckung des Mittels zum Achromatisiren der Fernrohre (Chester More Hall 1722) machte man selbst biconvexe Linsen aus Flintglas und Kronglas (Dellebarre), und hoffte auf diese Weise auch das Mikroskop achromatisch zu machen; — keiner von allen diesen Versuchen führte aber zum Ziele, die Verbesserungen waren ganz unerheblich und bestanden gewöhnlich nur darin, dass das Gesichtsfeld an Breite zunahm und mehr geebnet wurde. Im eigentlichen optischen Vermögen, dass man nämlich bei der gleichen Vergrößerung eines Objects an demselben mehr sehen und unterscheiden kann, standen die zusammengesetzten Mikroskope gegen Ende des achtzehnten Jahrhunderts auf gleicher Stufe mit jenen, die beinahe ein Jahrhundert früher gefertigt worden waren. Nur hatte man allmählig immer stärker vergrößernde Linsen zu den Objectiven genommen, was allerdings ein Fortschritt war, aber auch hierin bereits die äusserste Grenze erreicht, die nicht füglich überschritten werden konnte, wenn das Bild nicht zu sehr an Lichtstärke verlieren sollte. Wirklich schien das zusammengesetzte Mikroskop dem einfachen immer mehr das Feld räumen und nur noch in den Sammlungen physikalischer Instrumente eine Stelle finden zu sollen, oder allenfalls mochte es zur Befriedigung der Neugier sogenannter Liebhaber dienen, die es eher als Kaleidoskop benutzten, als zur Förderung der Wissenschaft. Zu wissenschaftlichen Untersuchungen gaben alle wahren Naturforscher einstimmig und mit vollem Rechte dem einfachen Mikroskope den Vorzug.

Schon länger als ein halbes Jahrhundert kannte man das Verfahren, wie Objective für Fernrohre achromatisch gemacht werden; dieses Verfahren aber auch auf die weit kleineren Linsen für die Objective des zusammengesetzten Mikroskops anzuwenden, schien den meisten ein ganz wahnwitziges Unternehmen, das man kaum versuchen dürfte. Nur einzelne dachten etwas anders darüber und gaben den Muth nicht auf. Schon in den letzten Jahren des vorigen Jahrhunderts sahen wir, zwar nicht einen der damaligen Meister im Mikroskopbau, sondern nur einen einfachen Liebhaber, dem es selbst an einer wissenschaftlichen Anleitung gefehlt hatte (Beeldsnyder 1791), bemüht, das zu Stande zu bringen, was anderen eine Unmöglichkeit zu sein schien. Einige Jahre später

wurde durch dessen Stadtgenossen (H. van Deyl 1807), der aber allerdings in der Anfertigung optischer Instrumente erfahren war und schon viele Jahre früher mit seinem Vater (J. van Deyl 1762) nicht ohne Erfolg das nämliche Ziel angestrebt hatte, ein achromatisches Mikroskop hergestellt, welches 17 Jahre lang unübertroffen dastand. Während aber die geräuschlosen Versuche des einen ganz unbekannt blieben, die des andern aber von den Zeitgenossen und Landsleuten nicht gehörig anerkannt wurden, erwachte auch bei andern der Muth dazu, ihre Kräfte an diesem Ziele zu versuchen. Auf mehreren Punkten Europa's (Fraunhofer 1811, Amici 1815, Domet 1821, Tulley 1824) arbeitete man mit mehr oder weniger Erfolg daran; nur gelang es noch immer nicht, achromatische Objective mit so kurzer Brennweite herzustellen, dass sie einigermaassen jenen gleich gekommen wären, deren man sich gewöhnlich beim zusammengesetzten Mikroskope bediente.

Ein glücklicher Gedanke überwand endlich auch diese Schwierigkeit. Statt eine einzelne achromatische Linse zu nehmen, vereinigte man mehrere zu einem Systeme (Selligue und Chevalier 1824), und nun hatte man nicht allein den Weg gefunden, ein Objectiv mit hinreichend kurzer Brennweite herzustellen, sondern noch wichtiger war es, dass diese Verbindung zugleich das Mittel an die Hand gab, die chromatische wie die sphärische Aberration in erheblicher Weise zu verbessern, wenn man den Abstand zwischen den Doppellinsen auf die erfahrungsmässige beste Weise einrichtete.

Von da an war die Bahn zur fernern Vollendung des zusammengesetzten Mikroskops gebröchen. Nach ein paar Jahren hatte es das einfache Mikroskop eingeholt in Betreff des optischen Vermögens, und die früheren Vorzüge, die es vor diesem voraus gehabt hatte, blieben ihm. Noch ein paar Jahre später war das einfache Mikroskop auch in ersterer Beziehung überholt, trotz dem, dass viele bemüht waren, das Instrument, welches ihnen so lieb geworden war und dem die Wissenschaft so viele Entdeckungen zu verdanken hat, auch einem höhern Grade der Vollkommenheit zuzuführen. Der Versuch schlug nicht fehl, Theorie und Praxis schlossen sich genau an einander, um das Ziel zu erreichen, und es wurde viel darauf verwandt, dem einfachen Mikroskope seinen frühern Vorrang bleibend zu sichern; nichts desto weniger musste es aber endlich den Streit fallen lassen.

Die grossen Fortschritte, welche das zusammengesetzte Mikroskop gemacht hat, seitdem man aplanatische Linsensysteme gebraucht, treten am deutlichsten hervor, wenn man eins der besten älteren zusammengesetzten Mikroskope, etwa jenes von Dellebarre, mit einem der besseren neueren, z. B. dem Amici'schen, vergleicht, und als Maassstab die kleinsten noch sichtbaren dioptrischen Bildchen nimmt:

	Sichtbarkeit		Unterscheidbarkeit eines Drahtgeflechts:	
	kugelförm. Objecte.	fadenförm. Objecte.	Drähte.	Maschenräume.
Dellebarre 1777	$\frac{1}{1300}^{\text{mm}}$	$\frac{1}{6900}^{\text{mm}}$	$\frac{1}{1490}^{\text{mm}}$	$\frac{1}{990}^{\text{mm}}$
Amici . . . 1848	$\frac{1}{4790}$	$\frac{1}{41300}$	$\frac{1}{6140}$	$\frac{1}{3750}$

Somit verhält sich das Dellebarre'sche Mikroskop zum Amici'schen in Betreff der Sichtbarkeit kugelförmiger Objecte = 1 : 3,7

» » » » fadenförmiger » = 1 : 6,0

» » » Unterscheidung von Maschenräumen = 1 : 3,8.

Der Unterschied ist gross, trotzdem dass die Brennweiten der beiden Objective ( $2,5^{\text{mm}}$  bei Dellebarre,  $2,7^{\text{mm}}$  bei Amici) nur wenig differiren und der Vorthail dieser Differenz sogar dem ältern Mikroskope zufällt. Dagegen hat das stärkste Objectiv bei Dellebarre nur  $22^{\circ}$  Oeffnungswinkel und bei Amici  $94^{\circ}$ , so dass sie sich hierin wie 1 : 4,4 verhalten. Letzteres lässt demnach etwa 20 Mal mehr Licht eintreten, als ersteres, und diesem Umstande muss auch vorzugsweise das grössere optische Vermögen der neueren aplanatischen Mikroskope zugeschrieben werden.

Dazu kommt noch, dass das hierbei benutzte Amici'sche Mikroskop schon 10 Jahre alt ist, und dass es Amici sowohl als anderen Optikern seitdem gelungen ist, ihren Objectiven noch bedeutend grössere Oeffnungswinkel zu verschaffen und dadurch deren optisches Vermögen noch zu erhöhen.

444 Da die Bilder in unseren heutigen Mikroskopen solche Schärfe und Helligkeit besitzen, so könnte man vielleicht versucht werden zu glauben, das zusammengesetzte Mikroskop habe jetzt seinen Culminationspunkt erreicht und es sei wenig Aussicht vorhanden, dasselbe auf eine höhere Stufe der Vollkommenheit zu bringen. Das ist aber ein Irrthum, wie zumal die Geschichte der letzten Jahre dargethan hat. Wiederholt und namentlich kurze Zeit nach Einführung der achromatischen Linsen hat man diese Ansicht ausgesprochen; gleichwohl hat jedes folgende Jahr immer den Beweis geliefert, dass man noch lange nicht die Bahn der möglichen Verbesserungen durchlaufen hat. An der Spitze der Vollkommenheit würde das Mikroskop dann erst angekommen sein, wenn sein optisches Vermögen mit der Vergrösserung gleichen Schritt hielte; dass dies aber noch nicht der Fall ist, habe ich oben (§. 245) ausführlich dargethan. Ich lasse hier noch die Resultate folgen, die ich bei Vergleichung des optischen Vermögens einiger neueren Amici'schen Objectivsysteme mit jenem des blossen Auges erhalten habe. Es wird aber genügen, wenn ich diese Vergleichung auf die Vergrösserung mit dem

schwächsten Oculare einschränke, wodurch die Vergrößerung des blossen Objectivs etwa eine siebenmal grössere wird.

Objectiv.	Brennweite der äquivalenten Linse.	Vergrößerung.	Sichtbarkeit				Unterscheidbarkeit v. Maschenräumen.	
			kugelf. Objecte.		fadenf. Objecte.		Wirkliche Verstärkung.	Verlust.
			Wirkliche Verstärkung.	Verlust.	Wirkliche Verstärkung.	Verlust.		
Nr. 1.	26,15 <sup>mm</sup>	96	76	0,21	62	0,35	74	0,23
„ 2.	7,45 „	217	116	0,49	99	0,54	154	0,29
„ 6.	4,00 „	423	215	0,49	161	0,64	175	0,59
„ 11.	2,67 „	650	241	0,63	199	0,69	229	0,65

Man ersieht hieraus ganz deutliche Fortschritte bei dem Instrumente von 1848 gegen jenes von 1835; indessen fehlt doch auch noch viel daran, dass die äusserste Grenze optischer Vollkommenheit bereits erreicht wäre. Bei den stärkeren Objectivsystemen findet immer noch ein verhältnissmässig grosser Verlust statt, und steigert man die Vergrößerung noch durch Anwendung stärkerer Oculare, dann nimmt dieser Verlust in einem erheblichen Maasse zu.

Das giebt zugleich auch einen Fingerzeig über den Weg, der fortan eingeschlagen werden muss, um die zusammengesetzten Mikroskope in optischer Beziehung auf eine höhere Stufe der Vollkommenheit zu bringen. Bis vor einigen Jahren war man allgemein der Ansicht, die auch wohl jetzt noch von vielen Optikern getheilt wird, vor allem habe man sich darauf zu verlegen, achromatische Objective mit möglichst kurzer Brennweite herzustellen. An und für sich ist dies auch zu billigen; denn im Allgemeinen darf angenommen werden, je weniger zu einer bestimmten Vergrößerung das Ocular beiträgt, um so deutlicher und schärfer wird das Bild sich darstellen. Dabei wird aber etwas vorausgesetzt, was erfahrungsmässig niemals stattfindet und auch nicht stattfinden kann, dass nämlich bei einem stärkern Objectivsysteme die Aberrationen gleichviel verbessert sind, wie bei einem schwächeren. Nur in diesem Falle würde jede Verkürzung des Focus ein Gewinn sein. Sobald indessen mit einem Objective von 1 Millimeter Brennweite nicht mehr gesehen werden kann, als mit einem solchen von 2 Millimeter Brennweite, dann verdient letzteres den Vorzug, schon deshalb, weil dann zwischen dem Objective und dem Objecte mehr Raum übrig bleibt. Nun wird aber die Tüchtigkeit des Objectivs für ein zusammengesetztes Mikroskop ganz besonders durch die ansehnlichere oder geringere Grösse des Oeffnungswinkels be-

stimmt. Diesen zu vergrössern, ohne dass die Correction der sphärischen Aberration darunter leidet, muss demnach das Ziel aller sein, die das Mikroskop zu verbessern wünschen, und es lässt sich auch voraus sehen, dass auf diesem Wege, der von Manchen bereits mit so gutem Erfolge betreten wurde, fernerhin noch ein erheblicher Fortschritt möglich ist.

Andererseits ist es aber nicht zu verkennen, dass eine zu einseitige Vergrösserung der Oeffnung der Objectivlinsen dem begrenzenden Vermögen oder der Sichtbarmachung Eintrag thut, und dass manche Optiker in der letzten Zeit darin wohl zu weit gegangen sind. Diesen schädlichen Folgen kann man zwar zum Theil durch ein drehbares Diaphragma begegnen, wodurch die Oeffnung des Objectivs nach Willkür verkleinert und vergrössert werden kann. Der Hauptgrund indessen, warum die beiden Hauptmomente des optischen Vermögens eines Mikroskops, das unterscheidende Vermögen nämlich und das begrenzende Vermögen, nicht immer den gleichen Schritt halten, liegt wohl darin, dass die beiden Aberrationen immer nur theilweise verbessert sind, namentlich für jene Strahlen, welche in der Nähe des Randes durchtreten. Ein Hauptpunkt bleibt demnach immer noch das Bemühen, die Aberrationen zu vermindern, und es verdienen die Versuche von Amici und von Ross alle Nachahmung, die das sogenannte secundäre Spectrum dadurch zu beseitigen suchten, dass sie jede Doppellinse des Objectivs aus zwei besonderen Glassorten mit verschiedenem Brechungs- und Dispersionsvermögen zusammensetzten.

445 Was das Ocular betrifft, so wurde oben (§. 159) nachgewiesen, dass auch dessen Einrichtung für das optische Vermögen des zusammengesetzten Mikroskops keineswegs gleichgültig ist; indessen wird dessen Zusammensetzung doch immer jener des Objectivs untergeordnet bleiben. Die meisten Optiker nehmen jetzt Huygens'sche Oculare, manche aber auch Ramsden'sche (§. 162). Es lässt sich nicht wohl mit Bestimmtheit angeben, ob die Zusammensetzung des Oculars aus achromatischen Doppellinsen, die von Manchen gewählt wurde, zu einer erheblichen Verbesserung führen kann. Die bis jetzt verfertigten aplanatischen Oculare haben ein zu schwaches Vergrösserungsvermögen und ein zu kleines Gesichtsfeld, als dass ihnen vor den anderen der Vorzug sollte eingeräumt werden können. Die Möglichkeit indessen, auch auf diesem Wege das Mikroskop noch mehr zu vervollkommen, lässt sich nicht in Abrede stellen; nur muss man, wenn man aplanatische wie gewöhnliche Oculare mit den nämlichen Objectivsystemen benutzen will, dabei immer im Auge behalten, dass die Linsen des aplanatischen Oculars unterverbessert sein müssen.

Als eine Eigenthümlichkeit des Amici'schen Mikroskops habe ich die Einrichtung angeführt, dass der Abstand der beiden Linsen des Oculars der Abänderung fähig ist, dieser Abstand also so eingerichtet wer-

den kann, wie er sich für jedes Objectiv und für verschiedene Längen des Rohrs als der zweckmässigste herausstellt. In der That ist es nicht möglich, alle Objective in so vollkommener Weise als überverbesserte herzustellen, dass ein Ocular, dessen Gläser feststehend sind, für alle gleich gut passte, und in dieser Hinsicht verdient diese Verbesserung allerdings Nachahmung. Sie wird jedoch immer nur einen beschränkten Nutzen gewähren, weil nur wenige von denen, welche das Mikroskop benutzen, sich die Mühe geben werden, vorher zu prüfen, welche Distanz der Augengläser unter verschiedenen Umständen die passendste ist.

Eine grosse Ungleichheit tritt uns entgegen, wenn wir die Oculare verschiedener Optiker hinsichtlich der Vergrößerung unter einander vergleichen. Durch die fünf Oberhäuser'schen Oculare wird, bei voller Länge des Mikroskoprohrs, das durchs Objectiv erzeugte Bild 2,5 — 2,6 — 3,3 — 5,4 und 7,3 Mal vergrößert, bei den drei Amici'schen Ocularen dagegen beträgt diese Vergrößerung 6,9 — 10,7 und 14,9 Mal. Eine bestimmte Regel lässt sich dafür allerdings nicht aufstellen, da die Oculare in dem Maasse stärker sein können, als die Objective ein reineres Bild geben; doch scheint es mir, als ob die zwei oben genannten Optiker die Extreme repräsentirten, die man beide zu vermeiden hat. Im Allgemeinen darf man annehmen, dass drei Oculare mit einer 4fachen, 6fachen und 9- oder 10fachen Vergrößerung für alle Fälle ausreichen werden.

Bei Beurtheilung der relativen Tüchtigkeit der Oculare darf ein fernerer Punkt nicht ganz aus den Augen gelassen werden, nämlich welchen Grad von Ebenung das Gesichtsfeld dadurch bekommt. Oben (§. 152 und 162) ist nachgewiesen worden, dass, wenn ein Huygens'sches Ocular genommen wird, die Krümmung des Bildes sich vollständig beseitigen lässt. Da aber alsdann der relative Abstand beider Gläser nicht immer genau ein solcher ist, wodurch die noch vorhandene Aberration des Bildes verbessert wird, so pflegen viele Optiker das gerade Gesichtsfeld ganz oder theilweise zum Opfer zu bringen, und manchmal trifft man sogar Oculare, durch die das Bild so gebogen erscheint, dass die Vergrößerung am Rande und in der Mitte des Gesichtsfeldes auffallend differirt und deshalb alle mikrometrischen Methoden unzulässig sind, bei denen es auf eine genaue Kenntniss des Vergrößerungswerthes ankommt.

Aus diesem Grunde wäre es wünschenswerth, wenn die Optiker künftig das Beispiel Kellner's befolgten und ihren Mikroskopen Oculare mit einem ebenen und zugleich grossen Gesichtsfelde gäben. Uebrigens kann man von Belthle, gleichwie früher von Kellner, einzelne orthoskopische Oculare beziehen um den Preis von 7 Thalern. Nur muss bei der Bestellung genau angegeben werden, wie weit das Luftbild vom Objective entfernt ist.

446 Eine recht gute Verbesserung, die jetzt immer mehr in Gebrauch kommt, ist die Einrichtung, vermöge deren das Mikroskoprohr länger und kürzer gemacht werden kann. Die Zusammensetzung aus zwei in einander verschiebbaren Röhren ist aber hierbei weit vorzüglicher, als die Bildung des Rohrs aus zwei Theilen, die durch eine Schraube verbunden werden. Mehrfache Gründe machen die allgemeine Verbreitung dieser Einrichtung wünschenswerth. Erstens lassen sich damit die Aberrationen verbessern, die bei der Benutzung von Deckplättchen in Folge des nicht ganz genauen Verhältnisses zwischen Objectiv und Ocular entstehen (§. 165). Zweitens gestattet sie, die Erhebung des Oculars über den Tisch dergestalt zu verkürzen, dass man mit Bequemlichkeit im Sitzen arbeiten kann. Drittens bietet sie das Mittel dar, jedes zusammengesetzte Mikroskop auf die beste und einfachste Weise zu einem bildumkehrenden und zugleich pankratischen zu machen, indem man unten an das innere Rohr ein achromatisches Linsensystem mit ziemlich grosser Brennweite anschraubt, welches nach Willkür wieder weggenommen werden kann. Ein vierter Vortheil ist dadurch zu erzielen, wenn auf dem innern Rohre eine Scala in Millimetern, oder in einer andern beliebigen Maasseinheit angebracht wird, so dass man ein für alle Mal in einer Tabelle die Höhen verzeichnen kann, bis wohin das innere Rohr ausgezogen werden muss, damit die Vergrösserung des Mikroskops für die Entfernung von der obern Fläche des Oculars bis zum Tische, worauf das Mikroskop steht, in Werthen von 100, 200, 500, 1000 u. s. w. ausgedrückt werden könne, zur grossen Bequemlichkeit bei mikrometrischen Bestimmungen durch die verschiedenen zur Projection des Bildes dienenden Hilfsmittel (S. 516). Fünftens endlich wird durch eine solche Einrichtung die Benutzung reflectirender Prismen erleichtert, die man temporär in die Bahn der Strahlen bringen kann, damit diese unter Winkeln von  $90^\circ$ ,  $60^\circ$  oder  $45^\circ$  fortgehen.

Nicht so gewichtig ist das Anbringen einer Concavlinse zwischen Objectiv und Ocular, das man jetzt bei manchen Optikern antrifft. Wir haben übrigens gesehen, dass dieses Mittel, die Vergrösserung ansehnlicher zu machen, schon vor länger als einem Jahrhundert in Gebrauch gewesen ist; doch hat man neuerer Zeit eine achromatische planconcave Linse genommen. Ueber ihre Wirkung kann ich aus eigener Erfahrung nichts angeben. Dass sie unter besonderen Umständen von Nutzen sein könne, ist früher (§. 160) dargethan worden; indessen bezweifle ich, ob sie nicht in den meisten Fällen eher schaden als nutzen wird. Mohl, der die Sache eigends geprüft hat, rath von ihrer Anwendung ab.

447 Wir müssen hier auch des Vorschlags von Barfuss (Schumacher's Astron. Nachrichten 1843. XX, S. 17 u. 39. Poggend. Annal. 1846. Bd. 68, S. 88) gedenken, der, aus theoretischen Gründen und auf Berechnungen sich stützend, in das Rohr des zusammengesetzten Mikroskops ein Correctivglas bringen will, bestehend aus einer planconvexen und einer

planconcaven Linse von gleichen Krümmungen, deren gerade Flächen dem Objective zugekehrt sein sollen. Die Vergrößerung erfährt dadurch gar keine Aenderung; es hat dieses Correctivglas einzig und allein die Bestimmung, die letzten Reste der sphärischen Aberration zu beseitigen, und deshalb muss es innerhalb des Rohrs so lange auf- und niedergeschoben werden, bis man den Ort gefunden hat, wo es den besten Erfolg gewährt. Hierbei ist Barfuss offenbar von der Ansicht ausgegangen, in einem achromatischen Objective sei wesentlich nur die chromatische Aberration verbessert. Wir haben indessen früher (§§. 63, 127 u. 159) gesehen, dass auch die sphärische Aberration verbessert wird, und zwar ebensowohl durch die Verbindung einer Flintglaslinse mit einer Kron-  
 glaslinse, als durch die Vereinigung von zwei oder mehr solchen Doppel-  
 linsen zu einem Systeme, ja dass es selbst zur Ueberverbesserung kommen kann, wie das wirklich bei jenen Objectiven in unseren zusammengesetzten Mikroskopen der Fall ist, wo die entgegengesetzten Aberrationen des Objectivs und des Oculars einander wechselseitig aufheben. Dem ist es wohl zuzuschreiben, dass der Vorschlag von Barfuss, dessen theoretische Begründung nicht bezweifelt werden kann, bei der praktischen Ausführung durch Nobert (Poggend. Annal. Bd. 67, S. 184) nur ungünstige Resultate lieferte. Dies konnte auch nicht anders sein, da überverbesserte Objective benutzt wurden. Hat nun aber auch Barfuss\*) übertriebene Erwartungen von seiner Methode gehegt, so lässt sich doch nicht läugnen, dass dieselbe eine nähere Prüfung wohl verdient und dass sie in besonderen Fällen sich vortheilhaft bewähren kann.

Ein also zusammengesetztes Correctivglas wird z. B. das Mittel bieten, den Einfluss der Deckplättchen zu hemmen. Nur die Erfahrung wird lehren können, ob dieses Verfahren den Vorzug verdient vor den beiden anderen, die jetzt im Gebrauch sind, und die ihrerseits wiederum genau mit einander verglichen und geprüft werden müssen, bevor man darüber entscheidet, welche von diesen Verfahrensweisen die meisten Vortheile bietet. Das Verfahren von Ross, der die Entfernung der untersten Linse von den beiden anderen zum Objective gehörigen Linsen verändert, ist sicherlich einfacher als jenes von Amici, wobei eine grös-

\*) Barfuss glaubt, mit Hülfe seines Correctivglases müsse das vom Objective erzeugte Bild so scharf und klar werden, dass man ziemlich das ganze Vergrößerungsvermögen des Mikroskops ins Ocular verlegen könne. Sein berechnetes Objectiv vergrößert nur 5 Mal, und doch soll man mit Hülfe der Oculare eine 200malige Vergrößerung bekommen. Das darf man unbedenklich zu den Chimären zählen! Auch verräth es einen offenbaren Mangel praktischer Kenntniss des Mikroskops, wenn Barfuss (S. 45) sagt: „Doppelobjective von  $\frac{1}{16}$  Zoll Brennweite und einem Oeffnungswinkel von  $65^\circ$ , wie sie in England verfertigt worden sein sollen, gehören gewiss zu den schlechtesten dioptrischen Machwerken.“ Was soll man dann von Objectiven sagen, die einen bei weitem mehr als doppelt so grossen Oeffnungswinkel haben, wie man sie jetzt verfertigt, und die man mit vollem Rechte als den Triumph der Kunst ansieht?

sere Anzahl achromatischer Linsen erforderlich ist, und mit der von Smith darin eingeführten Verbesserung scheint es in gleicher Weise wie das Amici'sche bei Deckplättchen von sehr verschiedener Dicke Anwendung finden zu können. Mit Bestimmtheit darf man aber behaupten, dass jedes Mikroskop unvollkommen ist, bei dem auf diesen Einfluss der Deckplättchen keine Rücksicht genommen wird, und dass dieser Einfluss in dem Maasse, als die beiden Aberrationen vollständiger aufgehoben sind, nur um so merklicher hervortritt. Mit einem Amici'schen Objective von 8,7 Millimeter Brennweite, mit dem die achte Gruppe des Nibert'schen Probetäfelchens noch ganz deutlich unterschieden wird, sobald ein Deckplättchen von 1 Millimeter Dicke aufliegt, erkennt man nur noch die Striche der fünften Gruppe, sobald dieses Plättchen entfernt wird. Bei weniger vortrefflichen Objectiven fällt diese Differenz allerdings geringer aus; indessen nie soll man nach nur Mittelmässigem streben.

- 448 Endlich kann sich noch die Frage aufdrängen, ob für den verschiedenen Aberrationszustand der Augen verschiedener Personen am Mikroskope keine Verbesserungsmittel angebracht werden sollen. Das Auge und das Mikroskop zusammen bilden ein optisches Ganzes, und da unzweifelhaft das Auge nicht vollkommen aplanatisch ist, so darf man es für mehr als wahrscheinlich halten, dass in dieser Beziehung Verschiedenheiten zwischen dem Auge des einen und des andern vorkommen, und somit auch der nämliche Aberrationszustand im Mikroskope nicht auf alle Augen den nämlichen Einfluss üben wird. In der That kann man hin und wieder bei schwer wahrnehmbaren Einzelheiten beobachten, dass der eine nichts mehr davon wahrnehmen kann, während der andere, der doch durch das nämliche Mikroskop sieht, dieselben noch gleich gut erkennt. Man kann dies nicht dem verschiedenen Accommodationszustande der Augen beider Beobachter zuschreiben, dem ja durch feine Einstellung begegnet werden könnte, noch auch der grössern oder geringern Empfindlichkeit der Netzhaut, da man die Sache bei Personen beobachtet, die einander in der Gesichtsschärfe unter gewöhnlichen Umständen nichts nachgeben. Wahrscheinlich muss man also dabei an eine grössere oder geringere Uebereinstimmung zwischen dem Auge und dem Mikroskope denken, vermöge deren die in beiden vorkommenden entgegengesetzten Aberrationen bei dem einen Individuum sich gegenseitig vollkommener aufheben als bei dem andern. Amici hat schon daran gedacht (S. 725); indessen unterliegt es wenigstens dem Zweifel, ob das Umdrehen der ganzen Mikroskopröhre um ihre Axe für diesen Zweck ausreichen wird. Wahrscheinlicher ist es, dass hier ähnliche Mittel helfen werden, als die, wodurch man den Einfluss der Deckplättchen beseitigt; in diesem Falle müsste dann ein geringer Unterschied in der Dicke der Deckplättchen für verschiedene Augen eingehalten werden, was oftmals ausreichen müsste, das Gleichgewicht herzustellen.

Das beweist aber wiederum, wie nöthig es ist, dass jeder sein eigenes Mikroskop studirt und sich nicht ohne Weiteres auf die vom Optiker gegebenen Anweisungen verlässt. Diese können zwar für das eigene Auge vollkommen richtige sein, sind es aber vielleicht nicht in gleichem Maasse für das Auge eines andern.

Wenn auch angenommen werden muss, dass das optische Vermögen 449 der zusammengesetzten Mikroskope immer noch einer bedeutenden Verbesserung fähig ist, so steht es doch anders mit deren mechanischer Einrichtung. Für die Untersuchungen wenigstens, wozu das Mikroskop gegenwärtig benutzt wird, ist die mechanische Einrichtung, welche die meisten Optiker ihren Instrumenten geben, vollkommen ausreichend. Man trifft sogar an manchen Gestellen, namentlich an englischen, einen Luxus von allerlei künstlichen Bewegungsmitteln an, die ganz sinnreich ausgedacht und meisterhaft ausgeführt sind, meistens aber als überflüssige Verfeinerungen gelten können.

Ueber die Hauptfordernisse eines guten Gestells für das zusammengesetzte Mikroskop habe ich mich schon früher (§. 166) ausführlich ausgesprochen. Im Allgemeinen, darf man annehmen, entsprechen die in den letzten Paragraphen dieses Abschnitts beschriebenen Gestelle diesen Anforderungen mehr oder weniger vollständig. Eine Uebersicht darüber, wie der eine auf diese Weise, der andere auf jene Weise die Sache ausgeführt hat, würde sich aber ohne viele Wiederholungen nicht geben lassen; zudem habe ich auch hier und da kurz angegeben, inwiefern diese oder jene Einrichtung als zweckmässig oder unzweckmässig zu erachten ist.

Vielleicht erwartet mancher Leser, am Ende dieser Beschreibung des zusammengesetzten Mikroskops sollte ich mich über jene unter den gegenwärtigen Optikern aussprechen, deren Instrumenten ich vor denen der übrigen den Vorzug einräume. Indessen enthalte ich mich eines solchen Urtheils, da es nicht durchaus ein ganz gerechtes würde sein können, und ich muss sogar hier darauf dringen, dass man aus den früheren Resultaten, zu denen ich durch die Untersuchung verschiedener Mikroskope gelangte, keinen voreiligen Schluss ziehe über die Stufe, bis zu welcher sich die betreffenden Optiker in ihrer Kunst erhoben haben. Nur dann würde das Urtheil auf einer gerechten Basis ruhen, wenn Instrumente mit einander verglichen würden, die zur nämlichen Zeit aus den Werkstätten der verschiedenen Optiker kamen, und selbst dann darf man es als wahrscheinlich erachten, dass bei der Vergleichung zweier Instrumente aus einer spätern Zeit sich andere Resultate herausstellen werden.

Wenn auch die Optiker ein mehr oder weniger gleichbleibendes Modell für ihre Gestelle gewählt haben, so dass ihre Instrumente in der äussern Form und in der Einrichtung des Ganzen einander immer gleichen, so steht es doch anders mit der optischen Einrichtung. Diese sucht

ein jeder mehr und mehr zu vervollkommenen, so dass die Mikroskope, welche in Zwischenräumen von mehreren Jahren aus der nämlichen Werkstatt kommen, im optischen Vermögen immer einen viel grössern Unterschied erkennen lassen, als jene, welche von verschiedenen Optikern zu der nämlichen Zeit geliefert wurden. Dem ist es theilweise zuzuschreiben, dass verschiedene Beobachter über Mikroskope, die aus der nämlichen Werkstatt gekommen waren, so ganz verschieden urtheilen. Es kommt noch hinzu, dass die meisten sehr geneigt sind, jenem Mikroskope bestimmt vor anderen den Vorzug zu geben, woran sie sich seit geraumer Zeit gewöhnt haben, was auch ganz natürlich ist, da jeder sein Instrument am besten kennt, so dass er schon aus diesem Grunde allein besser durch dasselbe beobachten wird, als durch ein anderes, dessen Vorzüge und Mängel er noch nicht kennt. Dreist darf aber behauptet werden, dass, wenn auch nicht alle Werkstätten im gegenwärtigen Augenblicke auf gleiche Linie gestellt werden können, der Unterschied gleichwohl nicht gar auffallend ist, oder mit anderen Worten, bei weitem die meisten Forschungen, welche die mikroskopische Hülfe erfordern, lassen sich mit unseren neuern aplanatischen Mikroskopen, welcher von den bekannten und oben genannten Optikern sie auch verfertigt haben mag, ziemlich mit dem gleichen Grade von Sicherheit und Genauigkeit durchführen. Nur für einzelne Fälle, z. B. bei den Forschungen über die Entwicklungsgeschichte der organischen Elementartheile, ist der höchste Grad der optischen Vollkommenheit, der bis jetzt erreicht wurde, wünschenswerth.

Zum Schlusse will ich hier noch darauf hinweisen, welche grosse Menge von Mikroskopen geliefert worden ist, seitdem man sie aplanatisch zu machen gelernt hat. Von 1836 bis 1848 haben in London Ross, Powell und Smith, abgesehen von den kleineren Instrumenten, 836 grosse zusammengesetzte Mikroskope verkauft (Quekett l. I. p. 46). Späterhin hat diese Production noch zugenommen nach einer an die *Microscopical Society* erstatteten Mittheilung von G. Shadbolt (*Quart. Journ.* 1857. XIX, p. 241), der zu Folge diese drei ersten Optiker Londons nur allein im Laufe des Jahres 1856 zusammen 217 grosse Instrumente abgegeben haben, Smith aber ausserdem auch noch 175 kleinere, zusammen also 392. Aus den Werkstätten von vier andern Mikroskopverfertignern, nämlich Salmon, Amadio, Ladd, Pillischer, seien ausserdem noch 115 grosse und 243 kleine Mikroskope hervorgegangen. Somit würde die Gesamtzahl der während eines Jahres in London verfertigten und verkauften Mikroskope mindestens 750 betragen, da, wie Shadbolt selbst zugiebt, in dieser Aufzählung gar viele noch nicht mit begriffen sein werden. Eben so wurden 1857 von Powell, Ross und Smith in London 385 Mikroskope abgegeben, also fast gleich viel wie 1856 (*Quart. Journ.* Apr. 1858. p. 75).

Weiter oben sahen wir bereits, dass vor einigen Jahren Oberhäuser allein binnen 16 Monaten 236 Mikroskope lieferte. Nach einer

mündlichen Mittheilung liefert Nacet gegenwärtig im Mittel 200 Mikroskope im Jahre. Die oben genannten neun Optiker produciren somit gut 1100 Mikroskope im Jahre. Nun bestehen neben ihnen noch 16 bis 18 Werkstätten in Europa, in denen auch Mikroskope verfertigt werden, und wenn auch in den meisten derselben, da sie sich nicht ausschliesslich mit Mikroskopen beschäftigen, diese Production gewiss eine geringere ist, so wird man doch zuverlässig unter der Wahrheit bleiben, wenn man annimmt, dass jährlich 2000 aplanatische Mikroskope verfertigt und verkauft werden.

Welch ein Gewinn für die Wissenschaft, wenn mit jedem dieser Mikroskope auch nur Eine neue Entdeckung ausgeführt würde!

---